

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

CAMILA REGINA SILVA DE CARVALHO

**POTENCIAL ANTIOXIDANTE E TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS DOS
CHÁS DE HORTELÃ (*Mentha spicata*), CAMOMILA (*Matricaria chamomilla*) e
CAPIM-CIDREIRA (*Cymbopogon citratus*).**

PATOS DE MINAS – MG

JULHO DE 2019

CAMILA REGINA SILVA DE CARVALHO

**POTENCIAL ANTIOXIDANTE E TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS DOS
CHÁS DE HORTELÃ (*Mentha spicata*), CAMOMILA (*Matricaria chamomilla*) e
CAPIM-CIDREIRA (*Cymbopogon citratus*).**

Monografia apresentada ao Instituto de Biotecnologia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito final para a obtenção do título de Bacharel em Biotecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Marcos de Souza Gomes.

PATOS DE MINAS – MG

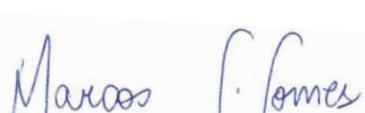
JULHO DE 2019

CAMILA REGINA SILVA DE CARVALHO

Potencial antioxidante e teor de compostos fenólicos dos chás de hortelã (*Mentha spicata*), camomila (*Matricaria chamomilla*) e capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*)

Monografia apresentada ao Instituto de Biotecnologia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito final para a obtenção do título de Bacharel em Biotecnologia.

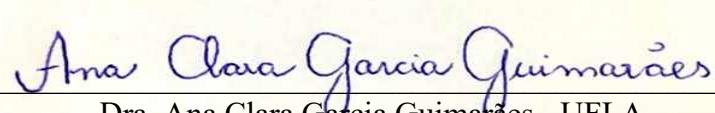
Banca examinadora:


Dr. Marcos de Souza Gomes – UFU

Presidente


Dra. Enyara Rezende Morais – UFU

Membro


Dra. Ana Clara Garcia Guimaraes - UFLA

Membro

AGRADECIMENTOS

Dedico esse trabalho exclusivamente a Deus, meu guia, que me reveste de forças e torna o meu caminho perfeito. Foram dias e noites difíceis, mas em nenhum momento estive só. Meu Senhor e Nossa Senhora Aparecida me capacitaram para concretizar mais esse sonho.

Sem palavras para tamanha gratidão ao amor incondicional e força oferecidos a mim pela minha mãe, Vanessa, maior inspiração e combustível para eu nunca desistir.

Ernestina, segunda mãe e querida avó, que teve um papel fundamental para minha base de caráter e valores.

Minha gêmea, Carla, que não deixou de me apoiar e incentivar nos momentos de desânimo e cansaço.

Agradeço em especial ao meu orientador Prof. Dr. Marcos de Souza Gomes por ter aceito o convite da orientação, pela paciência, estímulo, conselhos, empenho dedicado à elaboração deste trabalho e confiança por compartilhar comigo seus conhecimentos e esse projeto que amei fazer.

A Prof. Dra. Enyara Rezende Moraes, a qual tive o grande privilégio de ser aluna e desde então passei a admirá-la. É um prazer tê-la na banca examinadora.

A Dra. Ana Clara Garcia Guimarães por se fazer presente na banca examinadora, pela colaboração valiosa dos comentários e sugestões que vão engrandecer ainda mais esse trabalho. É um prazer tê-la na banca examinadora.

O meu muito obrigada também a esta universidade, seu corpo docente, direção e administração. Dando ênfase aqueles que foram meus professores, por exalar tanto amor e empenho pela academia e pela vontade de ensinar. Tais ensinamentos foram muito além dos conteúdos da grade curricular. Souberam despertar em mim uma admiração enorme e se tornaram uma inspiração.

RESUMO

A utilização de plantas medicinais no tratamento de doenças é tão antiga quanto à história da humanidade. Nos dias atuais, essa tradição ainda é muito presente. O chá é uma infusão de diferentes partes de vegetais, que tem ganhado importância nos últimos anos devido à busca por fontes naturais de antioxidantes, os quais podem trazer benefícios à saúde humana pelo retardamento do processo de envelhecimento, assim como pela prevenção de doenças crônicas. Dentre os chás facilmente encontrados no país estão o de hortelã (*Mentha spicata*), camomila (*Matricaria chamomilla*) e capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*). Com isso, o objetivo desse estudo foi investigar a atividade antioxidante por meio dos métodos DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) e ABTS ((2,2-azinobis-[3-etil-benzotiazolin-6-ácido sulfônico]) e determinar o teor de compostos fenólicos através do reagente Folin-Ciocalteu, das infusões com e sem sachê. A maior atividade por ambos os métodos foi encontrada nos chás de hortelã, seguida pela camomila e capim-cidreira. Avaliação do teor de compostos fenólicos totais dos seis chás em ordem decrescente foram: hortelã, capim-cidreira em sachê, a camomila e por último com teores mais baixos o capim-cidreira sem sachê. Os resultados mostraram que principalmente as infusões aquosas de hortelã, são boas fontes de atividade antioxidante com porcentagem próximo de 100% e 80 mg EAG/g de compostos fenólicos. Apesar de o chá de hortelã ter apresentado os maiores valores, os chás de camomila sem sachê e capim-cidreira com sachê na maior concentração se destacaram no método do ABTS.

