



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE NUTRIÇÃO
COLEGIADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS



KRISTTIANN YURI COELHO

**EFEITO DO TEMPO DE ESTOCAGEM E EXPOSIÇÃO A
LUZ NO TEOR DE FENÓLICOS TOTAIS E NA
CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE CHÁS MATE E
BRANCO PRONTOS PARA BEBER**

Ouro Preto
Dezembro de 2020

KRISTTIANN YURI COELHO

**EFEITO DO TEMPO DE ESTOCAGEM E EXPOSIÇÃO A LUZ NO
TEOR DE FENÓLICOS TOTAIS E NA CAPACIDADE
ANTIOXIDANTE DE CHÁS MATE E BRANCO PRONTOS PARA
BEBER**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Helena Nasser Brumano

Co-orientadora: Prof.^a Dr.^a Priscila Cardoso Fidelis

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

C672e Coelho, Kristtiann Yuri .

Efeito do tempo de estocagem e exposição a luz no teor de fenólicos totais e na capacidade antioxidante de chás mate e branco prontos para beber. [manuscrito] / Kristtiann Yuri Coelho. - 2020.
25 f.: il.: gráf., tab..

Orientadora: Profa. Dra. Maria Helena Nasser Brumano.

Coorientadora: Profa. Dra. Priscila Cardoso Fidelis.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto.
Escola de Nutrição. Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos .

1. Bebidas - Armazenamento. 2. Polifenóis. 3. Antioxidantes. I.
Brumano, Maria Helena Nasser. II. Fidelis, Priscila Cardoso. III.
Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 612.392

Bibliotecário(a) Responsável: Sônia Marcelino - CRB6/2247



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
ESCOLA DE NUTRICAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS



FOLHA DE APROVAÇÃO

Kristiann Yuri Coelho

Efeito do tempo de estocagem e exposição a luz no teor de fenólicos totais e na capacidade antioxidante de chás mate e branco prontos para beber

Monografia apresentada ao Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Aprovada em 15 de dezembro de 2020

Membros da banca

Doutora - Maria Helena Nasser Brumano - Orientador(a)
Universidade Federal
de Ouro Preto

Doutora - Priscila Cardos Fidelis - Co-orientador
Universidade Federal
de Ouro Preto

Doutor - Erick Ornellas Neves -
Universidade Federal
de Ouro Preto

Maria Helena Nasser Brumano, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 17/01/2021



Documento assinado eletronicamente por **Maria Helena Nasser Brumano, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 23/03/2021, às 11:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0150252** e o código CRC **34D3DE82**.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente o a Deus, por permitir que eu possa concluir mais uma etapa em minha vida.

A minha família pela dedicação e esforços investidos em minha educação.

À Universidade Federal de Ouro Preto pelo ensino público gratuito e de qualidade.

Aos professores e funcionários do Departamento de Alimentos que de certa forma contribuíram para que a conclusão desta graduação fosse possível.

Às professoras Dr.^a Maria Helena Nasser Brumano e Dr.^a Priscila Cardoso Fidelis por todo o ensinamento, orientação, conselhos e paciência ao longo da nossa trajetória como equipe.

Ao meu amigo Adilson por ter também integrado a nossa equipe com grande dedicação.

Aos técnicos Michele, Bruno e Raphael pelas diversas contribuições no decorrer deste trabalho.

Por fim, muito obrigado a todos que contribuíram para que este trabalho fosse possível.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MATERIAIS E MÉTODOS	3
2.1 Materiais.....	3
2.2 Preparo dos chás pronto para consumo	3
2.3 Estudo de estabilidade.....	4
2.4 Determinação de fenólicos totais.....	4
2.5 Medida da capacidade antioxidante.....	4
2.6 Análise estatística	5
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	5
3.1 Fenólicos totais para as bebidas à base de chá mate na ausência e presença de luz	5
3.2 Fenólicos totais para as bebidas à base de chá branco na ausência e presença de luz	7
3.3 Capacidade antioxidante por FRAP para as bebidas à base de chá mate na ausência e presença de luz	10
3.4 Capacidade antioxidante por FRAP para as bebidas à base de chá branco na ausência e presença de luz	11
3.5 Capacidade antioxidante por ABTS para bebidas à base de chá mate ..	14
3.6 Capacidade antioxidante por ABTS para bebidas à base de chá branco	16
4. CONCLUSÕES.....	18
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21

TABELAS

Tabela 1.....	19
---------------	----

FIGURAS

Figura 1.....	12
Figura 2.....	14
Figura 3.....	16
Figura 4.....	18
Figura 5.....	20
Figura 6.....	22

RESUMO

Os chás contêm quantidades elevadas de compostos bioativos com propriedades antioxidantes. Considerando o mercado promissor para os chás prontos para beber, o objetivo desse trabalho foi desenvolver bebidas empregando extratos de folhas de chás mate e branco, e avaliar a estabilidade de fenólicos totais e capacidade antioxidante por ABTS e FRAP, ao longo de 8 semanas de armazenamento. Foram elaboradas seis formulações de chás (80% v/v de extrato, 6% m/v de açúcar) com e sem adição de sucos de limão ou pêssego. As bebidas foram armazenadas no escuro, em frascos âmbar, ou expostas à radiação emitida por lâmpadas LED, em vidros transparentes, em temperatura ambiente. O teor de fenólicos totais de todas as formulações, mantidas no escuro, permaneceu estável ao longo do armazenamento; porém, foi detectada queda de 20,5% para esses compostos, nas formulações de chá branco, expostas à luz, a partir de 42 dias de armazenamento. Houve um decréscimo significativo ($p < 0,05$) na capacidade antioxidante avaliada por FRAP, para todas as formulações de chá, a partir de 2 semanas de armazenamento, tanto na ausência quanto na presença de luz, mostrando que os fenólicos avaliados nas formulações, foram responsáveis por manter essa capacidade antioxidante, apenas por 2 semanas de armazenamento. Porém, à exceção das formulações de chá branco expostas à luz, os resultados de ABTS mostraram manutenção da capacidade antioxidante para todas as formulações dos chás na presença e ausência de luz, indicando que a captura do radical livre de ABTS esteve associada aos fenólicos durante o armazenamento. Os resultados mostram que os chás prontos para beber formulados com mate, mesmo que envasados em embalagem âmbar não foram estáveis com relação ao potencial de redução de ferro, contudo preservou o conteúdo de fenólicos totais e a capacidade antioxidante detectada por ABTS. No caso das formulações à base de chá branco, é essencial o envase em frascos âmbar, visando preservar tanto os compostos fenólicos quanto à capacidade antioxidante por FRAP. Porém, para a manutenção dessa capacidade antioxidante, o tempo de armazenamento, na temperatura ambiente, deve ser de no máximo duas semanas.

Palavras-chave: *armazenamento; chás; polifenóis; capacidade antioxidante.*

1. INTRODUÇÃO

O chá é a segunda bebida mais consumida no mundo, e um aumento nesse consumo tem sido observado na última década (DA SILVEIRA; MEINHART; DE SOUZA; CUNHA *et al.*, 2017). O chá-mate é uma bebida obtida pela infusão das folhas e ramos da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) após o processo de torrefação, e o mais popular no Brasil devido a suas propriedades sensoriais (BARBOZA; CAZAL, 2018; HECK; DE MEJIA, 2007). Além disso, a erva-mate está ganhando uma rápida introdução no mercado mundial devido às suas propriedades nutricionais e medicinais, tendo sido considerada como um alimento funcional (BRACESCO; SANCHEZ; CONTRERAS; MENINI *et al.*, 2011; CARDOZO JUNIOR; MORAND, 2016; FRIZON; PERUSSELLO; STURION; HOFFMANN-RIBANI, 2018), devido a seu alto teor de componentes bioativos, especificamente metilxantinas e polifenóis (MATEOS; BAEZA; SARRIÁ; BRAVO, 2018).

A partir das partes tenras da espécie *Camelia sinensis*, obtém-se diferentes tipos de chá, como o chá branco, verde, oolong e preto; com uma variação no grau de fermentação/oxidação, sendo o branco o menos fermentado e o preto o mais oxidado (KOSIŃSKA; ANDLAUER, 2014). O chá branco é muito apreciado na Ásia, mas menos conhecido nas comunidades ocidentais (ALMAJANO; CARBÓ; JIMÉNEZ; GORDON, 2008).

Existem mais estudos abordando as propriedades antioxidantes dos chás preto, verde e oolong, porém, informações limitadas estão disponíveis sobre o chá branco. Devido ao menor grau de oxidação, o chá branco, assim como o chá verde, apresenta maior amargor e seria sensorialmente menos atrativo. No entanto, vários estudos mostram que a capacidade antioxidante do chá branco se mostrou semelhante e até mesmo superior à do chá verde (PASTORIZA; MESÍAS; CABRERA; RUFÍAN-HENARES, 2017), apontando o grande potencial atribuído ao consumo desse chá em relação aos benefícios à saúde.

Os chás prontos para beber, vem sendo produzidos por diversas empresas, em formulações simples ou mistas, com grande aceitação pelos consumidores (PACKAGEDFACTS, 2016). Essa aceitação inclui tanto a praticidade de consumo desses produtos, quanto os efeitos positivos associados aos chás, como propriedades neuro protetoras, antidiabéticas e anti-

inflamatórias (ALMAJANO; CARBÓ; JIMÉNEZ; GORDON, 2008; RODRIGUES; OLIVEIRA; NEVES; OVELHEIRO *et al.*, 2019; RODRIGUES; NEVES; MARTINS; RAUTER *et al.*, 2016), tratamento alternativo para alterações metabólicas relacionadas à obesidade (GAMBOA-GÓMEZ; ROCHA-GUZMÁN; GALLEGOS-INFANTE; MORENO-JIMÉNEZ *et al.*, 2015; ROCHA; CASAGRANDE; MODEL; DOS SANTOS *et al.*, 2018), dentre outros. A funcionalidade para o chá mate tem sido relatada *in vitro* como alto potencial anti-inflamatório (ROMANA-SOUZA; PIRES; MONTE-ALTO-COSTA, 2015) e *in vivo* na melhora da obesidade (CHOI; PARK; KIM; KIM *et al.*, 2017; KIM; OH; KIM; CHAE *et al.*, 2015) e doenças cardíacas (CAHUÊ; NASCIMENTO; BARCELLOS; SALERNO, 2019). Uma bebida mista de chá mate e branco inibiu *in vitro* a lipoperoxidação e efeito antiproliferativo de células tumorais (SANTOS; DEOLINDO; HOFFMANN; CHAVES *et al.*, 2018).

Assim, à medida em que muitas bebidas de chás prontos para o consumo são introduzidas no mercado, é importante realizar estudos que verifiquem a associação entre tempo e condições de estocagem com a perda de compostos fenólicos e da capacidade antioxidante dessas bebidas, uma vez que essas são propriedades essenciais relacionadas aos benefícios desses produtos.

Além disso, a forma mais comum de embalar esses produtos é em garrafas de politereftalato de etileno (PET) transparentes comercializadas a temperatura ambiente, o que expõe a bebida à luz, podendo comprometer os bioativos antioxidantes presentes nessas bebidas.

Não foram encontrados estudos na literatura sobre a estabilidade de bebidas de chá branco e mate prontos para o consumo. Alguns estudos avaliaram a estabilidade desses compostos nas folhas secas desses chás, armazenadas por períodos diversos. XU; CHEN e WANG (2019) observaram um decréscimo na capacidade antioxidante de folhas desidratadas de chá branco estocadas durante 1; 3 e 5 anos. HAZRA; DASGUPTA; SENGUPTA; SAHA *et al.* (2020) também relatam perda na estabilidade de fenólicos totais e capacidade antioxidante de folhas de chá branco ao longo de um ano de estocagem. Com relação a bebidas à base de chá, MUNIANDY; SHORI e BABA (2016) estudaram a influência da adição de chá verde, branco e preto sobre a capacidade antioxidante de um iogurte probiótico durante o armazenamento refrigerado, enquanto a estabilidade do flavonoide rutina foi avaliada por FRIZON;

PERUSSELLO; STURION; FRACASSO *et al.* (2015) em bebidas de chá mate com soja durante 180 dias de estocagem sob refrigeração.

Diante dessa limitação, no presente estudo bebidas prontas para beber foram elaboradas com sachês de folhas desidratadas de chá branco e mate, a fim de avaliar mudanças no conteúdo de fenólicos totais e na capacidade antioxidante dessas bebidas durante o armazenamento no claro e no escuro na temperatura ambiente. A estabilidade das formulações foi avaliada durante um período de 8 semanas de armazenamento no que diz respeito aos compostos fenólicos totais, e capacidade antioxidante empregando os métodos FRAP e ABTS.

Esse estudo pode auxiliar na definição do tempo e a melhor forma de acondicionar essas bebidas a fim de manter seu potencial bioativo durante a vida de prateleira sem prejuízo ao consumidor.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

Os reagentes ABTS (ácido 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico) e TPTZ (2,4,6-Tris(2-piridil)-s-triazina) foram adquiridos da Sigma-Aldrich® e o reagente de Folin-Ciocateu foi obtido da Dinâmica®. Todos os outros reagentes foram de grau analítico.

Os sachês de folhas de chá desidratadas, açúcar comercial, limão fresco e suco concentrado de pêsego foram comprados em mercados locais, no estado Minas Gerais (MG, Brasil).

2.2 Preparo dos chás pronto para consumo

Para o preparo do extrato aquoso de chá, 21,6 g do material foram pesados e misturados com 3000 mL de água potável fervente, seguido de leve agitação por 10 min. Em seguida a mistura foi transferida para filtro de papel número 02 e resfriada a temperatura ambiente.

Esse extrato foi utilizado para o preparo das diferentes formulações variando o tipo do chá, branco ou mate, com a adição ou não de suco de fruta (limão ou pêsego). Todas as formulações foram adicionadas com xarope de sacarose para atingir um teor final de sólidos solúveis de 7 °Brix e o pH foi

ajustado para 3,6 utilizando ácido cítrico 0,1 mol.L⁻¹. A concentração final do extrato de chá nas bebidas foi de 0,57% (m/v).

Ao final, foram obtidas seis formulações diferentes, sendo duas sem adição de suco, duas com sabor limão e duas com sabor pêssego, cada uma contendo extrato de chá branco ou preto.

Após a formulação, benzoato de sódio e sorbato de potássio a 0,05% (m/v) foram adicionados às bebidas de chá seguido por pasteurização a 85 °C por 60 s. Por fim, as bebidas foram envasadas a quente em garrafas esterilizadas.

2.3 Estudo de estabilidade

Metade de cada preparação foi embalada em frascos de vidro âmbar e armazenada no escuro; enquanto a outra parte foi envasada em frascos de vidro transparentes e exposta à luz LED, ambos a temperatura ambiente por oito semanas. No dia zero e a cada 2 semanas, três frascos de cada formulação armazenados em diferentes condições foram avaliados em triplicata quanto ao conteúdo fenólico total e capacidade antioxidante por FRAP e ABTS.

2.4 Determinação de fenólicos totais

O teor total de fenólicos (TPC) foi determinado de acordo com SINGLETON e ROSSI (1965). As amostras das bebidas devidamente diluídas foram misturadas com 2,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu (10% v/v) e 2 mL de solução de carbonato de sódio (2% m/v). A mistura foi agitada e mantida à temperatura ambiente durante 1 h no escuro. A absorbância foi medida em 750 nm usando um espectrofotômetro digital UV-vis (Global Analyzer Modelo GTA 97, São Paulo, Brasil). Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico equivalente (mg AGE.mL⁻¹) de chá para bebida, usando uma curva de calibração de seis pontos (43, 85, 128, 170, 213 e 255 mg.mL⁻¹).

2.5 Medida da capacidade antioxidante

Para a determinação da capacidade de eliminação de radicais livres de cátions (ABTS•+) foi empregada a metodologia descrita por RE; PELLEGRINI; PROTEGGENTE; PANNALA et al. (1999). Para ativação do radical livre, 7 µmol.L⁻¹ de ABTS foram misturados a 2,45 µmol.L⁻¹ de persulfato de potássio

por 16 h, no escuro, em temperatura ambiente. A redução da absorbância em 754 nm (absorbância inicial = $0,700 \pm 0,020$) na presença das amostras foi medida após 7 min. Para a construção da curva de calibração, Trolox (13, 25, 75, 125, 175 e 225 mg.mL⁻¹) foi usado como antioxidante padrão e a capacidade antioxidante equivalente de Trolox (TEAC) expressa em mg Trolox.mL⁻¹ de bebida.

O ensaio do poder antioxidante redutor do ferro (FRAP) foi efetuado empregando o método de BENZIE e STRAIN (1996) com pequenas modificações. O reagente FRAP foi gerado pela reação de 2,1 mL de TPTZ 10 mmol.L⁻¹ com 2,1 mL de cloreto férrico 20 mmol.L⁻¹ na presença de 25 mL de tampão acetato 0,3 mol.L⁻¹. Após ativação, 3,6 mL do reagente FRAP foi adicionado a um volume de 0,4 mL das amostras de bebidas, devidamente diluídas, seguido de incubação a 37 ° C por 30 min. A absorbância da mistura de reação foi medida a 595 nm, usando como branco o reagente FRAP adicionado de água destilada. Para a calibração foi utilizado o Trolox (25, 50, 100, 150, 200 e 250 mg.mL⁻¹) e o TEAC expresso em mg Trolox.mL⁻¹ de bebida.

