

COMPARAÇÃO DO TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE EXTRATOS AQUOSOS COMERCIAIS DE *ILEX PARAGUARIENSIS* SAINT HILLAIRE

COMPARISON OF THE CONTENT OF PHENOLIC COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF AQUEOUS COMMERCIAL EXTRACTS OF *ILEX PARAGUARIENSIS* SAINT HILLAIRE

Daiara Rakeli Simão Boyarski¹., Denise Rocha Ramos Barbosa² Thássia Fernandes Santana de Macena³, Rodolfo Castilho Clemente⁴

O chimarrão e tererê são bebidas produzidas a partir da planta *Ilex paraguariensis* Saint Hillaire consumidas cerca de 1,2 kg/pessoa/ano no Brasil. Estudos mostram que a *Ilex* apresenta quantidades significativas de compostos fenólicos que dão a planta a função antioxidante e estão presentes, na maioria, em suas folhas e ramos. Foram adquiridas 3 amostras aleatórias de chimarrão e tererê para a determinação de fenóis totais pelo método utilizando Folin-Ciocalteu, flavonoides utilizando cloreto de alumínio, taninos totais por complexometria, taninos condensados pelo butanol-HCl e atividade antioxidante pela capturação de DPPH e redução do íon férrico. O chimarrão apresentou maiores quantidades de compostos fenólicos, incluindo fenóis totais, flavonoides e taninos em comparação ao tererê, além de maior capacidade antioxidante em todos os testes avaliados. Resultados evidenciados pelos estudos comparativos. Portanto, as amostras de chimarrão obtiveram diferença significativa mostrando sua alta concentração em compostos bioativos.

ABSTRACT

The chimarrão and tererê are drinks consumed in great amount, about 1.2 kg / year / person. Studies show that *Ilex* presents compounds of phenolic compounds that are part of an antioxidant plant and are mostly present in its leaves and branches. It was randomly acquired 03 samples of chimarrão and tererê to determination of total phenols by the Folin-Ciocalteu reagent's method, flavonoids using aluminum chloride, total tannins by complexometry, condensed tannins using butanol-HCl and antioxidant activity by the capture of Dpph and reduction of the ferric ion. Chimarrão showed higher yield of phenolic compounds, including total phenols, flavonoids and total tannins, besides higher antioxidant capacity in all tests evaluated. The results were evidenced by comparativ studies. Therefore, the samples of chimarrão obtained significant difference showing their high concentration in bioactive compounds

Keywords: *Ilex paraguariensis*. Phenolic compounds. Antioxidants. Fenóis. Flavonoides.

¹Daiara Rakeli Simão Boyarski
Nutricionista pela Universidade Federal do Tocantins (UFT)
Email: DaiaraRakeli@gmail.com

²Denise Rocha Ramos Barbosa
Nutricionista pela Universidade Federal do Tocantins (UFT)

³Thássia Fernandes Santana de Macena
Nutricionista pela Universidade Federal do Tocantins (UFT)

⁴ Rodolfo Castilho Clemente
Nutricionista pelas Faculdades Adamantinenses Integradas (FAI), Especialista em Nutrição Clínica pela Universidade Estadual de Londrina, Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal do Tocantins (UFT) e Docente do curso de Nutrição da UFT

1. INTRODUÇÃO

As bebidas à base de *Ilex paraguariensis* Saint Hillaire pertencem à família Aquifoliaceae, do gênero *Ilex*, consumida amplamente na América do Sul em regiões de clima temperado como Paraguai, Argentina, Uruguai e na região sul do Brasil, que possui a maior extensão cultivada no mundo. Pode ser utilizada de diferentes formas, com as partes aéreas da planta trituradas e colocadas em infusão ou decocção e em água fria, na forma de chimarrão, chá mate, chá mate solúvel e tererê, respectivamente (MARASCHIN et al., 2013). O chimarrão e tererê são bebidas consumidas cerca de 1,2 kg/pessoa/ano no Brasil, devido ao sabor agradável e a tradição envolvida (GERKE et al., 2017).

Para que a *I. paraguariensis* St. Hill. seja considerada bebida comercial, deve ser constituída exclusivamente pelas folhas e ramos da planta, obtidos por processo de secagem e fragmentação destinadas ao preparo de "chimarrão" ou "tererê" podendo ser adicionada ou não de açúcar e no caso de tererê pode ter adição de aroma e/ou açúcar. Contudo, as preparações devem conter, no mínimo 70% de folhas fragmentadas e no máximo 30% de outras partes do ramo (ANVISA, 2005). Diante disso, Mendes et al. (2007) esclarecem que o processo da produção de erva mate consiste primeiramente em: branqueamento ou sapeco em que as folhas e ramos passam por uma máquina onde a temperatura inicial chega a 400°C; a secagem, para a retirada de umidade das folhas e ramos para inativação de enzimas evitando a cor e sabor desagradável; e o cancheamento, que se refere a moagem das folhas podendo ser mais fina ou grossa.