Palavras-chave: Metabólitos secundários. Chás. Radical livre.

ABSTRACT

*The use of medicinal plants in the treatment of diseases is as old as the history of mankind. Nowadays, this tradition is still very present. Tea is an infusion of different parts of vegetables, which has gained importance in recent years due to the search for natural sources of antioxidants, which can bring benefits to human health by delaying the aging process as well as by preventing chronic diseases. Among the teas easily found in the country are mint (*Mentha spicata*), chamomile (*Matricaria chamomilla*) and lemongrass (*Cymbopogon citratus*). The objective of this study was to investigate the antioxidant activity by DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) and ABTS (2,2-azinobis- [3-ethyl-benzothiazolin-6-sulfonic acid]) and to determine the content of phenolic compounds by the Folin-Ciocalteu reagent, with infusions with and without sachets, the highest activity by both methods was found in the mint teas, followed by chamomile and lemon grass. total of the six teas in descending order were: mint, lemon balm, camomile and, finally, lemon balm without saccharide. The results showed that mainly aqueous infusions of spearmint are good sources of antioxidant activity with a percentage close to 100% and 80 mg EAG / g of phenolic compounds. Although the mint tea presented the highest values, the unmasked chamomile and lemon balm with sachet in the highest concentration were highlighted in the mét of ABTS.*

Keywords: Secondary metabolites. Teas. Free radical.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%: por cento

μ g: micrograma

μ L: microlitro

ABTS+: 2,2-azinobis-[3-etyl-benzotiazolin-6-ácido sulfônico]

ATP: adenosina trifosfato

AO: antioxidantes

BHT: butilhidroxitolueno

DIC: delineamento inteiramente casualizado

DPPH: 2,2-difenil-1-picrilhidrazil

DPPH-H: 2,2-difenilpicril-hidrazina

DNA: deoxyribonucleic acid

FLA: flavonoides

g: grama

EAG: ácido gálico

L: litro

mg: miligrama

mL: mililitros

nm: nanômetros

RL: radicais livres

Sisvar: Sistema de análise de variância para dados balanceados

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	(A) Aspecto geral da planta hortelã (<i>M. spicata</i>). (B) Erva após secagem...	13
Figura 2 –	(A) Exemplar de flor de camomila (<i>M. chamomilla L.</i>). (B) Inflorescências após secagem.....	14
Figura 3 –	(A) Aspecto geral da planta capim-cidreira (<i>C. citratus</i>). (B) Após secagem.....	15
Figura 4 –	Ciclo biossintético dos metabólitos secundários.....	17
Figura 5 –	Estrutura química do DPPH e reação com um antioxidante.....	23
Figura 6 –	Estabilização do radical ABTS ^{•+} por um antioxidante e sua formação pelo persulfato de potássio.....	24
Figura 7 –	Atividade antioxidante por meio do DPPH. Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas para comparar a concentração entre as amostras dos seis e minúsculas para comparar a concentração dentro das amostras dos chás, não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.....	26
Figura 8 –	Atividade antioxidante por meio do método de ABTS. Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas para comparar a concentração entre as amostras dos seis e minúsculas para comparar a concentração dentro das amostras dos chás, não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.....	28
Figura 9 –	Avaliação do teor de compostos fenólicos totais de seis chás. Médias seguidas pela mesma letra, não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.....	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1 Chás.....	11
2.2 Hortelã (<i>Mentha spicata</i>)	12
2.3 Camomila (<i>Matricaria chamomilla</i>).....	14
2.4 Capim-cidreira (<i>Cymbopogon citratus</i>)	15
2.5 Metabólitos secundários.....	16
2.6 Antioxidantes	18
2.7 Antioxidantes naturais	19
2.8 Radicais livres	19
3 OBJETIVOS.....	21
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
4.1 Amostra dos chás	22
4.2 Determinação da atividade antioxidante	22
4.2.1 DPPH.....	22
4.2.2 ABTS.....	23
4.2.3 Determinação dos fenólicos totais.....	24
4.3 Análise estatística.....	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1 Método do DPPH.....	26
5.2 Método do ABTS	28
5.3 Determinação dos fenólicos totais	29
6 CONCLUSÃO.....	32
REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

O consumo de alimentos de origem vegetal tem sido associado a uma menor incidência e mortalidade por doenças crônicas não transmissíveis, exatamente pela proteção que esses alimentos proporcionam contra essas doenças (SERRANO; GOÑI; SAURA-CALIXTO, 2007). Esses vegetais ao serem ingeridos na forma de chás, contribuem consideravelmente para o aumento da ingestão de compostos fenólicos (MORAES-DE-SOUZA, 2007; HIGDON; FREI, 2003), ganhando importância nessa busca por fontes naturais de antioxidantes (BUNKOVA et al., 2005).