2.6 Análise estatística

Os valores calculados foram exibidos como média \pm desvio padrão. A comparação entre as respostas foi avaliada por meio de um teste de Tukey, após a execução da análise de variância (ANOVA). Probabilidades menores que 0,05 foram consideradas ao rejeitar a hipótese nula. O software R foi utilizado para realização das análises.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Fenólicos totais para as bebidas à base de chá mate na ausência e presença de luz

As Figuras 1a e 1b mostram os resultados para fenólicos totais nas bebidas de chá mate, ao longo de 8 semanas de armazenamento na ausência e na presença de luz, respectivamente.

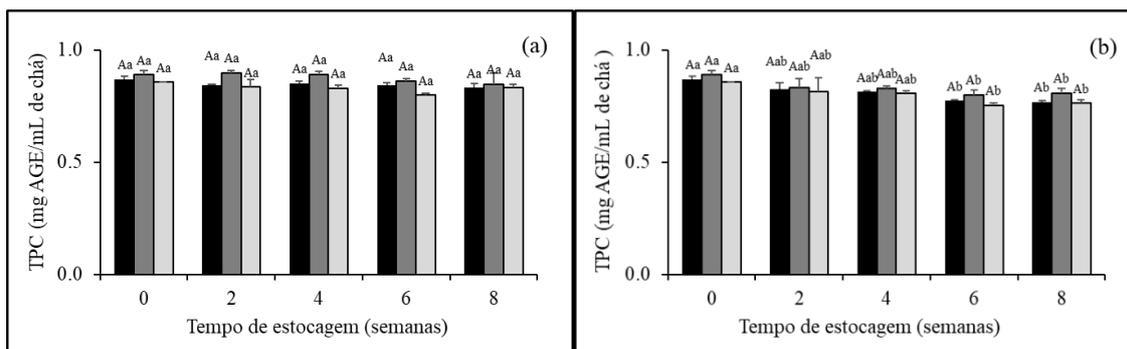


Figura 1: Fenólicos totais na bebida de chá mate na ausência (a) e na presença (b) de luz ao longo do armazenamento, para os sabores Natural (■), Limão (▒) e Pêssego (□). Diferentes letras maiúsculas e minúsculas representam diferença significativa ($p < 0,05$) entre sabores de chá e ao longo do período de armazenamento, respectivamente.

Os valores iniciais de fenólicos variaram de 0,86 a 0,89 mg AGE.mL⁻¹ de bebida, e não houve diferença estatística ($p > 0,05$) entre os sabores empregados. Outros estudos avaliaram as concentrações de fenólicos totais em diferentes tipos de amostras de chá mate. Bravo et al. (2007), encontraram o valor de 0,74 mg AGE.mL⁻¹ de chá na infusão de 1,0 g de mate em 100 mL de água por 5 min; SANTOS; DEOLINDO; HOFFMANN; CHAVES *et al.* (2018) reportaram 0,92 mg AGE.mL⁻¹ em uma infusão empregando 2,0 g por 100 mL durante 10 min e RODRIGUES; DA SILVA; DOS SANTOS; ZIELINSKI *et al.* (2015) encontraram 0,88 mg AGE.mL⁻¹ de chá na infusão de 2,0 g de mate em 100 mL CAZAL (2019) relata um valor de 1,54 mg AGE.mL⁻¹ na infusão aquosa de sachê de mate (0,8 g.100 mL⁻¹) a 96 °C por 10 min. Considerando que as bebidas de mate formuladas no presente estudo possuem 0,57 g de extrato em 100 mL, uma concentração inferior às infusões, e que ainda passaram pelo processo de pasteurização, pode-se equiparar em termos de fenólicos totais, os chás prontos para beber às infusões recém-preparadas.

Teores inferiores de fenólicos totais em extratos aquosos de chá mate foram encontrados na literatura (BASSANI; NUNES; GRANATO, 2014; MORAES-DE-SOUZA; OLDONI; CABRAL; DE ALENCAR, 2011; MORAES-DE-SOUZA; OLDONI; REGITANO-D'ARCE; ALENCAR, 2008; ZIELINSKI; HAMINIUK; ALBERTI; NOGUEIRA *et al.*, 2014), empregando uma relação massa de soluto/água próxima ou superior àquela utilizada em nosso estudo, e com binômios tempo/temperatura de extração semelhantes aos trabalhos supra relatados. Esses resultados exemplificam como as diferentes condições de

preparo das infusões podem influenciar na quantidade de fenólicos totais extraídos, além de variações nas matérias-primas (condições de cultivo e colheita), condições de processamento e estocagem, que também afetam a composição fitoquímica e a concentração desses compostos nos chás e, portanto a qualidade do produto disponível ao consumidor (CHANG; LIN; CHANG; HUANG *et al.*, 2020; HECK; SCHMALKO; GONZALEZ DE MEJIA, 2008; RIACHI; SIMAS; COELHO; MARCELLINI *et al.*, 2018; ZIELINSKI; HAMINIUK; ALBERTI; NOGUEIRA *et al.*, 2014).

Não houve redução significativa ($p < 0,05$) nos teores de fenólicos para as formulações mantidas no escuro, ao longo do período de armazenamento, mostrando estabilidade desses compostos para essa condição.

Para as formulações dos chás expostos à luz (Figura 1b), observa-se que o perfil exibido de teores de compostos fenólicos, ao longo das 8 semanas, segue o mesmo comportamento para as três diferentes formulações dos chás mate, não havendo diferença estatística entre elas ($p > 0,05$). Ao final do tempo de estocagem houve redução de 4,3; 4,0 e 2,5% nas concentrações de fenólicos para as bebidas sabor natural, limão e pêsego, respectivamente. É interessante notar que a exposição à luz não levou à perda expressiva na quantidade de fenólicos totais, no período avaliado, o que é um resultado bastante promissor para os chás mate prontos para consumo, comercializados em garrafas transparentes.

3.2 Fenólicos totais para as bebidas à base de chá branco na ausência e presença de luz

Com relação ao chá branco, os resultados para as formulações na ausência e presença de luz, estão apresentados nas Figuras 2a e 2b, respectivamente.

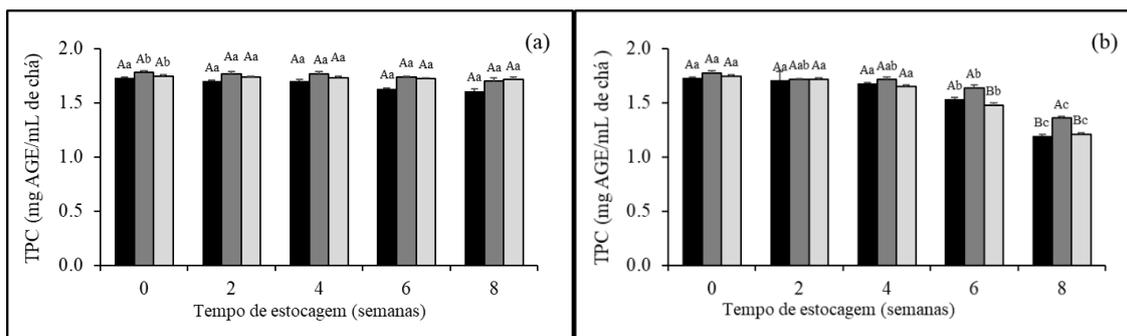


Figura 2: Fenólicos totais na bebida de chá branco na ausência (a) e na presença (b) de luz ao longo do armazenamento, para os sabores Natural (■), Limão (▒) e Pêssego (□). Diferentes letras maiúsculas e minúsculas representam diferença significativa ($p < 0,05$) entre sabores de chá e ao longo do período de armazenamento, respectivamente.

Os valores de fenólicos totais das formulações à base de chá branco, no tempo zero de armazenamento, variaram de 1,73 a 1,78 mg AGE.mL⁻¹ de chá, e são superiores aos teores reportados por RUSAK; KOMES; LIKIĆ; HORŽIĆ *et al.* (2008) e NAKAMURA; SILVA; DA SILVA; DE SOUZA *et al.* (2013) de 1,0 e 0,92 mg AGE.mL⁻¹, em infusões aquosas com concentrações de 1,0 e 0,64 g de folhas em 100 mL, respectivamente.

ZIELINSKI; GRANATO; ALBERTI; NOGUEIRA *et al.* (2015) encontraram um valor de 2,25 mg AGE.mL⁻¹ para infusão aquosa de chá branco, preparada na proporção de 2 g.100 mL⁻¹ e SANTOS; DEOLINDO; HOFFMANN; CHAVES *et al.* (2018) reportaram 1,29 mg AGE.mL⁻¹ em extrato aquoso de chá branco nas mesmas proporções massa de soluto/água. XU; CHEN e WANG (2019) prepararam um extrato aquoso aproveitando o resíduo das folhas de chá branco retido no filtro e obtiveram um teor de fenólicos de 1,98 mg AGE.mL⁻¹ em uma concentração final de 1,0 g.100mL⁻¹. Avaliando as bebidas de chá branco preparadas no presente estudo com concentração final de extrato de 0,57 g.100 mL⁻¹, os teores de fenólicos de 1,73 a 1,78 mg AGE.mL⁻¹, são bastante expressivos e podem oferecer benefícios semelhantes às infusões de chá branco reportadas.

Os valores de fenólicos encontrados nas formulações de chá branco foram superiores aos teores desses compostos no chá mate (Figura 1a). Esses resultados corroboram com outros estudos empregando extratos aquosos desses chás (NAKAMURA; SILVA; DA SILVA; DE SOUZA *et al.*, 2013; OH; JO; CHO; KIM *et al.*, 2013; RODRIGUES; DA SILVA; DOS SANTOS; ZIELINSKI *et*

al., 2015; SANTOS; DEOLINDO; HOFFMANN; CHAVES *et al.*, 2018; ZIELINSKI; HAMINIUK; ALBERTI; NOGUEIRA *et al.*, 2014).

Vale ressaltar que esses chás se originam de ervas de diferentes origens botânicas, enquanto o chá branco pertence à espécie *Camelia sinensis*, o chá mate é da espécie *Ilex paraguariensis*. Além disso, os métodos empregados com a matéria-prima para obtenção do chá mate são diferentes em relação ao chá branco. No chá branco, os brotos jovens da *C. sinensis* são colhidos e protegidos da luz solar para evitar a degradação de polifenóis obtendo um chá levemente fermentado (HAZRA; DASGUPTA; SENGUPTA; SAHA *et al.*, 2020; SANTOS; DEOLINDO; HOFFMANN; CHAVES *et al.*, 2018). Para o chá mate, as folhas passam pelo sapeco (temperaturas elevadas) para inativar as enzimas oxidativas, seguido de secagem e torrefação (BERTÉ; RODRIGUEZ-AMAYA; HOFFMANN-RIBANI; JUNIOR, 2014; ESMELINDRO; TONIAZZO; WACZUK; DARIVA *et al.*, 2002).

O comportamento de fenólicos totais para as três formulações de chá branco na ausência de luz foi similar aquele observado para as formulações empregando extrato de chá mate armazenado no escuro (Figura 1a), ou seja, não houve perda significativa ($p < 0,05$) desses compostos ao longo do tempo de estocagem.

No entanto, para as formulações contendo extratos de chá branco, submetidos à presença de luz, foi detectado um decréscimo significativo de 31; 24 e 31% nos teores de fenólicos, para sabores natural, limão e pêsego, respectivamente ao final do tempo de armazenamento (Figura 2b). Uma diferente resposta foi obtida para as bebidas preparadas com extrato de chá mate (Figura 1b), onde a perda nos teores de compostos fenólicos foi de oito a dez vezes menor ao final do período de estocagem. Esse resultado sugere que a composição química dos fenólicos presentes no chá branco é mais sensível à presença de luz e, portanto, bebidas comercialmente elaboradas com esse chá devem ser envasadas em frascos âmbar ou opacos, para proteção desses compostos, no caso de armazenamento superior a seis semanas.

Os principais fenólicos presentes nas folhas do chá branco da *Camelia sinenses* são as epigalocatequina galato (EGCG) e as epigalocatequina (ECG) (DAMIANI; BACCHETTI; PADELLA; TIANO *et al.*, 2014; KARORI; WACHIRA; WANYOKO; NGURE, 2007) enquanto que na *Ilex paraguarienses* derivados do

ácido hidroxicinâmico (ácido clorogênico) e flavonoides compreendem 90% e 10% dos fenóis do mate, respectivamente (MATEOS; BAEZA; SARRIÁ; BRAVO, 2018). Assim, pode-se pressupor que as catequinas presentes nas formulações com chá branco que inicialmente reagiram com o Folin-Ciocalteu, sofreram um decréscimo maior ao longo do armazenamento na presença da luz LED quando comparado às espécies derivadas do ácido hidroxicinâmico, conferindo uma maior estabilidade às formulações de chá mate.

3.3 Capacidade antioxidante por FRAP para as bebidas à base de chá mate na ausência e presença de luz

O efeito do tempo de armazenamento nos valores da capacidade antioxidante das bebidas de chá mate avaliada por FRAP, na ausência (a) e presença (b) de luz, estão apresentados na Figura 3.

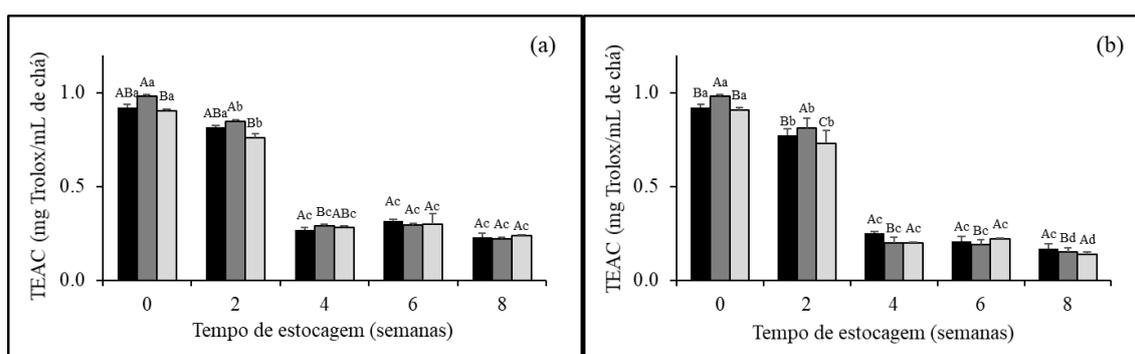


Figura 3: Capacidade antioxidante medida por FRAP nas bebidas de chá mate na ausência (a) e na presença (b) de luz ao longo do armazenamento, para os sabores Natural (■), Limão (▒) e Pêssego (□). Diferentes letras maiúsculas e minúsculas representam diferença significativa ($p < 0,05$) entre sabores de chá e ao longo do período de armazenamento, respectivamente.

Os valores para a capacidade antioxidante inicial dessas formulações variaram de 0,91 a 0,98 mg Trolox.mL⁻¹ de chá. ZIELINSKI; HAMINIUK; ALBERTI; NOGUEIRA *et al.* (2014) encontraram 1,27 mg Trolox.mL⁻¹ em infusões de 2,0 g de folhas de chá mate para 100 mL de água. BRAVO; GOYA e LECUMBERRI (2007) reportam 1,93 mg Trolox.mL⁻¹ de infusão de 1 g de chá para 100 mL de água. Esses valores para capacidade antioxidante são comparáveis aos reportados nesse estudo, considerando a origem e forma de apresentação das matérias-primas (sachês ou folhas secas), além das diferentes

razões massa/soluto, encontradas nas infusões e nas bebidas prontas para beber.

O perfil de decréscimo da capacidade antioxidante exibido pelas formulações dos chás seguiu a mesma tendência tanto na ausência ou presença de luz, ou seja, todos apresentaram uma queda a partir de duas semanas de estocagem.

Foi possível notar um decréscimo significativo ($p < 0,05$) para todas as formulações ao longo do período de estocagem, com uma queda expressiva de mais de 70% dos valores iniciais na quarta semana de armazenamento.

É interessante notar que os compostos fenólicos das formulações do chá mate se mantiveram estáveis ao longo de todo o tempo de armazenamento (Figuras 1a e 1b) enquanto as capacidades antioxidantes apresentaram decréscimo de cerca de 72% e 82% em relação aos valores iniciais, na ausência e presença de luz, respectivamente. Portanto, é possível sugerir que os compostos responsáveis pela capacidade antioxidante detectada por FRAP a partir de duas semanas de armazenamento não correspondem aos fenólicos totais que foram doseados pelo reativo de Folin-Ciocalteu, uma vez que a estabilidade oxidativa das bebidas de chá não foi assegurada pelos teores invariáveis de compostos fenólicos presentes por todo o período de armazenamento.

3.4 Capacidade antioxidante por FRAP para as bebidas à base de chá branco na ausência e presença de luz

A Figura 4 mostra os resultados obtidos para a capacidade antioxidante avaliada pelo método FRAP nas formulações de chás branco armazenados na ausência (a) e exposição (b) à luz.

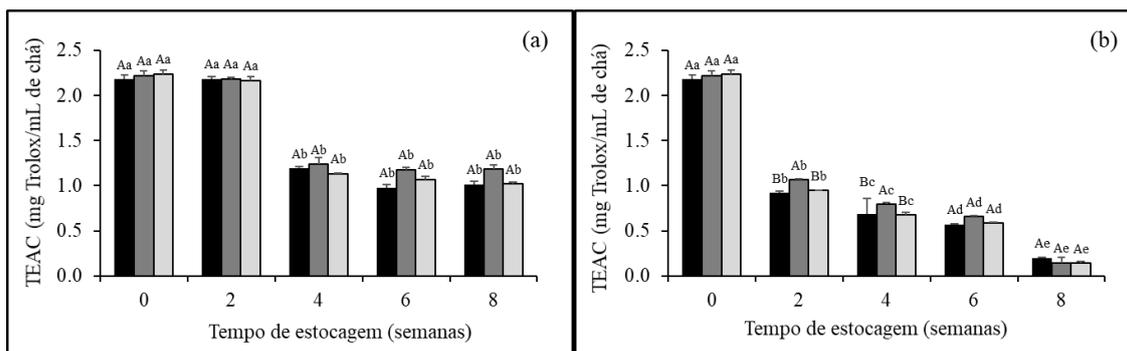


Figura 4: Capacidade antioxidante medida por FRAP nas bebidas de chá branco na ausência (a) e presença (b) de luz, ao longo do armazenamento, para os sabores Natural (■), Limão (▒) e Pêssego (□). Diferentes letras maiúsculas e minúsculas representam diferença significativa ($p < 0,05$) entre sabores de chá e ao longo do período de armazenamento, respectivamente.

No tempo zero de armazenamento, é possível observar que as três formulações de chás branco apresentaram valores similares de capacidade antioxidante (2,18 a 2,24 mg Trolox.mL⁻¹ de chá). ZIELINSKI; GRANATO; ALBERTI; NOGUEIRA *et al.* (2015) reportam um valor de 3,08 mg Trolox.mL⁻¹ para chá branco na relação massa/solvente de 2 g. 100 mL⁻¹ e JIMÉNEZ-ZAMORA; DELGADO-ANDRADE e RUFÍAN-HENARES (2016) encontraram um valor de 2,39 mg Trolox.mL⁻¹ de infusão de chá branco (1,34 g.100 mL⁻¹), resultados comparáveis aos encontrados nesse estudo, cujas formulações apresentam concentração inferior, ou seja, 0,57 g de extrato em 100 mL de bebida.

Os valores de capacidade antioxidante para as bebidas de chá branco são superiores àqueles encontrados para o chá mate, como já evidenciado por outros autores (DA SILVEIRA; MEINHART; DE SOUZA; CUNHA *et al.*, 2017; RODRIGUES; NEVES; MARTINS; RAUTER *et al.*, 2016; SANTOS; DEOLINDO; HOFFMANN; CHAVES *et al.*, 2018). O chá branco contém um alto teor de flavan-3-ol e taninos condensados, compostos com um grande número de grupos hidroxila presentes em sua estrutura química, o que explica o alto poder antioxidante (ARON; KENNEDY, 2008).

No entanto, se esses valores forem normalizados para o teor de fenólicos presentes nas amostras de ambos os chás, a capacidade antioxidante tende a se aproximar. A tabela 1, resume os valores encontrados após a normalização para as diferentes formulações.

Tabela 1. Valores de capacidade antioxidante média entre as bebidas de chá após o preparo e normalizada para o teor de fenólicos.

Formulações	Fenólicos totais (mg AGE.mL ⁻¹)	Capacidade antioxidante por FRAP	
		(mg Trolox.mL ⁻¹)	(mg Trolox/mg AGE)
Branco	1,78	2,24	1,26
Mate	0,87	0,98	1,13

A mesma analogia foi realizada por BRAVO; GOYA e LECUMBERRI (2007) ao comparar valores de capacidade antioxidante obtidos por FRAP entre infusões de chás mate, preto, verde, vinhos e suco de laranja com resultados semelhantes. CHANDRA e GONZALEZ DE MEJIA (2004) mostraram que o chá mate exibiu maiores valores de capacidade antioxidante que o chá verde, avaliada pelo método ORAC e normalizada pelo teor de fenólicos. Segundo esses autores, essa forma de expressar a capacidade antioxidativa é válida, desde que os teores de fenólicos se relacionem de forma direta com os valores da capacidade antioxidante, como foi evidenciado para as bebidas de chá mate (MATEOS; BAEZA; SARRIÁ; BRAVO, 2018; VALERGA; RETA; LANARI, 2012).

Portanto, as infusões de *Ilex paraguariensis* tão bem aceitas sensorialmente e largamente consumidas no Brasil e na América Latina, bem como bebidas prontas para beber formuladas com extratos dessas folhas, podem ser comparadas a infusões de *Camelia sinensis* (chá branco) uma vez que possui alta atividade antioxidante associada à presença de seus compostos fenólicos.

Para as bebidas de chá branco a queda na capacidade antioxidante foi de 47 a 50% na quarta semana de armazenamento, e, portanto, um decréscimo menor que aqueles exibidos pelas formulações contendo o chá mate (Figura 4a). Ainda, na ausência de luz, a capacidade de redução dos íons ferro para as amostras das bebidas se manteve durante o período no qual os teores de compostos fenólicos não sofreram nenhuma alteração (Figura 2a). Esses resultados sugerem que os fenólicos presentes nas formulações de chá branco, na ausência de luz seriam os responsáveis por manter a capacidade antioxidante por FRAP, durante 2 semanas de estocagem.

Quando as bebidas de chá branco foram expostas à luz, foi observada uma redução de 50% na capacidade antioxidante em 2 semanas de armazenamento (Figura 4b), ou seja, perda mais acelerada na capacidade oxidativa comparada às amostras mantidas no escuro. Esse rápido decréscimo demonstra uma maior sensibilidade à luz dos compostos fenólicos (EGCG e ECG) responsáveis por manter a capacidade de redução de íons ferro.

A queda na capacidade antioxidante, nas formulações submetidas à presença de luz, não correspondeu nem ao tempo e nem à proporção dos decréscimos observados nos teores de fenólicos, que ocorreram somente após 6 semanas de armazenamento e foi em torno de 30%, para as mesmas condições de armazenamento (Figura 2b). Esses resultados mostram que a partir de 4 semanas ao abrigo da luz e de 2 semanas expostas à luz, os fenólicos ainda podiam ser detectados nas formulações (Figuras 2a e 2b), porém, não garantiram a manutenção na capacidade antioxidante dessas bebidas.

A tendência de queda se manteve menor ao longo dos dias seguintes, com comportamento similar para todas as três bebidas de chá branco analisadas neste experimento. Ao final do período de armazenamento, foi observado que os valores de capacidade antioxidante dos chás reduziram drasticamente (queda de 91%) em relação aos valores iniciais, o que influencia diretamente no tempo de estocagem de chás prontos para consumo a base do extrato de chá branco em embalagens que permita o contato dos produtos com a luz.

CORDERO; CANALE; RIO e BICCHI (2009) avaliaram a influência do material de embalagem no tempo de meia vida de catequinas em bebidas prontas para beber e observaram maior decréscimo desses compostos nas bebidas comercializadas em garrafas de poliestireno seguido de garrafas de polietileno (PET). As catequinas presentes nas bebidas envasadas em latas de alumínio apresentaram maior meia vida devido a baixa permeabilidade ao ar e à luz UV dessas embalagens.

3.5 Capacidade antioxidante por ABTS para bebidas à base de chá mate

Na Figura 5 estão apresentados os resultados da capacidade antioxidante avaliada pelo método ABTS, para as bebidas de chá mate mantidas no escuro (a) ou expostas à luz (b).

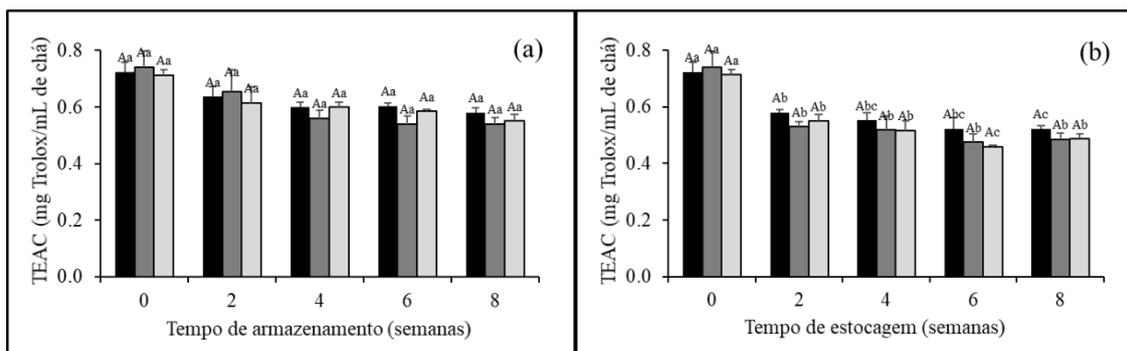


Figura 5: Capacidade antioxidante medida por ABTS nas bebidas de chá mate na ausência (a) e presença (b) de luz, ao longo do armazenamento, para os sabores Natural (■), Limão (▒) e Pêssego (□). Diferentes letras maiúsculas e minúsculas representam diferença significativa ($p < 0,05$) entre sabores de chá e ao longo do período de armazenamento, respectivamente.

Os valores iniciais da capacidade antioxidante variaram de 0,71 a 0,74 mg Trolox.mL⁻¹ de chá. RODRIGUES; DA SILVA; DOS SANTOS; ZIELINSKI *et al.* (2015) reportaram um valor de 1,82 mg Trolox.mL⁻¹ em infusão de 2,0 g de chá em 100 mL de água. Sendo a concentração final de extrato nas bebidas de 0,57 g para 100 mL, a capacidade antioxidativa exibida para capturar o radical ABTS pode ser comparada entre a infusão e as bebidas de chá pronto para beber.

As formulações a base de chá mate armazenadas no escuro apresentaram quedas de aproximadamente 23% ao final do período de estocagem enquanto nas análises realizadas por FRAP houve um decréscimo de cerca de 72%, a partir de duas semanas na ausência de luz (Figura 3a).

Para as formulações armazenadas em exposição à luz LED (Figura 5b), foi observada uma redução de 31 % na capacidade antioxidante para capturar o radical ABTS, revelando o efeito da presença da luz na capacidade oxidativa das formulações. No entanto, comparando com os resultados obtidos por FRAP (Figura 3b), cujo decréscimo foi de 82% ao final de oito semanas de armazenamento, as formulações de chá mate ainda possuem 69% de capacidade para capturar os radicais ABTS comparado a apenas 18% para reduzir os íons de ferro.

É interessante notar que tanto o perfil de mudanças para a atividade antioxidante quanto os valores de Trolox mensurados na presença de luz é muito similar àquele observado na ausência de luz (Figuras 5a e 5b). Além disso, também não houve diferença no teor de fenólicos para essas formulações, tanto

na ausência quanto na presença de luz (Figuras 3a e 3b). Esses resultados mostram que a manutenção de grande parte da capacidade antioxidante, para capturar o radical livre de ABTS, nas formulações de chá mate, está parcialmente associada à presença dos fenólicos totais detectados por Folin-Ciocalteu.

Em resumo, a capacidade antioxidante das amostras de chá mate avaliada por ABTS se relacionou com os teores de fenólicos totais ao longo do período de estocagem avaliado, tanto na presença quanto na ausência de luz. No entanto, diferente comportamento foi observado para essas bebidas quando se empregou o método FRAP, onde os fenólicos totais se mantiveram constantes enquanto a habilidade para reduzir os íons ferro sofreu um grande decréscimo a partir de duas semanas de armazenamento.

3.6 Capacidade antioxidante por ABTS para bebidas à base de chá branco

Para as bebidas formuladas a partir de chá branco, os resultados obtidos para a atividade antioxidante pelo método ABTS, estão dispostos na Figura 6.

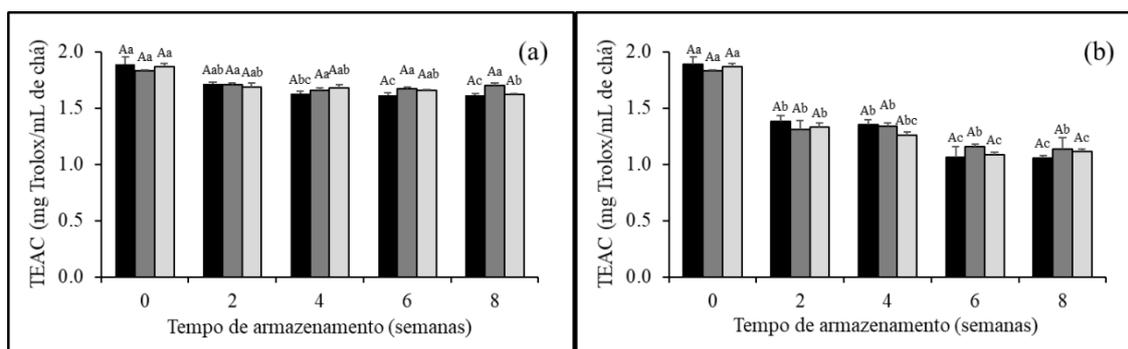


Figura 6: Capacidade antioxidante medida por ABTS nas bebidas de chá branco na ausência (a) e presença (b) de luz, ao longo do armazenamento, para os sabores Natural (■), Limão (▣) e Pêssego (□). Diferentes letras maiúsculas e minúsculas representam diferença significativa ($p < 0,05$) entre sabores de chá e ao longo do período de armazenamento, respectivamente.

Os valores de capacidade antioxidante para ABTS variaram de 1,83 a 1,89 mg Trolox.mL⁻¹. Esse valor é comparável ao reportado por RUSAK; KOMES; LIKIĆ; HORŽIĆ *et al.* (2008) que foi de 1,45 mg Trolox.mL⁻¹ em infusão de folhas de chá branco em sachê e também ao valor encontrado por JIMÉNEZ-ZAMORA; DELGADO-ANDRADE e RUFÍAN-HENARES (2016) de 2,49 mg Trolox.mL⁻¹ de infusão de chá branco (1,34 g.100 mL⁻¹), considerando que as formulações de chá contém 0,57 g extrato em 100 mL de bebida.

Em um estudo empregando diferentes tipos de plantas, JIMÉNEZ-ZAMORA; DELGADO-ANDRADE e RUFÍAN-HENARES (2016) mencionam que a necessidade diária total recomendada de capacidade antioxidante, medida por TEAC e calculada pelo método ABTS é de 3549 μmol Trolox. Esses autores concluíram que uma xícara dos chás que foram avaliados forneceu em média 1553 μmol Trolox (389,0 mg Trolox), sendo uma boa fonte de antioxidantes para a dieta humana. Portanto, os valores encontrados nesse estudo para uma xícara das bebidas de chá branco fornecem 447,2 mg de Trolox, o que corresponde a 50,3% dessa recomendação.

Observa-se que, ao final do período de estocagem, todas as três formulações mantidas ao abrigo da luz se mantiveram estáveis, com nenhuma queda brusca da atividade antioxidante avaliada por ABTS; comportamento similar foi observado para as formulações à base de chá mate (Figura 5a). Diferente resultado foi obtido para as bebidas de chá mate e branco avaliadas pelo método FRAP (Figuras 3a e 4a).

A resposta desigual observada para as atividades antioxidantes pelos métodos FRAP e ABTS em nosso estudo, também foi encontrada em um estudo reportado por MUNIANDY; SHORI e BABA (2016). Esses autores verificaram que a capacidade antioxidante medida por FRAP reduziu enquanto aquela avaliada por outro método de captura de radical livre (DPPH) se manteve ao longo do período de 21 dias de estocagem para três formulações de iogurte probiótico acrescido de chás verde, branco e preto a 4 °C.

Como mostrado na Figura 6B, as mesmas bebidas ao serem expostas a radiação luminosa apresentaram queda em torno de 29% na capacidade antioxidante, em apenas 2 semanas de armazenamento, indicando perda na habilidade para manter a captura do radical livre de ABTS. Semelhante queda na presença de luz foi observada para os teores de fenólicos presentes no chá branco (Figura 2b), mostrando que esses compostos são os responsáveis pela capacidade antioxidante para capturar o radical ABTS nesses chás, e que eles são sensíveis à presença de luz.

A atividade antioxidante nesse estudo foi caracterizada pelo método FRAP, que mede o poder redutor dos antioxidantes, e o ensaio ABTS, que avalia a atividade de capturar radicais livres pelas bebidas de chá mate. Respostas diferentes podem ser obtidas entre os métodos devido ao fato de que a

capacidade antioxidante não depende exclusivamente da presença de compostos fenólicos, mas sim da identidade dessas espécies existente em uma amostra (BASTOS; SALDANHA; CATHARINO; SAWAYA *et al.*, 2007).

Devido às limitações e diferenças da maioria dos métodos *in vitro* para a determinação da atividade antioxidante é recomendado o uso de pelo menos dois ensaios na determinação da atividade antioxidante para matrizes alimentares, como bebidas (SCHLESIER; HARWAT; BÖHM; BITSCH, 2002). Dessa forma, esse estudo vem corroborar com essa recomendação, ao mostrar que os dois métodos empregados para avaliação da capacidade antioxidante das bebidas de chá, ao longo do tempo de armazenamento e na presença de luz, exibiram habilidades distintas frente à presença de moléculas alvo no meio de reação.

4. CONCLUSÕES

Todas as formulações de chá mate e branco foram estáveis quanto ao teor de fenólicos totais por todo o período de armazenamento, na ausência de luz. Quando expostas à luz, foi observada redução de 30% para os fenólicos apenas para as bebidas de chá branco, o que sugere que a composição química dos fenólicos presentes no chá branco seja mais sensível à presença de luz.

O armazenamento promoveu uma queda expressiva na capacidade antioxidante avaliada por FRAP para as bebidas de chá mate em relação aos valores iniciais de 72% e 82%, na ausência e presença de luz, respectivamente, enquanto os fenólicos se mantiveram estáveis durante todo esse período. Para as bebidas de chá branco a queda na capacidade antioxidante por FRAP foi de 47 a 50% e, portanto, um decréscimo menor que aqueles exibidos pelas formulações contendo o chá mate.

A redução na atividade antioxidante medida por ABTS na presença de luz foi bem inferior quando comparado à capacidade oxidante avaliada por FRAP. A capacidade antioxidante das amostras de chá mate avaliada por ABTS se relacionou com os teores de fenólicos totais ao longo do período de estocagem avaliado, tanto na presença quanto na ausência de luz, ao contrário do comportamento observado quando se empregou o método FRAP.

Os consumidores estão mais conscientes sobre a relação entre o consumo de chá e suas funcionalidades para a saúde, que estão relacionadas

com a concentração dos compostos bioativos presentes nessas bebidas. Esse estudo sugere que para haja a proteção dos compostos fenólicos e manutenção da atividade antioxidante, as bebidas elaboradas com os chás branco e mate devem ser envasadas em frascos âmbar ou opacos e armazenadas por até duas semanas em temperatura ambiente.

ABSTRACT

Teas contain high amounts of bioactive compounds with antioxidant properties. Considering the promising market for ready-to-drink teas, the objective of this work was to evaluate the stability of mate and white tea drinks, over 8 weeks of storage regarding to total phenolic content and the antioxidant capacity assessed by FRAP and ABTS. The drinks were stored in the dark, in amber bottles, or exposed to radiation emitted by LED light, in transparent glasses, at room temperature and the analyzes carried out every 2 weeks. The total phenolic content of all mate tea formulations kept in the dark and exposed to light, remained stable throughout storage. In the case of white tea formulations submitted to the presence of light, a drop of 24 to 31% in the levels of phenolics was detected at the end of the storage time. There was a significant decrease ($p < 0.05$) in the antioxidant capacity assessed by FRAP, for all tea formulations, with a significant drop after 2 weeks of storage, both in the absence and in the presence of light. The ABTS results showed little change in the antioxidant capacity for all tea formulations in the absence of light, however, in the presence of light there was a drop of 31 to 44% for mate and white teas, respectively. The results show that the ready-to-drink teas, even if packaged in amber packaging, were not stable with respect to the potential for iron reduction, however preserved the total phenolic content and the antioxidant capacity detected by ABTS. In the case of formulations based on white tea, it is essential to fill them in amber bottles, in order to preserve both the phenolic compounds and the antioxidant capacity. However, to maintain this antioxidant capacity, the storage time, at room temperature, should be a maximum of two weeks.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMAJANO, M. P.; CARBÓ, R.; JIMÉNEZ, J. A. L.; GORDON, M. H. Antioxidant and antimicrobial activities of tea infusions. **Food Chemistry**, 108, n. 1, p. 55-63, 2008/05/01/ 2008.

ARON, P. M.; KENNEDY, J. A. Flavan-3-ols: nature, occurrence and biological activity. **Mol Nutr Food Res**, 52, n. 1, p. 79-104, Jan 2008.

BARBOZA, H. d. C.; CAZAL, M. d. M. Avaliação da influência de características sensoriais e do conhecimento nutricional na aceitação do chá-mate. **Brazilian Journal of Food Technology**, 21, 2018.

BASSANI, D. C.; NUNES, D. S.; GRANATO, D. Optimization of Phenolics and Flavonoids Extraction Conditions and Antioxidant Activity of Roasted Yerba-Mate Leaves (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., Aquifoliaceae) using Response Surface Methodology. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 86, p. 923-934, 2014.

BASTOS, D. H.; SALDANHA, L. A.; CATHARINO, R. R.; SAWAYA, A. C. *et al.* Phenolic antioxidants identified by ESI-MS from Yerba maté (*Ilex paraguariensis*) and green tea (*Camelia sinensis*) extracts. **Molecules**, 12, n. 3, p. 423-432, Mar 12 2007.

BENZIE, I. F.; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. **Analytical biochemistry**, 239, n. 1, p. 70-76, 1996.

BERTÉ, K.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; HOFFMANN-RIBANI, R.; JUNIOR, A. M. Antioxidant Activity of Maté Tea and Effects of Processing. *In: Processing and Impact on Antioxidants in Beverages*: Elsevier, 2014. p. 145-153.

BRACESCO, N.; SANCHEZ, A.; CONTRERAS, V.; MENINI, T. *et al.* Recent advances on *Ilex paraguariensis* research: minireview. **Journal of ethnopharmacology**, 136, n. 3, p. 378-384, 2011.

BRAVO, L.; GOYA, L.; LECUMBERRI, E. LC/MS characterization of phenolic constituents of mate (*Ilex paraguariensis*, St. Hil.) and its antioxidant activity compared to commonly consumed beverages. **Food Research International**, 40, n. 3, p. 393-405, 2007/04/01/ 2007.

CAHUÊ, F.; NASCIMENTO, J. H. M.; BARCELLOS, L.; SALERNO, V. P. *Ilex paraguariensis*, exercise and cardioprotection: A retrospective analysis. **Journal of Functional Foods**, 53, p. 105-108, 2019/02/01/ 2019.

CARDOZO JUNIOR, E. L.; MORAND, C. Interest of mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) as a new natural functional food to preserve human cardiovascular health – A review. **Journal of Functional Foods**, 21, p. 440-454, 2016/03/01/ 2016.

CAZAL, M. d. M. Efeito da ingestão de chá-mate (*Ilex paraguariensis*) antes do exercício aeróbico sobre indicadores metabólicos, de dano muscular e estresse oxidativo. 2019.

CHANDRA, S.; GONZALEZ DE MEJIA, E. Polyphenolic Compounds, Antioxidant Capacity, and Quinone Reductase Activity of an Aqueous Extract of *Ardisia compressa* in Comparison to Mate (*Ilex paraguariensis*) and Green (*Camellia sinensis*) Teas. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 52, n. 11, p. 3583-3589, 2004/06/01 2004.

CHANG, M.-Y.; LIN, Y.-Y.; CHANG, Y.-C.; HUANG, W.-Y. *et al.* Effects of Infusion and Storage on Antioxidant Activity and Total Phenolic Content of Black Tea. **Applied Sciences**, 10, n. 8, p. 2685, 2020.

CHOI, M.-S.; PARK, H. J.; KIM, S. R.; KIM, D. Y. *et al.* Long-term dietary supplementation with yerba mate ameliorates diet-induced obesity and metabolic disorders in mice by regulating energy expenditure and lipid metabolism. **Journal of medicinal food**, 20, n. 12, p. 1168-1175, 2017.

CORDERO, C.; CANALE, F.; RIO, D. D.; BICCHI, C. Identification, quantitation, and method validation for flavan-3-ols in fermented ready-to-drink teas from the Italian market using HPLC-UV/DAD and LC-MS/MS. **Journal of separation science**, 32, n. 21, p. 3643-3651, 2009.

DA SILVEIRA, T. F. F.; MEINHART, A. D.; DE SOUZA, T. C. L.; CUNHA, E. C. E. *et al.* Chlorogenic acids and flavonoid extraction during the preparation of yerba mate based beverages. **Food Research International**, 102, p. 348-354, 2017/12/01/ 2017.

DAMIANI, E.; BACCHETTI, T.; PADELLA, L.; TIANO, L. *et al.* Antioxidant activity of different white teas: Comparison of hot and cold tea infusions. **Journal of Food Composition and Analysis**, 33, n. 1, p. 59-66, 2014.

ESMELINDRO, M. C.; TONIAZZO, G.; WACZUK, A.; DARIVA, C. *et al.* Caracterização físico-química da erva mate: influência das etapas do processamento industrial. **Food Science and Technology**, 22, n. 2, p. 199-204, 2002.

FRIZON, C. N. T.; PERUSSELLO, C. A.; STURION, J. A.; FRACASSO, A. F. *et al.* Stability of beverages of yerba mate (*Ilex paraguariensis*) with soy. **Nutrition & Food Science**, 45, n. 3, p. 467-478, 2015.

FRIZON, C. N. T.; PERUSSELLO, C. A.; STURION, J. A.; HOFFMANN-RIBANI, R. Novel Beverages of Yerba-Mate and Soy: Bioactive Compounds and Functional Properties. **Beverages**, 4, n. 1, p. 21, 2018.

GAMBOA-GÓMEZ, C. I.; ROCHA-GUZMÁN, N. E.; GALLEGOS-INFANTE, J. A.; MORENO-JIMÉNEZ, M. R. *et al.* Plants with potential use on obesity and its complications. **EXCLI journal**, 14, p. 809-831, 2015.

HAZRA, A.; DASGUPTA, N.; SENGUPTA, C.; SAHA, G. *et al.* Temporal depletion of packaged tea antioxidant quality under commercial storage condition. **Journal of Food Science and Technology**, 2020/02/21 2020.

HECK, C. I.; DE MEJIA, E. G. Yerba Mate Tea (*Ilex paraguariensis*): A Comprehensive Review on Chemistry, Health Implications, and Technological Considerations. **Journal of Food Science**, 72, n. 9, p. R138-R151, 2007.

HECK, C. I.; SCHMALKO, M.; GONZALEZ DE MEJIA, E. Effect of Growing and Drying Conditions on the Phenolic Composition of Mate Teas (*Ilex paraguariensis*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 56, n. 18, p. 8394-8403, 2008/09/24 2008.

JIMÉNEZ-ZAMORA, A.; DELGADO-ANDRADE, C.; RUFÍAN-HENARES, J. A. Antioxidant capacity, total phenols and color profile during the storage of selected plants used for infusion. **Food chemistry**, 199, p. 339-346, 2016.

KARORI, S.; WACHIRA, F.; WANYOKO, J.; NGURE, R. Antioxidant capacity of different types of tea products. **African journal of Biotechnology**, 6, n. 19, 2007.

KIM, S.-Y.; OH, M.-R.; KIM, M.-G.; CHAE, H.-J. *et al.* Anti-obesity effects of Yerba Mate (*Ilex Paraguariensis*): a randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. **BMC complementary and alternative medicine**, 15, n. 1, p. 338, 2015.

KOSIŃSKA, A.; ANDLAUER, W. Chapter 12 - Antioxidant Capacity of Tea: Effect of Processing and Storage. *In*: PREEDY, V. (Ed.). **Processing and Impact on Antioxidants in Beverages**. San Diego: Academic Press, 2014. p. 109-120.

MATEOS, R.; BAEZA, G.; SARRIÁ, B.; BRAVO, L. 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**, 241, p. 232-241, 2018.

MORAES-DE-SOUZA, R. A.; OLDONI, T. L. C.; CABRAL, I. S. R.; DE ALENCAR, S. M. Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante de chás comercializados no Brasil. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, 29, n. 2, 2011.

MORAES-DE-SOUZA, R. A.; OLDONI, T. L. C.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; ALENCAR, S. M. Antioxidant activity and phenolic composition of herbal infusions consumed in Brazil. **Ciencia y Tecnologia Alimentaria**, 6, n. 1, p. 41-47, 2008/07/01 2008.

MUNIANDY, P.; SHORI, A. B.; BABA, A. S. Influence of green, white and black tea addition on the antioxidant activity of probiotic yogurt during refrigerated storage. **Food Packaging and Shelf Life**, 8, p. 1-8, 2016/06/01/ 2016.

NAKAMURA, T.; SILVA, F. S.; DA SILVA, D. X.; DE SOUZA, M. W. *et al.* Determinação da atividade antioxidante e do teor total de polifenol em amostras de chá de ervas comercializadas em sachets. **ABCS Health Sciences**, 38, n. 1, 2013.

OH, J.; JO, H.; CHO, A. R.; KIM, S.-J. *et al.* Antioxidant and antimicrobial activities of various leafy herbal teas. **Food Control**, 31, n. 2, p. 403-409, 2013/06/01/ 2013.

PACKAGEDFACTS. **Tea and Ready-to-Drink Tea: U.S. Retail Market.** Packaged Facts, 2016. 1598143190.

PASTORIZA, S.; MESÍAS, M.; CABRERA, C.; RUFÍÁN-HENARES, J. A. Healthy properties of green and white teas: an update. **Food & Function**, 8, n. 8, p. 2650-2662, 2017. 10.1039/C7FO00611J.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGENTE, A.; PANNALA, A. *et al.* Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free radical biology and medicine**, 26, n. 9-10, p. 1231-1237, 1999.

RIACHI, L. G.; SIMAS, D. L. R.; COELHO, G. C.; MARCELLINI, P. S. *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**, 266, p. 317-322, 2018/11/15/ 2018.

ROCHA, D. S.; CASAGRANDE, L.; MODEL, J. F. A.; DOS SANTOS, J. T. *et al.* Effect of yerba mate (*Ilex paraguariensis*) extract on the metabolism of diabetic rats. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, 105, p. 370-376, 2018/09/01/ 2018.

RODRIGUES, M.; OLIVEIRA, M.; NEVES, V.; OVELHEIRO, A. *et al.* Coupling sea lavender (*Limonium algarvense* Erben) and green tea (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) to produce an innovative herbal beverage with enhanced enzymatic inhibitory properties. **South African Journal of Botany**, 120, p. 87-94, 2019.

RODRIGUES, M. J.; NEVES, V.; MARTINS, A.; RAUTER, A. P. *et al.* In vitro antioxidant and anti-inflammatory properties of *Limonium algarvense* flowers' infusions and decoctions: A comparison with green tea (*Camellia sinensis*). **Food Chemistry**, 200, p. 322-329, 2016/06/01/ 2016.

RODRIGUES, V. d. C.; DA SILVA, M. V.; DOS SANTOS, A. R.; ZIELINSKI, A. A. *et al.* Evaluation of hot and cold extraction of bioactive compounds in teas. **International journal of food science & technology**, 50, n. 9, p. 2038-2045, 2015.

ROMANA-SOUZA, B.; PIRES, T. C.; MONTE-ALTO-COSTA, A. Mate tea-mediated reduction in catecholamine synthesis improves cutaneous wound healing of chronically stressed mice. **Food Research International**, 71, p. 32-40, 2015.

RUSAK, G.; KOMES, D.; LIKIĆ, S.; HORŽIĆ, D. *et al.* Phenolic content and antioxidative capacity of green and white tea extracts depending on extraction conditions and the solvent used. **Food Chemistry**, 110, n. 4, p. 852-858, 2008.

SANTOS, J. S.; DEOLINDO, C. T. P.; HOFFMANN, J. F.; CHAVES, F. C. *et al.* Optimized *Camellia sinensis* var. *sinensis*, *Ilex paraguariensis*, and *Aspalathus linearis* blend presents high antioxidant and antiproliferative activities in a beverage model. **Food Chemistry**, 254, p. 348-358, 2018/07/15/ 2018.

SCHLESIER, K.; HARWAT, M.; BÖHM, V.; BITSCH, R. Assessment of antioxidant activity by using different in vitro methods. **Free Radic Res**, 36, n. 2, p. 177-187, Feb 2002.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American journal of Enology and Viticulture**, 16, n. 3, p. 144-158, 1965.

VALERGA, J.; RETA, M.; LANARI, M. C. Polyphenol input to the antioxidant activity of yerba mate (*Ilex paraguariensis*) extracts. **LWT - Food Science and Technology**, 45, n. 1, p. 28-35, 2012/01/01/ 2012.

XU, P.; CHEN, L.; WANG, Y. Effect of storage time on antioxidant activity and inhibition on α -Amylase and α -Glucosidase of white tea. **Food Science & Nutrition**, 7, n. 2, p. 636-644, 2019.

ZIELINSKI, A. A. F.; GRANATO, D.; ALBERTI, A.; NOGUEIRA, A. *et al.* Modelling the extraction of phenolic compounds and in vitro antioxidant activity of mixtures of green, white and black teas (*Camellia sinensis* L. Kuntze). **Journal of Food Science and Technology**, 52, n. 11, p. 6966-6977, 2015.

ZIELINSKI, A. A. F.; HAMINIUK, C. W. I.; ALBERTI, A.; NOGUEIRA, A. *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**, 60, p. 246-254, 2014/06/01/ 2014.