Dessa forma, estudos mostram que a *I. paraguariensis* St. Hill. apresenta quantidades significativas de compostos fenólicos que dão a planta a função antioxidante e estão presentes, na maioria, em suas folhas e ramos (NUNES; MENEZES, 2015). Dos fenólicos mais abundantes, cerca de 10% correspondem a taninos, flavonoides e ácidos fenólicos (SANTOS, FREITAS, RAPACCI, 2004), além da planta apresentar também antocianinas, vitaminas A, C, B1, B2 e B6, e minerais magnésio, ferro, fósforo, potássio, zinco e sódio (MAGNABOSCO e LAZZAROTTO, 2014). Os polifenóis constituem de 20 a 30 % da composição das bebidas à base de

I. paraguariensis St. Hill. presentes principalmente na folhagem, o que é um valor alto comparado a outras espécies do mesmo gênero (SANTOS et al., 2015). Os taninos são compostos fenólicos associados a moléculas antioxidantes, encontrados em alimentos consumidos pela população, a eles são atribuídos fatores antinutricionais porque se complexam com proteínas impedindo sua digestibilidade (VIEIRA et al., 2009). Este trabalho teve a intenção de avaliar a quantidade de compostos benéficos a saúde presentes em bebidas consumidas rotineiramente pela população brasileira, especialmente na região sulina.

Portanto, esta pesquisa tem o objetivo de quantificar compostos fenólicos totais, diferenciando-os em taninos totais, condensados e flavonoides, além de avaliar a capacidade antioxidante e o poder redutor de amostras comerciais das bebidas chimarrão e tererê ambas da planta *I. paraguariensis* St. Hill.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa tem caráter quantitativo e qualitativo descritivo em que as amostras foram obtidas por conveniência considerando diferentes fabricantes, a integridade da embalagem e data de validade.

As análises foram conduzidas no Laboratórios de Ciências Básicas e da Saúde (LACIBS) e no Complexo laboratorial de Nutrição da Universidade Federal do Tocantins no período de agosto de 2017 a março de 2019.

Foram adquiridas 03 amostras comerciais de *I. paraguariensis* St. Hill., disponíveis para o preparo de chimarrão e 03 amostras para o preparo de tererê. Para o preparo do chimarrão foram pesadas 5g/L das amostras e colocadas em recipientes, onde, em seguida, foi vertido água próxima do ponto de ebulição (~90°C) e deixado em contato por 5 minutos. Para o preparo do tererê foram pesadas 5g/L de amostras e colocadas em recipientes, onde em seguida, foi vertido água fria (~ 5 - 10°C) e deixado em contato por 5 minutos. Em seguida, todas as amostras foram filtradas usando papel-filtro. Para tanto, foi considerando a forma de preparo da população, ou seja, utilizando como extrator a água e filtros de papel. Dessa forma, a quantidade de compostos extraídos será aproximada da quantidade ingerida pelos consumidores de chimarrão e tererê.

O número de amostras se refere a quantidade de matéria prima encontrada na região central do Tocantins respeitando a diferença entre fabricantes.

Para a quantificação de fenólicos totais, foi utilizada a metodologia descrita por Bonoli et al. (2004). Em que alíquotas de 0,1 mL de amostra foram diluídas em 0,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu e, posteriormente acrescentados 6 mL de água destilada, sendo agitados por 1 minuto. Feito isso, foram adicionadas 2 mL de solução de carbonato de sódio a 15%, sendo novamente agitados por 30 segundos. Após repouso ao abrigo da luz por 2 horas, foi realizada a leitura em espectrofotômetro a 750 nm, usando como “branco” todos os reagentes, exceto o extrato. O teor de fenólicos totais foi determinado por interpolação da absorbância das amostras comparada a uma curva de calibração feita com ácido gálico nas concentrações de 10 a 1000 mg/mL e expressos como µg equivalentes de ácido gálico (EAG) por mL de amostra.

Para a quantificação de taninos totais foi utilizada a metodologia de Amorim et al. (2008) com adaptações. Em tubos contendo 1 mL das amostras foram adicionados 100 mg de caseína e 1 mL de água destilada, sendo agitados por 1 minuto em vórtex e posterior repouso ao abrigo da luz por 15 minutos para a complexação de tanino-proteína. Após o repouso, foram agitados novamente por 30 segundos, sendo, em seguida, centrifugados a 5000 rpm por 4 minutos. Foram transferidos 0,2 mL dos sobrenadantes em tubos e repetido o protocolo de fenóis totais para a determinação de fenóis simples.

O teor de taninos totais foi calculado através da diferença entre os fenóis totais e fenóis simples, uma vez que os taninos foram complexados e precipitados com a caseína.

Para a quantificação de taninos condensados, foi executado o método do butanol-HCl, conforme Schofield, Mbugua e Pell (2001) com modificações. Tubos contendo 0,3 mL das amostras foram adicionados de 1,8 mL de butanol-HCL 5%, agitados em vórtex e colocados em banho-maria a 100°C por 70 minutos. Feito isso, foram resfriados em banho frio por 5 minutos para interrupção da reação. As amostras foram lidas em espectrofotômetro a 550 nm, sendo o branco de cada amostra os mesmos componentes, mas sem serem submetidos ao banho-maria. O teor de

taninos condensados foi determinado por interpolação da absorbância das amostras em curva de calibração feita com tanino purificado de *Pinus pinaster* nas concentrações de 10 a 500 µg/mL e expressos como µg de tanino / mL das amostras.

Para a quantificação de flavonoides foi utilizada a metodologia de Dewanto et al. (2002). Tubos contendo 0,25 mL das amostras foi adicionado de 1,25 mL de água destilada e agitados com 75 µL de solução aquosa de nitrito de sódio 5% e deixados em repouso por 6 minutos. Feito isso, foi adicionado 150 µL de solução aquosa de cloreto de alumínio 10%, agitados e deixados em repouso por mais 5 minutos. Em seguida, adicionou-se 0,5 mL de solução aquosa de hidróxido de sódio 1M e agitados novamente. Posteriormente, foram lidas as absorbâncias em espectrofotômetro a 510 nm, sendo o teor de flavonoides determinado por interpolação da absorbância das amostras em uma curva de calibração feita com quercetina nas concentrações de 0,1 a 10 mg/mL e expressos como mg de flavonoides por mL de amostra.

Para o teste de Poder Redutor do Íon Férrico foi utilizada a metodologia validada e otimizada por Berker et al (2010). Em tubos contendo 1 mL das amostras (1 mL de água destilada para o branco) foi adicionado 6,3 mL de água, 0,2 mL de ácido clorídrico 1M, 1,5 mL de ferricianeto de potássio 1% e 0,5 mL de dodecilsulfato de sódio 1%. Após agitação foi adicionado 0,5 mL de cloreto férrico 0,2% e agitados novamente. Após repouso ao abrigo da luz por 30 minutos, foram lidas as absorbâncias a 750 nm. Os resultados foram expressos em percentual de redução do ferro em comparação com os padrões Quercetina e Ácido Ascórbico.

Para a avaliação do sequestro de antioxidantes foi utilizado o radical DPPH em que a metodologia usada foi adaptada por Pereira et al (2015) com modificações. Foi preparado 250 mL de solução estoque de 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH) em etanol, na concentração de 40 µg/mL, mantida sob refrigeração e protegida da luz. Foi realizada a construção de curva de calibração nas concentrações de 40, 35, 30, 25, 20, 15, 10, 5 e 1 µg/mL, a partir dos valores da absorbância a 515 nm de todas as soluções, tendo como “branco” o etanol.

Diluições das amostras e dos padrões nas concentrações de 4, 8, 16, 31, 63, 125, 250, 500 e 1000 µg/mL (0,3 mL de cada) foram reagidas com 2,7 mL de solução estoque de DPPH. Para o “branco” foi usado etanol no lugar do DPPH, sendo feito 01

tubo “branco” para cada concentração. As leituras das absorvâncias das misturas reacionais foram realizadas a 515 nm após 1 hora. A partir da equação da curva de calibração de DPPH e dos valores de absorvância no tempo de 1 hora, para cada concentração testada, foram determinados os valores de DPPH₆₀, que é a concentração remanescente de DPPH no meio reacional após 60 minutos. Feito isso foi calculado o percentual de DPPH Remanescente (%DPPHRem), conforme a Equação:

$$\%DPPHREM = [DPPH]_{T=t} / [DPPH]_{T=0} \times 100$$

Onde $[DPPH]_{T=t}$ corresponde à concentração de DPPH após a reação com o extrato e $[DPPH]_{T=0}$ é a concentração inicial de DPPH, ou seja, 40 mg/mL.

A concentração eficiente, quantidade de antioxidante necessária para decrescer a concentração inicial de DPPH em 50% (CE₅₀), foi determinada a partir de uma curva analítica, obtida plotando-se na abscissa as concentrações da amostra (µg/mL) ou do controle positivo e na ordenada, a porcentagem de DPPH remanescente (% DPPHREM).

Todas as análises estatísticas realizadas seguiram delineamento inteiramente casualizado, tendo três amostras aleatórias de chimarrão e de tererê comercialmente disponíveis, sendo cada ensaio feito em triplicata. Os dados obtidos foram agrupados, calculados e analisados através de estatística descritiva, e para comparação entre médias foi utilizada Análise de Variância – ANOVA, de dois fatores, seguido de teste de Tukey, com nível de significância de 5%. Os cálculos das curvas de calibração e as análises estatísticas foram feitas através do software Microsoft Office Excel® 2013 e o programa estatístico Graph Pad Prism® 7.0.

Esta pesquisa não necessitou aprovação do Comitê de Ética por não se tratar de pesquisa com seres humanos/animais. Portanto, as bases referenciais foram encontradas na literatura.

3. RESULTADOS

3.1 Análise de compostos fenólicos de chimarrão e tererê

Os compostos fenólicos são substâncias naturais que apresentam propriedades antioxidantes capazes de prevenir e tratar doenças. Dentro desse grupo de fenóis, pode-se encontrar taninos, flavonoides e antocianinas, por exemplo, que atuam na diminuição de radicais livres produzidos pelo organismo com o envelhecimento (FERRERA et al. 2016). Dessa forma, são apresentados na tabela 1, dados de fenóis totais, flavonoides e taninos totais encontrados na extração a quente e a frio da planta *I. paraguariensis* St. Hill.

Tabela 1. Valores médios de fenóis totais, flavonoides e taninos totais entre amostras de *I. paraguariensis* St. Hill., em forma de chimarrão e tererê

	Fenóis totais µg EAG/mL Média ± DP*	Flavonoides mg/mL Média ± DP*	Taninos totais µg/mL Média
Chimarrão 1	489,92 ± 12,7 ^{ab}	5,48 ± 0,3 ^b	216,35 ^a
Chimarrão 2	504,45 ± 5,7 ^a	5,59 ± 0,8 ^b	242,56 ^a
Chimarrão 3	476,14 ± 13,5 ^b	9,04 ± 0,3 ^a	216,54 ^a
Tererê 1	244,30 ± 2,5 ^c	2,00 ± 0,04 ^d	112,86 ^b
Tererê 2	88,58 ± 2,0 ^d	0,48 ± 0,07 ^e	34,24 ^c
Tererê 3	94,70 ± 1,7 ^d	0,48 ± 0,02 ^e	41,51 ^c

Legenda: DP(*) = desvio padrão.

As letras semelhantes na coluna não apresentam diferença significativa de acordo com Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Na tabela 1, o chimarrão apresentou maior quantidade de compostos fenólicos totais em relação ao tererê, obtendo diferenças significativas ($p < 0,001$). Contudo, na comparação entre as amostras de chimarrão, a amostra 2 apresentou diferença significativa da amostra 3, e foi semelhante a amostra 1. E o tererê se destacou com a amostra 1, que obteve maior quantidade de compostos fenólicos que as amostras 2 e 3 que não se diferiram estatisticamente ($p < 0,001$).

Nessas análises, o chimarrão se diferiu do tererê apresentando maior quantidade de flavonoides com diferença significativa ($p < 0,001$). Dessa forma, nas análises entre as amostras, o chimarrão 3 apresenta diferença estatística significativa do chimarrão 1 e 2 que são semelhantes, não apresentando diferença significativa. Já a amostra de tererê 1 obteve diferença significativa das amostras 2 e 3 que foram semelhantes, não apresentando diferença estatística significativa.

Na avaliação de taninos, as amostras de chimarrão mostraram maior quantidade desse composto em relação ao tererê. No entanto, dentre as três amostras de chimarrão, não houve diferença significativa, ao passo que, entre as amostras de tererê, a amostra 1 foi a única que obteve diferença significativa com maiores valores médios. Apesar dos resultados de taninos totais serem consideráveis, os valores de taninos condensados obtiveram resultado zero, ou seja, nenhuma amostra gerou valores de taninos condensados neste teste. Portanto, o teste de taninos totais não distingue qual dos dois tipos de taninos as ervas tem, dessa forma podem ser ricas em taninos hidrolisáveis, mas pobres ou ausentes em condensados.

Em estudo realizado por Knapp et al. (2019) o total de compostos fenólicos encontrados em extratos de erva mate *I. paraguariensis* St. Hill., extraídos com solução de etanol e água 50:50 (v/v), na proporção de 4:20 (p/v), foi de $7,28 \pm 0,08$ mg EAG/g. E Fernandes et al. (2016), descreveram em suas pesquisas que a quantidade de compostos fenólicos encontrados em soluções contendo água:etanol 70:30 (vol/vol) foi de 6,01 mg/ EAG/g.

Contudo, Santos et al. (2014), encontraram valores de 6,83 a 7,89 g/L de EAG de fenóis totais na concentração de 10:100 (p/v) de extrato aquoso em chimarrão tradicional. Relata ainda que o tempo de contato do extrato com o solvente, a maceração e a temperatura, podem contribuir para a variação de compostos em cada amostra.

Segundo Furgeri et al. (2009), a utilização de irradiação gama associada ao reagente Folin-Cicateou em preparações de tererê para extração de compostos fenólicos, demonstra que há pequeno aumento nos valores de fenóis, resultando numa variação de 2,10 a 2,31 mg/mL (5-cafeoilquínico).

Nas análises propostas por Ferrera et al. (2016) para obtenção de resultados a respeito de flavonoides, o chimarrão foi submetido a extração com água: etanol 20:80 (v/v) e a quantidade de extrato foi de 1:50 (p/v) amostra: solvente. A partir disso, os valores resultantes foram de 30,91 a 286,04 mg ECA /L (equivalentes de catequinas).

Em outra análise de flavonoides, Bortoli et al. (2018) realizaram experimento com extração a temperaturas de 65°C e 75°C utilizando apenas água nas diluições na concentração de 7/100 (p/v). Obtiveram os valores em equivalentes de catequinas com o extrato a 65°C de 43,67 µg /mL e a 75°C de 40,89 µg /mL.

Já na proposta de Mateos et al. (2018), que extraíram com ácido clorídrico 2 N em metanol aquoso (50:50 v/v) flavonoides em amostras de *I. paraguariensis* St. Hill., estas foram submetidas a extração em temperatura ambiente com tempo de contato de 1 hora. Encontraram valores em quatro marcas distintas de erva mate para chimarrão, variando de 6,942± 0.166mg /g matéria seca a 8.313 ± 0.330 mg /g matéria seca.

Há divergência entre os estudos o que pode ser atribuída a utilização de etanol na extração dos compostos fenólicos e flavonoides, sugerindo extração facilitada das substâncias presentes no extrato, como também o tempo de maceração que impôs o contato da erva com o etanol e água por, no mínimo, 10 minutos, tempo superior ao utilizado na pesquisa atual, além da granulometria, da sazonalidade, da cobertura do solo, do clima, da embalagem utilizada no armazenamento das amostras, visto que a embalagem de papel laminado impede a passagem de oxigênio, que pode ser o responsável por oxidar os fenólicos, bem como das absorvâncias distintas das utilizadas nesta pesquisa (GRATÃO e NASCIMENTO, 2016).

Comparando as duas formas de preparação da *I. paraguariensis* St. Hill., chimarrão e tererê no estudo de Da Silveira et al. (2017) em que foi utilizado extrações aquosas exaustivas pelo método de HPLC (cromatografia líquida de alta eficiência) acoplado a análise de cromatografia líquida com espectrômetro de massa (LC-MS) a quantidade de flavonoides encontrada no chimarrão na erva do tipo tradicional, a mesma utilizada no presente estudo, foi de 4.50 ± 0.21 mg/g valor inferior ao desta pesquisa. E para o tererê obtiveram em média 4.65 ± 0.03, maior que a quantidade de flavonoides do chimarrão. Portanto é possível perceber que o tererê apresentou

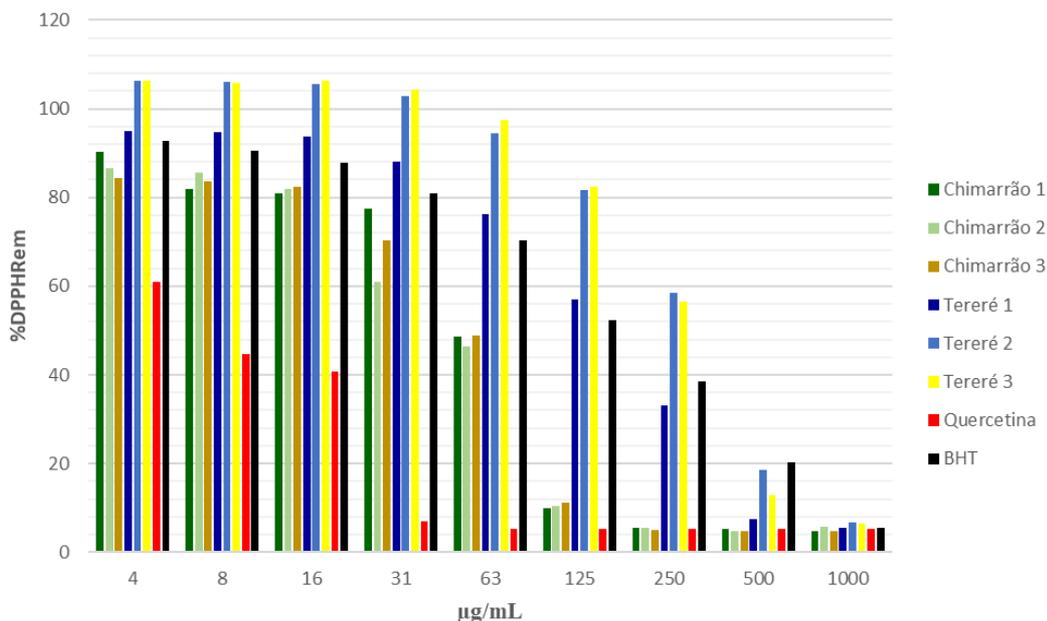
maior quantidade de compostos no teste deste estudo, tornando-se uma fonte importante de compostos fenólicos, visto o consumo da população.

Para a análise de taninos, não foram encontradas literaturas atuais comparáveis a presente pesquisa, sugerindo nenhum ou poucos estudos que levantem informações a respeito desse composto presente em quantidade considerável na *I. paraguariensis* St. Hill.

3.2 Análise da capacidade antioxidante do chimarrão e tererê

A avaliação de capacidade antioxidante de infusões é visada devido as propriedades e benefícios encontrados nessas bebidas consumidas pela população. Dessa forma, o método mais utilizado para determinar essa capacidade é a atividade sequestradora do radical DPPH, por ser mais rápido, sensível e ser mais utilizado pela comunidade científica. A coloração resultante da reação com os compostos antioxidantes é amarelada e a interpretação do resultado é avaliada de acordo com a porcentagem de radical remanescente na solução que chama-se DPPHrem (MORAES-DE-SOUZA et al. 2011). Sendo assim, os valores encontrados nesse estudo são expressos na figura 1.

Figura 1. Quantidade remanescente de DPPH após extração por bebidas comerciais de *I. paraguariensis* St. Hill., na forma de chimarrão e tererê comparadas a Quercetina e BHT



Legenda: Na %DPPHrem estão descritas as porcentagens do radical que ficaram após extração das amostras e padrões e em $\mu\text{g/mL}$ as concentrações utilizadas para as amostras e padrões.

Analisando a média das concentrações, as amostras tiveram atividade antioxidante significativamente inferior ao padrão Quercetina. Porém ao analisar as diferentes concentrações usadas no método, vemos que, somente na concentração de $125 \mu\text{g/mL}$, as amostras de chimarrão se assemelharam, de acordo com a figura 1, ao poder antioxidante do padrão quercetina. Já com o tererê, na concentração de $500 \mu\text{g/mL}$ as amostras alcançaram o poder antioxidante equiparado a quercetina.

Com relação ao padrão di-terc-butil-hidroxitolueno (BHT), nenhuma das amostras apresenta diferença significativa, seja as de chimarrão ou as de tererê, entre as suas diferentes concentrações, concluindo que estas são semelhantes ao antioxidante sintético.

Contudo, todas as amostras de chimarrão se diferiram do tererê 2 e 3 sendo significativa até a concentração de $250 \mu\text{g/mL}$ ($p < 0,001$), mas se igualando nas concentrações de 500 a $1000 \mu\text{g/mL}$. Portanto, em geral, o chimarrão mostrou capacidade antioxidante superior a encontrada no tererê em menores concentrações, mas nas maiores concentrações de 250 , 500 e $1000 \mu\text{g/mL}$ ambos tiveram atividade antioxidante semelhante.

Na tabela 2 encontram-se valores referentes a concentração eficiente (CE_{50}) que é a parcela necessária para neutralizar 50% da oxidação do substrato obtido pela curva contendo pelo menos cinco níveis de concentração para cada infusão. Quanto menor o CE_{50} melhor é a atividade antioxidante do extrato avaliado, ou seja, a concentração que pode capturar 50% do Dpph (MORAES-DE-SOUZA et al., 2011).

Tabela 2. Análise da CE_{50} em preparações de chimarrão e tererê de *I. paraguariensis* St. Hiil.

Extratos	Chimarrão 1	Chimarrão 2	Chimarrão 3	Tererê 1	Tererê 2	Tererê 3
Concentrações $\mu\text{g/mL}$	54,62	48,28	52,95	160,36	294,43	285,92

Legenda: Concentrações eficientes que neutralizam 50% do DPPH.

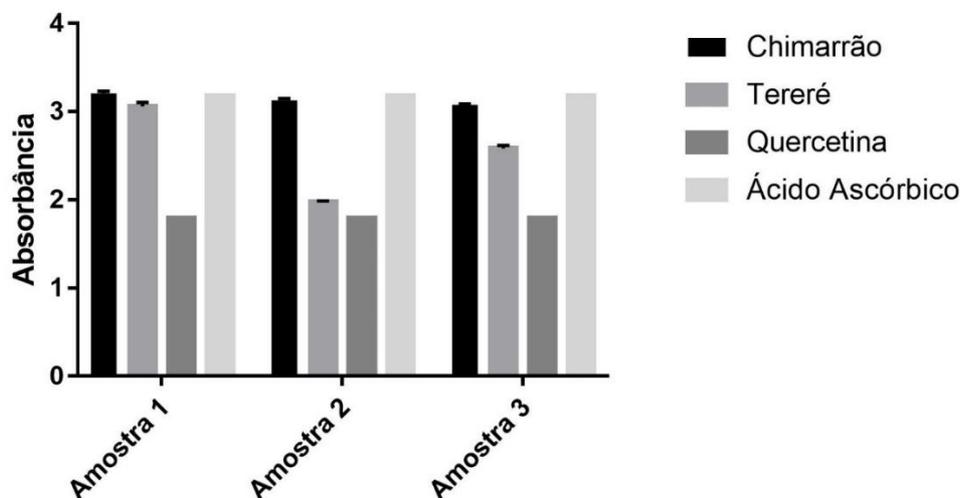
Sobretudo, no extrato de chimarrão, a amostra 2 obteve a maior capacidade antioxidante, ao passo que das amostras de tererê, a primeira mostrou maior poder em oxidar o radical livre. No entanto, comparando ambos extratos, a amostra de chimarrão que obteve menor capacidade antioxidante foi a de chimarrão 1, sendo que o menor valor de tererê não se aproximou do maior valor de chimarrão.

A capacidade antioxidante da *I. paraguariensis* St. Hill. está totalmente associada ao número de compostos fenólicos. Dessa forma, os valores são dependentes e de acordo com a condição avaliada podem oscilar, apresentando números altos ou baixos (RIACHI et al. 2018).

Contudo nas análises realizadas por Riachi et al. (2018) os extratos aquosos de chimarrão tiveram a adição de 2 g de folhas de amostra e 100 mL de água fervida para todas as amostras. Nessa solução, foram encontrados valores de % inibida de DPPH de 11 a 98%.

Além disso, Correa et al. (2017) apontam comparações da atividade antioxidante entre o tererê e o chimarrão, utilizando 1,5 L de água a 80°C e 10°C para chimarrão e tererê, respectivamente e 85g de extrato, onde foi evidenciada a capacidade que o chimarrão tem em ser superior ao tererê, da mesma forma como é visto no presente trabalho.

Figura 2. Análise do poder redutor antioxidante de amostras de *I. paraguariensis* St. Hill. em forma de chimarrão e tererê comparadas aos padrões quercetina e ácido ascórbico



Todas as amostras de chimarrão se diferiram do padrão quercetina mostrando maior poder redutor antioxidante ($p < 0.001$). E em relação ao ácido ascórbico, o chimarrão 1 e 2 apresentaram poder redutor semelhante de 97,31 e 102,88 %, respectivamente.

Na comparação com os padrões quercetina e ácido ascórbico todas as amostras de tererê tiveram diferença significativa ($p < 0,001$). Na comparação entre as amostras de tererê, todas apresentaram diferença significativa ($p < 0,001$), porém a amostra 1 foi a que apresentou maior poder redutor, seguida da amostra 3 e 2. Os resultados também mostram que a amostra 2 de chimarrão e tererê apresentam a maior diferença entre si, evidenciando maior capacidade antioxidante do chimarrão.

Resultados semelhantes foram encontrados por Mateos et al. (2018) em análise pelo método Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP), utilizando a mesma diluição citada anteriormente, com valores de 711-820 $\mu\text{mol TE/g}$ (equivalentes de trolox) para o chimarrão, mostrando sua grande capacidade antioxidante em relação a alimentos como cacau e suco de laranja.

Contudo, nas análises dos artigos pesquisados, não foram encontrados estudos sobre o tererê utilizando as mesmas metodologias deste trabalho, fator que dificultou a exposição de dados. Além disso, em relação aos demais testes, a comparação de dados é dificultada pela diferença de metodologias e pelas unidades de medidas dos resultados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, é possível concluir que o chimarrão foi a bebida que obteve maior quantidade de fenóis totais, flavonoides, taninos totais e potencial antioxidante comparado ao tererê, no entanto, o tererê apresenta valores consideráveis também, evidenciando que ambas bebidas podem fazer parte da ingestão habitual e que trazem valor nutricional a alimentação dos consumidores. Além disso, a pesquisa evidenciou a capacidade da água como bom agente extrator de substâncias

REFERÊNCIAS

AMORIM, E. L. C.; NASCIMENTO, J. E.; MONTEIRO, J. M.; PEIXOTO-SOBRINHO, T. J. S.; ARAÚJO, T. A. S.; ALBUQUERQUE, U. P. A simple and accurate procedure for the determination of tannin and flavonoid levels and some applications in ethnobotany and ethnopharmacology. *Funct. Ecosyst. Communities*, v. 2, p. 88–94, 2008.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC nº 277, de 22 de setembro de 2005. Aprova o “Regulamento Técnico Para Café, Cevada, Chá, Erva-Mate E Produtos Solúveis” D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005.**

BERKER, K. I.; GÜÇLÜ, K.; TOR, I.; DEMIRATA, B.; APAK, R. Total Antioxidant Capacity Assay Using Optimized Ferricyanide/Prussian Blue Method. *Food Analytical Methods*, v. 3, p. 154–168, 2010.

BONOLI, M.; VERARDO, V.; MARCONI, E.; CABONI, M. F. Antioxidant Phenols in Barley (*Hordeum vulgare* L.) Flour: Comparative Spectrophotometric Study among Extraction Methods of Free and Bound Phenolic Compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 52, p. 5195-5200, 2004.

BORTOLI, P. M. et al. *Ilex paraguariensis*: Potential antioxidant on aluminium toxicity, in an experimental model of Alzheimer’s disease. *Journal of Inorganic Biochemistry*, v. 181, n. September 2017, p. 104–110, 2018.

CORREA, V. G. et al. Effects of in vitro digestion and in vitro colonic fermentation on stability and functional properties of yerba mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) beverages. *Food Chemistry*, v. 237, p. 453–460, 2017.

DA SILVEIRA, T. F. F. et al. Chlorogenic acids and flavonoid extraction during the preparation of yerba mate based beverages. *Food Research International*, v. 102, n. September, p. 348–354, 2017.

DEWANTO, V.; WU, X.; ADOM, K. K.; LIU, R. H. Thermal Processing Enhances the Nutritional Value of Tomatoes by Increasing Total Antioxidant Activity. *J. Agric. Food Chem.* 2002, 50, 3010-3014;

FERNANDES, Ciro E.F.; KUHN, Fernanda, SCAPINELLO, Jaqueline; LAZAROTTO, Marcos; BOHN, Aline; BOLIGON, Aline A.; ATHAYDE, Margareth L. , ZANATTA, Monica S. ZANATTA, Leila; DAL MAGRO, Jacir; OLIVEIRA, J.Vladimir; CIRO E F, F. Phytochemical profile, antioxidant and hypolipemiant potential of *Ilex paraguariensis* fruit extracts. *Industrial crops and products*, v. v. 81, p. 8-146–2016 v.81, 2016.

FERRERA, T. S. et al. Substâncias fenólicas, flavonoides e capacidade antioxidante em erva-mate sob diferentes coberturas do solo e sombreamentos. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 18, n. 2, p. 588–596, 2016.

FURGERI, C. et al. Evaluation of phenolic compounds in maté (*Ilex paraguariensis*) processed by gamma radiation. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 78, n. 7–8, p. 639–641, 2009.

GERKE, I. B. B. et al. Clarification of crude extract of yerba mate (*Ilex paraguariensis*) by membrane processes: Analysis of fouling and loss of bioactive compounds. **Food and Bioproducts Processing**, v. 102, p. 204–212, 2017.

GRATÃO, Lúcia Helena, NASCIMENTO, Guilherme Nobre Lima. Preparo e extração de drogas vegetais. *In*: PEREIRA Renata Junqueira, NASCIMENTO Guilherme Nobre Lima, organizadores. **Compostos bioativos vegetais**. Ed. 1. Universidade Federal do Tocantins: Editora UFT; 2016. p. 61-70.

KNAPP, Mateus Antônio; SANTOS, David Fernando; PILATTI-RICCIO, Daniela, DEON, Vinícios Gonçalves; SANTOS, Gustavo Henrique Fidelis; PINTO, Vânia Zanella. Yerba mate extract in active starch films: Mechanical and antioxidant properties. *J Food Process Preserv.* [internet] 2019; Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jfpp.13897>. 2019

MARASCHIN, M. et al. Concentration of biologically active compounds extracted from *Ilex paraguariensis* St. Hil. by nanofiltration. **Food Chemistry**, v. 141, n. 1, p. 60–65, 2013.

MAGNABOSCO, Maria Teresa De Mello; LAZZAROTTO, Marcelo. Incorporação de polifenóis de erva-mate em amido de milho. 2014.

MATEOS, R. et al. Improved LC-MSn characterization of hydroxycinnamic acid derivatives and flavonols in different commercial mate (*Ilex paraguariensis*) brands. Quantification of polyphenols, methylxanthines, and antioxidant activity. **Food Chemistry**, v. 241, n. July 2017, p. 232–241, 2018.

MORAES-DE-SOUZA, R. A. et al. Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante de chás comercializados no Brasil. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 29, n. 2, p. 229–236, 2011.

NUNES, G. L.; MENEZES, C. R. DE. Microencapsulation by spray drying of bioactive compounds of yerba mate extract aqueous (*Ilex paraguariensis*) freeze conc. **Ciência e Natura**, v. 37, p. 18–29, 2015.

PEREIRA, R. J.; CARDOSO, M. G.; GOMES, M. S.; ANDRADE, M. A.; PEREIRA, R. J. Potencial Antioxidante de Frutos de Duas Espécies de Jambolão: *Syzygium cumini* (L.) Skeels e *Syzygium paniculatum* Gaertn. *Revista SPCNA – Sociedade Portuguesa de Ciência da Nutrição e Alimentação*, v. 18, n. 3, p. 63-70, 2012.

RIACHI, L. G. et al. Effect of light intensity and processing conditions on bioactive compounds in maté extracted from yerba mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.). **Food Chemistry**, v. 266, n. February, p. 317–322, 2018.

SANTOS, Kleber Alves Dos; FREITAS, Renato João Sossela De; RAPACCI, MÁRCIA. Polifenóis em chá de erva-mate. **Nutrição Brasil**, v. 3, n. 1, p. 47–50, jan. 2004.

KNAPP, M. A. et al. Yerba mate extract in active starch films: Mechanical and antioxidant properties. **Journal of Food Processing and Preservation**, n. December 2018, p. 1–12, 2019.

SANTOS, C. O. DOS et al. Caracterização, teor de polifenóis totais e atividade antioxidante em diferentes tipos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) para chimarrão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 73, n. 1, p. 77–86, 2015.

SANTOS, Kleber Alves; FREITAS; Renato João Sossela; RAPACCI, Márcia; WINTER Cristina Mara Guolo. Polifenóis em chá de erva-mate. *Nutrição Brasil*. Curitiba; janeiro de 2004;3(1):47–50.

SCHOFIELD, P.; MBUGUA, D. M.; PELL, A. N. Analysis of condensed tannins: a review. *Animal Feed Science and Technology*, 91 (2001) 21-40;

VIEIRA, M. A. et al. Análise de compostos fenólicos, metilxantinas, tanino e atividade antioxidante de resíduo do processamento da erva-mate: uma nova fonte potencial de antioxidantes. **2nd International Workshop Advances in Cleaner Production. Key elements for a sustainable world: energy, water and climate change.**, n. June 2016, p. 11, 2009.