Os antioxidantes são moléculas capazes de inibir a oxidação de outras moléculas. Podem ser classificados como enzimáticos e não enzimáticos, endógenos e exógenos. Os enzimáticos são compostos capazes de bloquear a iniciação da oxidação, ou seja, as enzimas que removem as espécies reativas ao oxigênio. Incluem-se neste grupo as enzimas superóxido dismutase, a catalase e a glutationa peroxidase. Além dessas defesas enzimáticas, existem ainda antioxidantes não enzimáticos, provenientes da dieta ou suplementação e os principais exemplos são as vitaminas, o β -caroteno, os compostos fenólicos, flavonoides, entre outros (HUANG; PRIOR, 2005; RITTER et al., 2004).

O chá é uma das bebidas mais populares consumidas no mundo e, se sendo ingerido duas ou três vezes ao dia, exerce um papel muito importante no controle de diversos tipos de doenças (KAUSHIK et al., 2010). Quanto ao preparo há dois modos básicos, a infusão e a decocção. Na infusão, a água é aquecida até ponto de fervura e vertida sobre a planta, a mistura fica em repouso por alguns minutos, de preferência tampada. Esta técnica é geralmente aplicada para preparação de chás de folhas, flores e frutos moídos. Já na decocção, as partes da planta são fervidas junto com a água por alguns minutos. Aplicada para o preparo de chás das cascas, raízes ou pedaços de caule, que por serem mais duros precisam de um método mais rigoroso para a extração para a água dos compostos benéficos presentes na planta (BUENO, 2010).

No Brasil o consumo é muito relacionado às práticas curativas, tendo suas origens principais nas culturas indígenas, negras e europeias sendo as infusões de maior importância aquelas obtidas de ervas frescas com destaque para a camomila, capim-cidreira, erva-doce e hortelã (SILVA et al., 2001; BRASIL, 2019).

Um dos principais grupos de antioxidantes encontrados nas plantas são os compostos fenólicos, com destaque para a classe dos flavonoides. Esses compostos demonstraram, além

do potencial antioxidante, atividades anti-inflamatória, antialérgica, antimicrobiana e anticarcinogênica. A atividade antioxidante dos compostos fenólicos é devida as suas propriedades redox, que permitem que eles ajam como agentes redutores ou doadores de hidrogênio (WILLIAMS; SPENCER; RICE-EVANS, 2004). O conhecimento da composição bem como a quantidade existente de compostos fenólicos em alimentos, como os chás, é ferramenta importante para o entendimento do seu papel na fisiologia da planta e na saúde humana (LIMA et al., 2009).

Pela dificuldade de se avaliar a atividade antioxidante dos alimentos sobre a fisiologia e a saúde humana, torna-se necessária a identificação de indicadores correlacionados com estas propriedades biológicas *in vivo*. Um dos indicadores é a quantificação e a identificação da composição fenólica, enquanto que outro é a determinação da atividade sequestrante de radicais livres relacionada com o potencial redutor (BECKER; NISSEN; SKIBSTED, 2004).

A importância desse estudo é justificada pelo fato de que os alimentos que contêm compostos fenólicos, normalmente, apresentam alta atividade antioxidante, podendo ter efeitos positivos tanto na conservação da qualidade dos alimentos, quanto na preservação da saúde humana. Quando presentes regularmente na dieta podem ser associados à diminuição do risco de doenças crônicas não transmissíveis.

Desta forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar a atividade antioxidante por meio dos métodos de DPPH e ABTS e também estimar o teor de compostos fenólicos presentes em três espécies comumente consumidas em forma de infusão no Brasil, hortelã (*M. spicata*), camomila (*M. chamomilla*) e capim-cidreira (*C. citratus*), utilizando três marcas comerciais diferentes com e sem sachê.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Chás

O chá é de origem asiática, mais precisamente da China e segundo alguns historiadores surgiu por volta de 2.800 a.C. de uma forma ocasional. O imperador Shen Nung, por razões de higiene, só bebia água fervida e em um de seus passeios resolveu matar a sede sobre a sombra de uma árvore. