

Ação antioxidante da erva-mate utilizada na conservação de alimentos

Adeline Feminino Chaicouski¹
Marcelo Lazzarotto²

Resumo

Os extratos de erva-mate são ricos em compostos biologicamente ativos, principalmente fenólicos, metilxantinas e saponinas, reconhecidos por sua capacidade antioxidante, sendo assim a indústria (alimentícia e farmacêutica) tem demonstrado interesse nesta cultura. Considerando a capacidade antioxidante de extratos de erva-mate e sua utilização como agente de conservação, o objetivo deste trabalho foi analisar resultados de pesquisas que utilizaram extratos de erva-mate como conservante natural de alimentos, por meio de levantamento bibliográfico. Para a realização deste trabalho, foram realizadas pesquisas nos bancos de dados indexados como Web of Science, Google Scholar, Plataforma Scielo e Science Direct. Os conservantes são aditivos alimentares que evitam ou minimizam a deterioração de alimentos, e um dos conservantes utilizados em alimentos são os antioxidantes. O uso de antioxidantes naturais tem chamado à atenção quanto ao seu uso na conservação de alimentos devido aos riscos que os sintéticos podem trazer a saúde. Foram encontrados 26 trabalhos que se encaixaram no objetivo da pesquisa. Desta forma, percebeu-se a aplicabilidade em alimentos, dos compostos provenientes da erva-mate, por apresentarem atividade antioxidante, como substitutos de aditivos químicos.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*; Conservação de alimentos; Antioxidantes naturais; Extratos vegetais; Oxidação de lipídios e proteínas.

Abstract

Yerba mate extracts are rich in biologically active compounds, including phenolics, methylxanthines and saponins, recognized for their antioxidant capacity, so the industry (food and pharmaceutical) has shown interest in this culture. Considering the antioxidant capacity of yerba mate extracts and its use as a preservative agent, this work was to analyze the results of research that used yerba mate extracts as a natural food preservative, through a literature review. National and international scientific journals were consulted, searched in online databases, such as WEB of science, CAPES site, Scielo, ScienceDirect and Google Scholar. The main terms searched were *Ilex paraguariensis*, yerba-mate, natural food preservation, meat products preservation. Preservatives are food additives that prevent or minimize food spoilage, and one of the preservatives used in foods is the antioxidants. The use of natural antioxidants has drawn attention to their use in food preservation due to the risks that synthetic

¹ UEPG. E-mail: adelinechaicouski@yahoo.com.br

² EMBRAPA - Uva e Vinho

antioxidants can bring to health. Twenty-six works were found, in this way, the applicability in foods of compounds from yerba mate was noticed, which can be applied in the food industry, reducing the use of chemical additives.

Keywords: *Ilex paraguariensis*; Food preservation; Natural antioxidant; Plant extrats; Lipids and proteins oxidation.

1 Introdução

A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) é uma planta nativa da América do Sul (Brasil, Argentina e Paraguai), de grande interesse econômico. A forma mais comum de consumo deste produto é como chimarrão, tererê e o chá. No entanto, as indústrias alimentícia e farmacêutica tem demonstrado interesse nesta cultura pois a erva-mate apresenta compostos biologicamente ativos (principalmente fenólicos, metilxantinas e saponinas) (CARDOZO JUNIOR; MORAND, 2016).

Os extratos produzidos com erva-mate são ricos em polifenóis, compostos reconhecidos por sua capacidade antioxidante. Embora a extração seja um processo relativamente simples, é necessário que alguns cuidados sejam tomados. Proteção da luz e condições de frio são procedimentos no processo de extração para evitar a degradação dos compostos (BASTOS et al. 2006; NACZH; SHAHIDI, 2004; VERMERRIS; NICHOLSON, 2006).

Existem fatores que interferem na composição natural da planta (como variedade genética, condições do solo e luminosidade) dificultando a obtenção de extratos com as mesmas características. Com o intuito de padronizar o material vegetal da erva-mate a Embrapa tem desenvolvido materiais genéticos e práticas de manejo (DUARTE et al., 2020). As condições de extração são importantes, como tempo de interação com o solvente, temperatura (abaixo de 100 °C) para compostos termolábeis e ainda o tamanho das partículas da matriz sólida, pois quanto menor o tamanho das partículas melhor será a extração (SARI; VELIOGLU, 2011; KUHN et al., 2017). Extratos vegetais para aplicação na indústria de alimentos precisam ser obtidos com solventes não tóxicos, os melhores são a água e hidroalcolico, sendo o etanol um bom extrator de polifenóis (WOLFF; SILVEIRA; LAZZAROTTO, 2018; GERKE, 2016).

De acordo com Cardozo Junior e Morand (2016), em 62,5 g de folhas secas de erva-mate há 3767-4085 mg de polifenóis. Estes compostos são responsáveis por características da planta como amargor, adstringência, cor, sabor e estabilidade oxidativa em alimentos (NACZH; SHAHIDI, 2004; FRIEDMAN, 2007). A mais conhecida característica dos polifenóis (ácidos fenólicos e flavonoides) é a atividade antioxidante (SOTO-VACA et al., 2012). Os flavonoides e os ácidos fenólicos presentes na erva-mate são, respectivamente, a rutina, quercitina e kaempferol, ácido cafeico e ácido clorogênico (FILIP et al., 2001; BERTÉ et al., 2011). No preparo do chimarrão são extraídos cerca de 42% de ácido clorogênico, concentração superior a do chá verde (BASTOS et al., 2007; BRACESCO et al., 2011).

Diante do exposto e considerando a capacidade antioxidante de extratos de erva-mate e sua utilização como agente de conservação, o objetivo do presente trabalho foi analisar os resultados de pesquisas através de um levantamento bibliográfico. Para a realização deste trabalho foram realizadas pesquisas nos bancos de dados indexados como o Web of Science, Google Scholar, Plataforma Scielo e Science Direct. O material utilizado na elaboração deste trabalho foram os artigos publicados em revistas científicas e/ou eventos (nacionais e internacionais).

2 Aditivos alimentares

Segundo a legislação brasileira (Portaria nº 540/97) os aditivos alimentares são definidos como:

qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos, sem propósito de nutrir, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação de um alimento.

Assim estes ingredientes incorporados ao alimento terão a função de manter ou melhorar as características do alimento (BRASIL, 1997).

Honorato e Nascimento (2011) investigaram o conhecimento, acerca dos aditivos alimentares utilizados pela indústria, de um grupo de pessoas. Concluíram que estes não possuíam conhecimento suficiente sobre o tema,

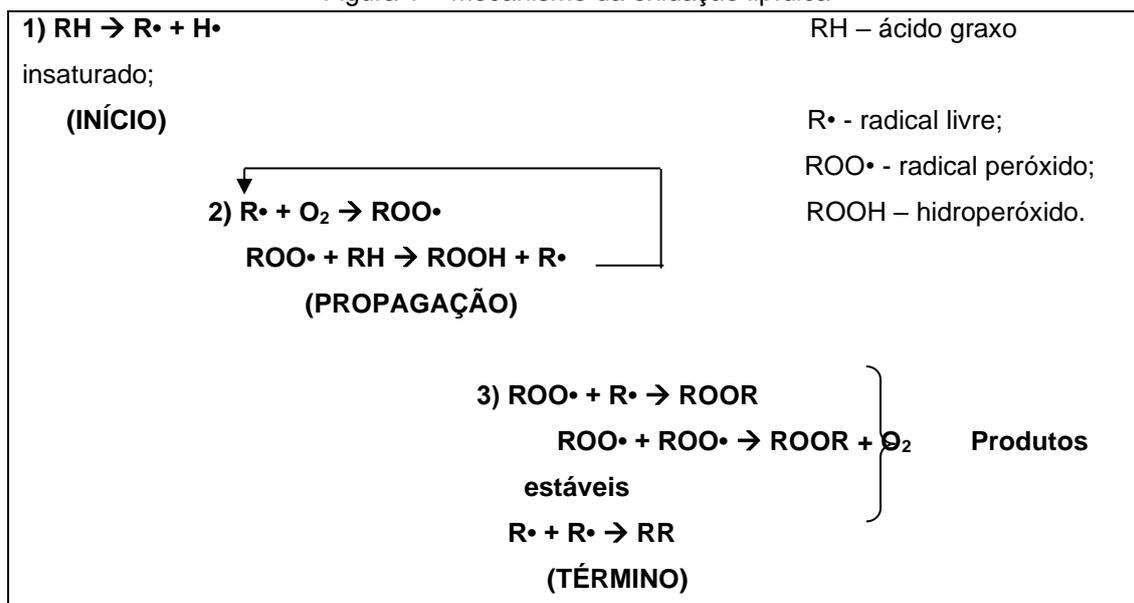
mesmo que esta informação esteja no rótulo, que acaba não sendo lido pelos consumidores.

3 Conservação de alimentos

Os conservantes são uma classe de aditivos alimentares, capazes de evitar ou minimizar reações de deterioração em alimentos (TONETTO et al., 2008), ou seja, é garantir que os alimentos permaneçam estáveis por mais tempo (LEONARDI; AZEVEDO, 2018). A conservação abrange três categorias distintas: físicas, químicas e biológicas, uma vez que os alimentos são vulneráveis as ações de degradação como contaminação microbiológica, reações enzimáticas e oxidativas (SILVA JÚNIOR, 2002; LEONARDI; AZEVEDO, 2018). Esses processos degradativos são naturais e podem ocorrer em qualquer matéria-prima, seja animal ou vegetal, podendo acarretar riscos à saúde humana (VASCONCELOS; MELO FILHO, 2010). A reação de rancificação é um dos processos de deterioração mais comum em alimentos, formando odores e sabores desagradáveis, perdas nutricionais além da destruição de componentes (BRASIL, 2002).

A oxidação lipídica é responsável por diminuir o tempo de conservação dos alimentos, mesmo naqueles com 1% de gordura. Essa reação leva a perdas nutricionais, alteração de aroma e sabor tornando os alimentos impróprios para consumo, devido à formação de compostos tóxicos (ORDOÑEZ et al., 2007). A oxidação pode ocorrer por três vias a fotooxidação (luz), enzimática (enzimas) e auto-oxidação. A auto-oxidação é a principal oxidação que ocorre em lipídeos e envolve complexas reações, divididas em três estágios (Figura 1). Esta reação se inicia e se propaga por uma reação em cadeia de radicais livres, que surgem devido à presença ou produção de compostos reativos, exposição a oxigênio e luz, presença de íons metálicos e irradiação gama (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007; PAPUC et al., 2017).

Figura 1 – Mecanismo da oxidação lipídica



Fonte: Adaptado de RAMALHO; JORGE, 2006.

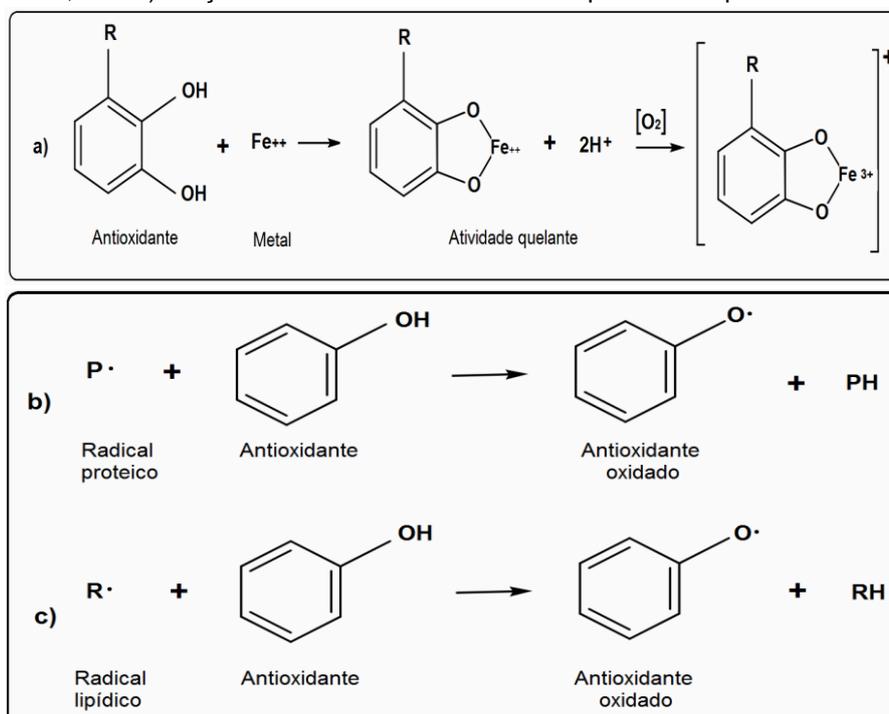
A etapa da propagação ocorre entre radicais livres dos ácidos graxos com o oxigênio atmosférico, formando radicais peróxidos e hidroperóxidos, esses últimos por sua vez, ao serem decompostos, são responsáveis pela característica de ranço. Uma vez iniciada, a reação só finaliza quando acabam os ácidos graxos insaturados e o oxigênio. Com o fim das reações de propagação se iniciam as terminações, formando produtos estáveis derivados da decomposição de hidroperóxidos, como álcoois, aldeídos, cetonas, ésteres e outros hidrocarbonetos (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

A oxidação de proteínas ocorre na cadeia lateral dos aminoácidos, principalmente nos resíduos que apresentam alta densidade de elétrons, como cisteína, metionina, triptofano, tirosina e histidina (PAPUC et al., 2017). Os alimentos mais suscetíveis à este tipo de oxidação são os musculares por apresentarem baixo pH no *pós-rigor*, intensificando a autooxidação de proteínas do tipo *heme* (DAS et al., 2012). As formas de oxidação de proteínas podem ser por meio da reação com um aminoácido específico, por quebra do peptídeo por radicais livres ou pela formação da proteína de ligação transversal. O peróxido é considerado um radical livre para a oxidação de proteínas (LOBO; PHATAK; CHANDRA, 2010).

4 Antioxidantes

Os antioxidantes são substâncias responsáveis por retardar a degradação oxidativa em alimentos, reduzir os radicais livres no organismo, quelar íons metálicos e prevenir a peroxidação lipídica, proteica e de ácidos nucleicos (Figura 2) mesmo quando presentes em baixas concentrações (BARREIROS et al., 2006; RIBEIRO, 2016). Esses compostos estão presentes em diversos grupos vegetais como cereais, ervas, especiarias, frutas, na forma de minerais, vitaminas e compostos fenólicos (REIS et al., 2016). Podem ainda ser classificados em “com atividade enzimática ou sem”, os que apresentam essa atividade, são capazes de bloquear a reação de iniciação da oxidação. O segundo grupo é representado por moléculas que interagem com radicais livres e acabam sendo consumidas na reação, são exemplos os antioxidantes naturais e sintéticos, como os compostos fenólicos (MOREIRA; MANCINI-FILHO, 2004).

Figura 2 – Reação antioxidante com lipídio/proteína em amostras de carne. A) atividade quelante do antioxidante; B e C) reação do antioxidante com radical proteico e lipídico.



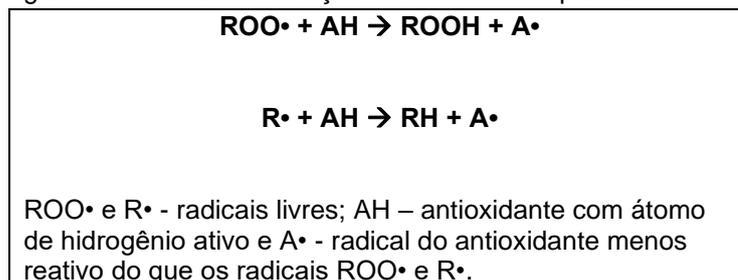
Fonte: OS AUTORES, 2021.

Sobre o modo de ação os antioxidantes podem ser primários ou secundários, os primários doam elétrons ou hidrogênios e interrompem a reação,

formando intermediários estáveis (Figura 3) e os secundários retardam a iniciação da oxidação por meio de diferentes mecanismos (ADEGOKE et al., 1998). Os antioxidantes podem ser endógenos, como as enzimas glutatona, peroxidase, catalase e superóxido dismutase (ALVES, 2013), ou exógenos, provenientes da dieta (DROGE, 2002). A atividade antioxidante pode ser afetada por diversos fatores, entre eles, a concentração do composto, a temperatura, o pH e ainda as condições de processamento do produto (FALOWO; FAYEMI; MUCHENJE, 2014).

De forma a garantir produtos de qualidade ao consumidor, são utilizados antioxidantes, com o objetivo de reduzir a oxidação tanto durante o processamento quanto no armazenamento do produto (SILVA; BORGES FERREIRA, 1999). Estes antioxidantes podem ser sintéticos ou naturais e devem respeitar a legislação.

Figura 3 - Mecanismo de ação do antioxidante primários



Fonte: Adaptado de RAMALHO; JORGE, 2006.

Um antioxidante para alimentos deve apresentar características como: eficiência em concentrações mínimas (0,001 % a 0,01 %), não interferir na cor, odor e sabor do alimento, ser compatível com o alimento e de fácil aplicação, não gerar produtos tóxicos, e ser estável durante o processamento e armazenamento (BAILEY, 1996). A incorporação do antioxidante no alimento deve ser feita no início da reação de oxidação, pois se a quantidade de peróxidos for muito alta a ação antioxidante se anula (ORDOÑEZ et al., 2007).

Com o objetivo que impedir ou retardar a oxidação lipídica são permitidos pela legislação (BRASIL, 2018) o uso de antioxidantes sintéticos, sendo os mais comuns o butil-hidroxi-anisol (BHA), butil-hidroxitolueno (BHT), terc-butil-hidroquinona (TBHQ) e propil galato (PG). Entretanto, o uso de antioxidantes

sintéticos tem diminuído devido ao risco à saúde (PEREIRA et al., 2015). Desta forma, o potencial de ação de antioxidantes naturais tem chamado a atenção quanto ao seu uso na conservação de alimentos durante o armazenamento (COSKUN et al., 2014).

5 Compostos fenólicos como antioxidantes naturais em alimentos

Dentre os antioxidantes que se destacam devido a ação no organismo, estão os compostos fenólicos ou polifenóis (BARREIROS et al., 2006). De acordo com Heim, Tagliaferro, Bobolya (2002) os polifenóis são os responsáveis pela ação antioxidante dos frutos e em alimentos atuam na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo doando hidrogênio ou elétrons interrompendo a reação e formando radicais intermediários menos reativos (SILVA et al., 2010).

Dentre os polifenóis que apresentam ação antioxidante podem ser citados os flavonóides, os ácidos fenólicos, os ácidos orgânicos e os carotenóides (YANISHLIEVA; MARINOVA; POKORNÝ, 2006; GÜLÇIN, 2012). A erva-mate é uma fonte natural de compostos fenólicos, responsáveis por diversos efeitos benéficos a saúde, sendo a alta atividade antioxidante devida à presença do grupo do ácido cafeoilquínico (RIACHI; DE MARIA, 2017).

Pesquisas têm avaliado a ação antioxidante dos compostos fenólicos extraídos de plantas, com o objetivo de substituir antioxidantes sintéticos, na conservação de alimentos, como extrato de jabuticaba (LIMA et al., 2011), de bagaço de mirtilo (CALDAS, 2014), de erva-mate (MACHADO et al., 2020; JARAMILLO et al., 2015) e bagaço de uva (CARPES et al., 2020).

6 Resultados e discussão

Com a coleta de dados dos trabalhos publicados, foi traçada uma linha do tempo onde é possível perceber uma sequência de trabalhos de revisão bibliográfica. Estes trabalhos abordaram temas como antioxidantes e alimentos, antioxidantes naturais, polifenóis como conservantes de alimentos e antioxidantes naturais aplicados em carnes e produtos cárneos. Desta forma,

verifica-se a importância e relevância do assunto antioxidantes naturais para a indústria de alimentos como substitutos de antioxidantes sintéticos (GÜLÇİN, 2012; ACHKAR et al., 2013; FALOWO; FAYEMI; MUCHENJE, 2014; JIANG; XIONG, 2016; ROMANI; MARTINS; SOARES, 2017; OSWELL; THIPPAREDDI; PEGG, 2018; NIKMARAM et al., 2018; RIBEIRO et al., 2019).

O resultado da busca por trabalhos relacionados à atividade antioxidante da erva-mate é difícil, considerando a grande quantidade de material disponível nas bases de dados. Desta forma, esta pesquisa buscou trabalhos com as seguintes palavras chaves: extratos vegetais, conservação de alimentos e *Ilex paraguariensis*, antioxidantes naturais, compostos fenólicos. Foram encontrados 26 trabalhos que se encaixavam no objetivo da pesquisa, que foram divididos em quatro grupos distintos assim descritos: A-Produtos diversos (geleia, ervilhas, chocolate, iogurte, queijos e leite fermentado), B-Bebidas (cerveja e bebida energética), C-Biofilmes e D-Produtos cárneos.

O propósito de uso da erva-mate é a ação antioxidante, devido a presenças de componentes com alta atividade biológica. Alguns produtos foram formulados apenas com o extrato da erva-mate, outros com combinações entre extratos de *Ilex paraguariensis* e *Zingiber officinale* (FORTES et al., 2015), *Ilex paraguariensis* e própolis (CORÓ et al., 2020), intensificando a ação pretendida no produto final (ação antioxidante).

A-Produtos diversos:

No desenvolvimento de geleias foi usada a formulação: erva-mate (3%), gengibre em pó (0,1 e 0,4%) e açúcar (60 e 80%). Os extratos de erva-mate elaborados com 60% de açúcar e 0,1 e 0,4% de gengibre demonstraram elevados teores de compostos fenólicos. Desta forma, ficou evidente que a associação entre erva-mate e gengibre aumentou a ação antioxidante no produto desenvolvido (FORTES et al., 2015).

Estudando a ação antioxidante do extrato de erva-mate em iogurte light, Preci et al. (2011) observou que o percentual antioxidante atingiu 99,5% para a concentração $750 \mu\text{g mL}^{-1}$. Ao final de 60 dias de armazenamento refrigerado, percebeu-se que os iogurtes com 0,1% e 0,25% de extrato apresentaram diferença em relação à amostra controle. Também se concluiu que a presença

do extrato de erva-mate não influenciou na oxidação das proteínas nem no desenvolvimento das bactérias lácticas.

Zanchett (2016) adicionaram erva-mate em chocolate branco, sendo que os valores para compostos fenólicos variaram entre 137,61 e 198,42 mg de equivalente de ácido gálico/100 g e a atividade antioxidante ficou entre 83,39 e 179,73 EC₅₀ (mg/mg). Também verificaram que o produto foi bem aceito e o extrato de erva-mate conferiu ao chocolate branco compostos com ação antioxidante.

Em estudos com queijo prato, os compostos do extrato seco da erva-mate também garantiram menores níveis de oxidação lipídica e proteica em relação ao controle, no entanto não influenciou no desenvolvimento microbiano. Após 45 dias de armazenamento o produto apresentou sabor residual amargo (FAION et al., 2015).

Saraiva, Vital e Anjo (2019) produziram e avaliaram queijo fresco adicionado de extrato de erva-mate, durante 21 dias de armazenamento, com diferentes concentrações de extrato (0,0% controle, 0,5%, 1,0% e 2,0%). A erva-mate adicionada foi capaz de conferir atividade antioxidante ao produto. Todas as concentrações avaliadas foram bem aceitas pelos consumidores na análise sensorial (SARAIVA; VITAL; ANJO, 2019).

Ramos et al. (2017) otimizaram e caracterizaram a composição fenólica de extratos vegetais a partir de um mix de erva-mate, capim-limão e cravo-da-Índia. A mistura foi submetida a liofilização e um extrato rico em polifenóis foi obtido e adicionado a leites fermentados com polpa de batata doce. O resultado do trabalho indicou aumento significativo da atividade antioxidante e do teor de compostos fenólicos para a mistura com 12,5 % de erva-mate e 87,5 % de cravo-da-Índia.

Avaliando métodos de conservação para ervilhas verde, Yonny et al. (2018) avaliaram o efeito do branqueamento combinado com extrato de erva-mate na estabilidade oxidativa de ervilhas verdes, ao longo do armazenamento refrigerado e congelado. A atividade da lipoxigenase e a estabilidade oxidativa foram monitoradas, e indicaram que a associação de branqueamento e erva-mate foi eficaz na inibição da oxidação, sendo uma alternativa para aumentar a estabilidade oxidativa das ervilhas.

B-Bebidas

O extrato de erva-mate também foi bem avaliado no desenvolvimento de cerveja artesanal. A função do extrato foi substituir o lúpulo de amargor, que é o responsável pelo polifenóis transferidos para o produto final, bem como ação antioxidante. As cervejas foram classificadas com base como Puro Malte, alta fermentação, extra e com alto teor alcoólico (OLIVEIRA; FABIER; OVIEDO, 2017).

Gomes et al. (2012) desenvolveram uma pesquisa na qual foi avaliado o controle de qualidade microbiológico, estudos da estabilidade e conservação de uma bebida energética desenvolvida com extrato de erva-mate. O produto não apresentou contaminação microbiana, tanto no controle inicial como após 30 dias aberto. Desta forma, os resultados demonstraram que a bebida desenvolvida apresentou-se dentro das normas higiênico-sanitárias, devido à ação conservante do extrato aplicado.

C-Biofilmes

O potencial antioxidante também ficou evidente em trabalhos como o desenvolvimento de biofilmes de mandioca, com 20% de extrato de erva-mate, no qual foram armazenados azeite de dendê, por 40 dias em condição de oxidação acelerada. Foi verificado, pelo índice de peróxido, que o produto não oxidou na mesma velocidade da amostra controle, indicando que o biofilme estava perdendo polifenóis, que estavam reagindo. Observaram ainda que a incorporação de erva-mate não afetou as características mecânicas e de barreira dos filmes desenvolvidos (MACHADO et al., 2012).

No trabalho de Jaramillo et al. (2015), foram incorporados extratos de erva-mate (5 e 20%) em amido de mandioca para o desenvolvimento de filmes com atividade antioxidante com resultados satisfatórios. Os efeitos antioxidante e plastificante do extrato de erva-mate fazem dele uma boa opção para a indústria de alimentos. Knapp et al., (2019) desenvolveram filmes biodegradáveis de amido adicionados de extratos hidroalcoólico de erva-mate (50:50 v:v) nas concentrações de 5, 10, 15 e 20%, obtendo como resultado o aumento dos compostos fenólicos e da atividade antioxidante dos filmes, demonstrando assim

características que favorecem a aplicação na indústria alimentícia, principalmente nos alimentos gordurosos.

Hornung et al. (2020) desenvolveram biofilmes de amido de milho adicionado de extrato de frutos de erva-mate (subproduto da indústria) e concluíram que as propriedades antioxidantes dos filmes produzidos aumentou significativamente em relação ao controle. Desta forma, um subproduto tem potencial para uso no desenvolvimento de embalagem ecológicas.

D-Produtos cárneos

A aplicação de compostos bioativos como antioxidantes naturais apresenta-se como uma alternativa na conservação de alimentos devido a sua ação antimicrobiana em carnes, bem como prevenção da oxidação. Uma das formas de utilização é a aplicação de antioxidantes endógenos na alimentação de animais de corte como prevenção do estresse oxidativo e consequentemente oxidação de lipídios e proteínas em produtos cárneos (FALOWO; FAYEMI; MUCHENJE, 2014).

O efeito do extrato de erva-mate sobre as alterações lipídicas de filés de dourado foi avaliado durante o armazenamento congelado. Os filés foram mergulhados por 1 min em água destilada (controle) ou em extrato aquoso de erva-mate (0,1 g mL⁻¹, p/v) e armazenados por 12 meses a -7 °C. Observou-se redução nos valores de dienos conjugados e TBARS (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico) nas amostras, indicando que o extrato de erva-mate inibe a oxidação lipídica em filés de pescado (VEECKI et al., 2013).

Para avaliar o potencial antioxidante de extrato de erva-mate, Machado et al. (2020) associaram erva-mate com alecrim, orégano e tomilho, e adicionaram em filés de tilápia. Os resultados demonstraram a eficácia da associação dos condimentos com a erva-mate na redução da rancidez oxidativa tanto no produto *in natura* quanto naqueles submetidos a tratamentos térmicos. Concluíram ainda que a erva-mate foi a erva que apresentou maior atividade antioxidante (MACHADO et al., 2020).

No trabalho de Coró et al. (2020), foi avaliada a oxidação lipídica no produto cárneo *jerked beef* utilizando extrato de erva-mate e própolis e o resultado demonstrou diminuição na oxidação de até 2,5 vezes quando comparados com

o controle. Os resultados demonstram que a erva-mate é uma alternativa de antioxidante natural para indústria de produtos cárneos em substituição aos sais de cura.

Segundo Ferreira et al. (2011) extratos etanólicos de erva-mate podem substituir antioxidantes fenólicos sintéticos nos hambúrgueres de carne bovina, se utilizados em concentrações superiores as permitidas pela legislação (100 ppm). De acordo com os autores a adição de 0,01% de extrato etanólico não é suficiente para prevenir a oxidação lipídica, no entanto o extrato com 0,1% apresenta tanto eficiência na inibição da oxidação quanto na aceitabilidade sensorial, após 90 dias de armazenamento.

Para estudar a capacidade antioxidante da erva-mate em estabilidade oxidante tanto para lipídios quanto proteínas, Beal et al. (2011) aplicaram em formulações de linguiças do tipo italiana, extrato seco de folhas de erva-mate. Concluíram que a presença do extrato além de apresentar a ação antioxidante esperada, não afetou as características sensoriais e de aceitabilidade produto final.

Com o objetivo de avaliar o potencial antioxidante do extrato de erva-mate em carne de frango Camel et al. (2012), prepararam sobrecoxas de frango em diferentes tratamentos (temperos) e cada um foi analisado nas formas crua, assada, após armazenamento sob refrigeração e após reaquecimento. O resultado demonstrou que a adição do extrato de erva-mate em sobrecoxas reduziu a oxidação lipídica em relação às amostras controles, não afetando as características sensoriais da amostra.

Para verificar a ação antioxidante de extratos de erva-mate em hambúrgueres de peixe, foram testadas associações entre extrato de erva-mate com o antioxidante sintético butil-hidroxi-anisol (BHA). Analisaram tanto a oxidação lipídica e a desenvolvimento microbiano por 28 dias, sendo que o resultado da associação demonstrou tanto ação conservante devido à presença dos fenólicos quantificados quanto ação microbiológica para *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella enterica*. O estudo demonstrou que a combinação entre extrato de erva-mate e BHA reduziu a quantidade de conservante sintético utilizado para a mesma atividade antioxidante. Desta

forma, a utilização de antioxidantes naturais é uma opção para redução dos sintéticos (TONET et al., 2019).

Na pesquisa de Racanicci et al. (2008) o extrato aquoso de mate foi eficaz contra a oxidação de lipídios e vitamina E em almôndegas de peito de frango no armazenamento refrigerado por até 10 dias. A erva-mate teve resultado igual ou melhor contra oxidação lipídica secundária quando comparado ao produto preparado com alecrim.

Racanicci et al. (2009) avaliaram carne de frango adicionadas de erva-mate antes do cozimento como agente de proteção antioxidante. A adição de extrato aquoso de erva-mate correspondente a 0,050% de erva-mate foi ideal para proteção oxidativa de produtos cárneos, como uma alternativa a outras fontes antioxidantes naturais que poderiam alterar o sabor do produto final.

Salames produzidos a partir de carne e gordura dorsal de suínos alimentados como milho ou milho parcialmente substituído por farelo de arroz, foram usados para preparar lotes com ou sem adição de erva-mate. O resultado demonstrou que uso do extrato de erva-mate foi capaz de controlar a oxidação lipídica (CAMPOS et al., 2007).

De acordo com o trabalho de Racanicci et al. (2011), o extrato aquoso de erva-mate adicionado à água de beber para frangos de corte não afetou o desempenho dos animais. Entretanto melhorou a estabilidade oxidativa da carne de frango, quando comparada com a carne controle durante armazenamento refrigerado por 7 dias. Desta forma, a erva-mate adicionada à água de beber pode ser uma opção interessante para a estabilidade lipídica da carne.

Zawadzki et al. (2017) realizaram trabalho semelhante, suplementando a ração padrão de milho/soja com extrato de erva-mate em uma dieta de confinamento para gado. Os resultados indicaram aumento nos níveis de monofosfato de inosina, creatina e carnosina na carne fresca, e o teor de ácido linoléico conjugado total aumentou na carne proporcionalmente com o aumento da concentração de erva-mate utilizada, observando também estabilidade oxidativa significativa.

Pesquisas buscando por antioxidantes naturais como substitutos para os sintéticos têm aumentado consideravelmente, com destaque para produtos cárneos. Os resultados demonstram que além de ação antioxidante, outros

efeitos podem ser observados tanto na qualidade sensorial e segurança alimentar quanto no desenvolvimento de produtos com alegação nutracêutica (NAVEENA et al., 2008).

7 Considerações finais

Os trabalhos analisados apresentaram resultados satisfatórios em relação à conservação dos alimentos, quando estes eram adicionados de antioxidantes de erva-mate, quando comparados aos alimentos controle, demonstrando assim, uma real eficácia dos extratos naturais na conservação de alimentos. Desta forma, verifica-se que as opções de desenvolvimento de produtos são variadas, sendo assim toda a população pode ter acesso a alimentos nutritivamente enriquecidos e de qualidade quando adicionados de extratos de erva-mate, ricos em compostos bioativos.

Com o desenvolvimento deste trabalho foi possível analisar trabalhos publicados, provenientes de pesquisas acadêmicas, nos quais se destacam os componentes bioativos da erva-mate. Estes compostos apresentam atividade antioxidante, que pode ser aplicada em alimentos, com objetivo de conservá-los de forma natural, evitando assim o uso de aditivos químicos, que embora permitidos pela legislação, nem sempre são benéficos ao organismo.

Agradecimentos

CAPES, UEPG e EMBRAPA Florestas.

Referências

ACHKAR, M. T.; NOVAES, G. M.; SILVA, M. J. D.; VILEGAS, W. Propriedade antioxidante de compostos fenólicos: Importância na dieta e na conservação de alimentos. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, v. 11, n. 2: 398-406, 2013.

ADEGOKE, G. O.; VIJAY KUMAR, M., GOPALA KRISHNA, A. G.; VARADARAJ, M. C.; SAMBAIAH, K.; LOKESH, B. R. Antioxidants and lipid oxidation in food – a critical appraisal. *J Food Sci Technol*, v. 35, n. 4: 283-398, 1998.

ALVES, A. M. *Caracterização física e química, compostos bioativos e capacidade antioxidante de frutas nativas do cerrado*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2013.

BAILEY, A. E.; *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, 5th ed. New York: John Wiley, vol. 3, 1996.

BARREIROS, L. B. S. et al. Estresse oxidativo: relação entre geracao de especies reativas e defesas do organismo. *Química Nova*, v. 29, n. 1: 2006.

BASTOS, D. H. M.; FORNARI, A. C.; QUEIROZ, Y. S.; TORRES, E. A. F. S. Bioactive Compounds Content of Chimarrão Infusions Related to the Moisture of Yerba Maté (*Ilex Paraguariensis*) Leaves. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 49, n. 3: 399-404, 2006.

BASTOS, D. H. M.; et. al. Yerba mate: Pharmacological properties, research and biotechnology. *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology*, v. 1, 37-46, 2007.

BEAL, P.; FAION, A. M.; CICHOSKI, A. J.; CANSIAN, R. L.; VALDUGA, A. T.; OLIVEIRA, D.; VALDUGA, E. Oxidative stability of fermented Italian-type sausages using mate leaves (*Ilex paraguariensis* St. Hil) extract as natural antioxidante. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 2011.

BERTÉ, K. A. S.; IZIDORO, D. R.; DUTRA, F. L. G.; HOFFMANN-RIBANI, R. Desenvolvimento de gelatina funcional de erva-mate. *Ciência Rural*, v. 41, n. 2: 354-360, 2011.

BRACESCO, N.; SANCHEZ, A. G.; CONTRERAS, V.; MENINI, T.; GUGLIUCCI, A. Recent advances on *Ilex paraguariensis* research: Minireview. *Journal of Ethnopharmacology*, 136, 378-384, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 540, de 1997.

_____. Ministério de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Instrução normativa nº 51, de 2002.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 239, de 2018.

CALDAS, A. F. *Avaliação das Propriedades Antioxidantes do Bagaço de Mirtilo com Potencial Conservante Alimentar*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciências do Consumo e Nutrição. Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território. Faculdade de Ciência Universidade do Porto. 2014.

CAMEL, M.; BECEGATTO, M. G.; VALDUGA, A. T.; CICHOSKI, A. J.; TONIAZZO, G.; VALDUGA, E.; CANSIAN, R. L.; OLIVEIRA, D. Influência do potencial antioxidante de extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) em frango assado, armazenado e reaquecido. *Alimentos e Nutrição*, v. 23, n. 2: 297-305, 2012.

CAMPOS, R. M. L.; HIERRO, E.; ORDOÑEZ, J. A.; BERTOL, T. M.; TERRA, N. N.; HOZ, L. Fatty acid and volatile compounds from salami manufactured with yerba mate (*Ilex paraguariensis*) extract and pork back fat and meat from pigs fed on diets with partial replacement of maize with rice bran. *Food Chemistry*, v. 103, 1159-1167, 2007.

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*, v. 21, 440-454, 2016.

CARPES; S. T.; PEREIRA, D.; MOURA, C.; REIS, A. S.; SILVA, L. D.; OLDONI, T. L. C.; ALMEIDA, J. F.; PLATA-OVIEDO, M. V. S. Lyophilized and microencapsulated extracts of grape pomace from winemaking industry to prevent lipid oxidation in chicken pâté. *Braz J Food Technol*, v. 23, 2020.

CONTRERAS, P. D. *Desenvolvimento de bebida à base de subprodutos da indústria da erva-mate (Ilex paraguariensis St. Hil.) e verificação de sua atividade antioxidante*. 2007. 82f. Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Alimentos– Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de alimentos da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2007.

CORÓ, F. A. G.; GAINO, V. O.; CARNEIRO, J.; COELHO, A. R.; PEDRÃO, M. R. Control of lipid oxidation in jerked beef through the replacement of sodium nitrite by natural extracts of yerba mate and propolis as antioxidant agent. *Braz J of Develop*, v. 6, n. 1: 4834-4850, 2019.

COSKUN, B. K.; CALIKOGLU, E.; EMIROGLU, Z. K.; CANDOGAN, K. Antioxidant active packaging with soy edible films and oregano or thyme essential oils for oxidative stability of ground beef patties. *Journal of Food Quality*, 37, 203-212, 2014. <https://doi.org/10.1111/jfq.12089>.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. *Química de Alimentos de Fennema*. Porto Alegre: Artmed (4. ed), 2010.

DAS, A. K.; RAJKUMAR, V.; VERMA, A. K.; SWARUP, D. Moringa oleifera leaves extract: a natural antioxidant for retarding lipid peroxidation in cooked goat meat patties. *International Journal of Food Science and Technology*, 47, 585-591, 2012.

DROGE, W. Free Radicals in th Physiological Control of Cell Function. *Physiol Rev*, n. 82, 47-95, 2002.

DUARTE, M. M.; TOMASI, J. C.; HELM, C. V.; AMANO, E.; LAZZAROTTO, M.; GODOY, R. C. B.; NOGUEIRA, A. C.; WENDLING, I. Caffeinated and decaffeinated mate tea: Effect of toasting on bioactive compounds and consumer acceptance. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 15, n. 3: 1-10, 2020.

FAION, A. M.; BEAL, P.; RIL, F. T.; CICHOSKI, A. J.; CANSIAN, R. L.; VALDUGA, A. T.; OLIVEIRA, D.; VALDUGA, E. Influence of the addition of natural antioxidant from mate leaves (*Ilex paraguariensis* St. Hill) on the chemical, microbiological and sensory characteristics of different formulations of Prato cheese. *J Food Sci Technol*, v. 52, n. 3:1516-1524, 2015.

FALOWO, A. B.; FAYEMI, P. O.; MUCHENJE, V. Natural antioxidants against lipid-protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. *Food Research International* 64, 171-181, 2014.

FERREIRA, E. L.; SAMPAIO, G. R.; TORRES, E. A. F. S.; BASTOS, D. H. M. Natural Antioxidant from Yerba Maté (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) Prevents Hamburger Peroxidation. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 54, n. 4: 803-809, 2011.

FILIP, R.; LÓPEZ, P.; GIBERTI, G.; COUSSIO, J.; FERRARO, G. Phenolic compounds in seven South American *Ilex* species. *Fitoterapia*, 72: 774-778, 2001.

FORTES, J. P.; SANTOS, C. O.; SILVEIRA, M. L. R.; RICHARDS, N. S. P. S.; SAUTTER, C. K.; Avaliação dos compostos fenólicos e da capacidade antioxidante de ingredientes para elaboração de geleias de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St-Hil) com gengibre (*Zingiber officinale*). In: *Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química – 2014*, v. 1, n. 2: 4148-4154, São Paulo: Blucher, 2015.

FRIEDMAN, M. Overview of antibacterial, antitoxin, antiviral, and antifungal activities of tea flavonoids and teas. *Molecular Nutrition & Food Research*, v. 51: 116-134, 2007.

GERKE, I. B. B. *Extrato aquoso de erva mate (Ilex paraguariensis st. Hill) clarificado: extração em batelada e processamento por membranas*. Dissertação (Mestrado Engenharia de Alimentos). Universidade Federal do Paraná, UFPR. Curitiba, 2016.

GOMES; M. S.; FLORIANI, L. R.; MURAKAMI, F. S. Controle de qualidade microbiológico e avaliação da eficácia de conservante em bebida energética a base de extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). *Rev. Bras. Farm.*, v. 93, n. 3: 326-330, 2012.

GÜLÇİN, İ. Antioxidant activity of food constituents: An overview. *Arch Toxicol*. 86: 345–391, 2012. DOI 10.1007/s00204-011-0774-2.

HEIM, K. E.; TAGLIAFERRO, A. R.; BOBOLYA, D. J. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *Journal of Nutritional Biochemistry*, v. 13, 572-584, 2002.

HONORATO, T. C.; NASCIMENTO, K. O. Conhecimento do consumidor em relação aos aditivos utilizados na produção e conservação dos alimentos. *Nutrição Brasil*, v. 10, n. 1, 2011.

HORNUNG, P. S.; ÁVILA, S.; APEA-BAH, F. B.; LIU, J.; TEIXEIRA, G. L.; RIBANI, R. H. Sustainable use of *Ilex paraguariensis* waste in improving biodegradable corn starch films' mechanical, thermal and bioactive properties. *Journal of Polymers and the Environment*, v. 28, n. 6: , 2020.

JARAMILLO, C. M. et al. Biofilms based on cassava starch containing extract of yerba mate as antioxidant and plasticizer. *Starch-Stärke*, v. 67, n. 9-10:780-789, 2015.

JIANG, J.; XIONG, Y. L. Natural antioxidants as food and feed additives to promote health benefits and quality of meat products: A review. *Meat Science* v. 120, 107-117, 2016.

KNAPP, M. A.; SANTOS, D. F.; PILATTI-RICCIO, D.; DEON, V. G.; SANTOS, G. H. F.; PINTO, V. Z. Yerba-mate extract in active starch films: Mechanical and antioxidant properties. *J Food Process Preserv.* 2019. DOI: 10.1111/jfpp.13897

KUHN, M.; LANG, S.; BEZOLD, F.; MINCEVA, M.; BRIESEN, H. Time-Resolved extraction of caffeine and trigonelline from finely-ground espresso coffee with varying particle sizes and tamping pressures. *Journal of Food Engineering*, v. 206, 37-47, 2017.

LEONARDI, J. G.; AZEVEDO, B. M. Métodos de conservação de alimentos. *Revista Saúde em Foco*, v. 10, n. 1, 2018.

LIMA, J. B. et al. Anthocyanins, pigments stability and antioxidant activity in jaboticaba [*Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg]. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 33, n. 3: 877-887, 2011.

LOBO, V.; PATIL, A.; PHATAK, A.; CHANDRA, N. Free radicals, antioxidants and functional foods: impact on human health. *Pharmacognosy Reviews*, v. 4, n. 8: 118, 2010.

MACHADO, B. A. S.; NUNES, I. L.; PEREIRA, F. V.; DRUZIAN, J. I. Desenvolvimento e avaliação da eficácia de filmes biodegradáveis de amido de mandioca com nanocelulose como reforço e com extrato de erva-mate como aditivo antioxidante. *Revista Ciencia Rural [online]*. V. 42, n. 11: 2085-2091, 2012.

MACHADO, A. A. R.; PEIXOTO, N. C.; HAUTRIVE, T. P.; UCZAY, J.; BEZERRA, A. S. Efeito Antioxidante da *Ilex paraguariensis* e Condimentos na

- Oxidação Lipídica de Filés de *Oreochromis niloticus*. *Revista Contexto & Saúde*, v. 20, n. 39: 35-40, 2020. DOI:10.21527/2176-7114.2020.39.35-40
- MOREIRA, A. V. B.; MANCINI-FILHO, J. Influência dos compostos fenólicos de especiarias sobre a lipoperoxidação e o perfil lipídico de tecidos de ratos. *Rev Nutr*, v. 17, n. 4: 411-24, 2004.
- NACZH, M.; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*, v. 1054, n. 1-2: 95-111, 2004.
- NAVEENA, B. M.; SEN, A. R.; VAITHIYANATHAN, S.; BABJI, Y.; KONDAIAH, N. Comparative efficacy of pomegranate juice, pomegranate rind powder extract and BHT as antioxidants in cooked chicken patties. *Meat Science*, 80, 1304-1308, 2008.
- NIKMARAN, N.; BUDARAJU, S.; BARBA, F. J.; LORENZO, J. M., COX, R. B.; MALLIKARJUNAN, K.; ROOHINEJAD, S. Application of plant extracts to improve the shelf-life, nutritional and health-related properties of ready-to-eat meat products. *Meat Science*, 145, 245–255, 2018.
- OLIVEIRA, M. D.; FABIER, C. R.; OVIEDO, M. S. V. P. A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill) como substituto parcial do lúpulo amargor na fabricação de cerveja artesanal. *Brazilian Journal of Food Research*, v. 8 n. 4: 1-12, 2017.
- ORDOÑEZ, J. A. et al. *Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos*. Porto Alegre: Artmed, 2007.
- OSWELL, N. J.; THIPPAREDDI, H.; PEGG, R. B. Practical use of natural antioxidants in meat products in the U.S.: A review. *Meat Science*, 145, 469-479, 2018.
- PAPUC, C.; GORAN, G. V.; PREDESCU, C. N.; NICORESCU, V. Mechanisms of oxidative processes in meat and toxicity induced by postprandial degradation products: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16, 96-123, 2017.
- PEREIRA, L. F. S.; INACIO, M. L. C.; PEREIRA, R. C.; ANGELIS-PEREIRA, M. C. Prevalência de Aditivos em Alimentos Industrializados Comercializados em uma Cidade do Sul de Minas Gerais. *Revista Ciências em Saúde*, v. 5, 2015.
- PRECI, D.; CICHOSKI, A. J.; VALDUGA, A. T.; OLIVEIRA, D.; VALDUGA, Eunice; TREICHEL, H.; TONIAZZO, G.; CANSIAN, R. L. Desenvolvimento de iogurte light com extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) e adição de probióticos. *Alimentos e Nutrição*, v. 22, n.1: 27-38, 2008.
- RACANICCI, A. M. C.; MENTEN, J. F. M.; ALENCAR, S. M.; BUISSA, R. S.; SKIBSTED, L. H. Mate (*Ilex paraguariensis*) as dietary additive for broilers: performance and oxidative stability of meat. *Eur Food Res Technol*, 232: 655-661, 2011.

- RACANICCI, A. M. C.; DANIELSEN, B.; SKIBSTED, L. H. Mate (*Ilex paraguariensis*) as a source of water extractable antioxidant for use in chicken meat. *Eur Food Res Technol*, 227: 255-260, 2008.
- RACANICCI, A. M. C.; ALLESEN-HOLM, B. H.; SKIBSTED, L. H. Sensory evaluation of precooked chicken meat with mate (*Ilex paraguariensis*) added as antioxidant. *Eur Food Res Technol*, 229: 277-280, 2009.
- RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. *Quim. Nova*, v. 29, n. 4: 755-760, 2006.
- RAMOS, L. R.; SANTOS, J. S.; DAGUER, H.; VALESE, A. C.; CRUZ, A. G.; GRANATO, D. Analytical optimization of a phenolic-rich herbal extract and supplementation in fermented milk containing sweet potato pulp. *Food Chem*, 221: 950-958, 2017. DOI 10.1016/j.foodchem.2016.11.069
- REIS, R. C. et al. Alimentos com efeitos na saúde humana, em especial na obesidade: compostos bioativos e atividade antioxidante. *Revista Interdisciplinar*. v. 9, n. 3: 36-41, 2016.
- RIACHI, L.G.; DE MARIA, C.A.B. Yerba mate: An overview of physiological effects in humans. *Journal of Functional Foods*, v. 38, part A, 308-320, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.09.020>.
- RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. *Química de alimentos*. 2 ed. Rev. São Paulo: Instituto Mauá de Tecnologia, Edgar. Blucher, 2007.
- RIBEIRO, J. S.; SANTOS, M. J. M. C.; SILVA, L. K. R.; PEREIRA, L. C. L.; SANTOS, I. A.; LANNES, S. C. S.; SILVA, M. V. Natural antioxidants used in meat products: A brief review. *Meat Science*, 148, 181-188, 2019.
- RIBEIRO, L. F. *Avaliação dos compostos bioativos e atividade antioxidante in vitro e in vivo em bagaços de uvas (Vitis vinífera e Vitis labrusca)*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia Química, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2016.
- ROMANI, V. P.; MARTINS, V. G.; SOARES, L. A. S. Oxidação lipídica e compostos fenólicos como antioxidantes em embalagens ativas para alimentos. *Vetor*, v. 27, n. 1: 38-56, 2017.
- SARAIVA, B. R.; VITAL, A. C. P.; ANJO, F. A. Effect of yerba mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) addition on the functional and technological characteristics of fresh cheese. *J Food Sci Technol*, v. 56, n. 3:1256-1265, 2019. DOI 10.1007/s13197-019-03589-w
- SARI, F.; VELIOGLU, Y. S. Effects of particle size, extraction time and temperature, and derivatization time on determination of theanine in tea. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 24, n. 8: 1130-1135, 2011.

SILVA, F. A. M.; BORGES M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. *Quím. Nova*, v. 22, 94-103, 1999.

SILVA JÚNIOR, E.A. *Manual de controle higiênico-sanitário em alimentos*. São Paulo: Varela, 475p. 2002.

SILVA, M. L. C. et al. Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 31, n. 3: 669-682, 2010.

SOTO-VACA, A.; GUTIERREZ, A.; LOSSO, J.N.; XU, Z.; FINLEY, J.W. Evolution of Phenolic Compounds from Color and Flavor Problems to Health Benefits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. V. 60, 6658-6677, 2012.

TONET, A.; ZARA, R. F.; TIUMAN, T. S. Atividade biológica e quantificação de compostos bioativos em extrato de erva-mate e sua aplicação em hambúrguer de peixe. *Braz J Food Technol*, v. 22, e2018054, 2019.

TONETTO, A.; HUANG, A.; YOKO, J.; GONÇALVES, R. O uso de aditivos de cor e sabor em produtos alimentícios. São Paulo: *Faculdade de ciências farmacêuticas*, 2008.

VASCONCELOS, M. A. D. S.; MELO FILHO, A. B. D. *Conservação de alimentos*. Programa Escola Técnica Aberta do Brasil (ETEC - Brasil) Recife: EDUFRPE, 130f. 2010.

VEECKI, A. P. L.; BOLIGON, A. A.; ATHAYDE, M. L.; EMANUELLI, T. Mate extract on lipid and color changes of dourado fillets during frozen storage *Ciência Rural [online]*, v. 43, n. 7, 2013.

VERMERRIS, W.; NICHOLSON, R. Phenolic compounds and their effects on human health. *In: Phenolic compounds biochemistry*, 235-255, 2006. DOI: 10.1007/978-1-4020-5164-7_7

WOLFF, S. M.; SILVEIRA, A. C.; LAZZAROTTO, M. Metodologia para extração de fenólicos totais e antioxidantes da erva-mate. *Iniciação Científica CESUMAR*, v. 21, n. 1: 45-54, 2019.

YANISHLIEVA, N.V.; MARINOVA, E.; POKORNÝ, J. Natural antioxidants from herbs and spices. *European Journal of Lipid Science and Technology*, v. 108, n. 9: 776-793, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1002/ejlt.200600127>

YONNY, M. E.; MEDINA, A. V.; NAZARENO, M. A.; CHAILLOU, L. L. Enhancement in the oxidative stability of green peas by *Ilex paraguariensis* addition in a blanching process before their refrigerated and frozen storage. *Food Science and Technology*, v. 91, n. 2: 315-321, 2018.

ZANCHETT, C. S.; MIGNONI, M. L.; BARRO, N. P. R.; ROSA, C. D.
Desenvolvimento de chocolate branco com extrato de erva-mate. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 19, e2015073, 2016. DOI: 10.1590/1981-6723.7315

ZAWADZKI, A.; ARRIVETTI, L. O. R.; VIDAL, M. P.; CATAI, J. R.; NASSU, R. T.; TULLIO, R. R.; BERNDT, A.; OLIVEIRA, C. R.; FERREIRA, A. G.; NEVES-JUNIOR, L. F.; COLNAGO, L. A.; SKIBSTED, L. H.; CARDOSO, D. R. Mate extract as feed additive for improvement of beef quality. *Food Research International*, v. 99, 336-347, 2017. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.05.033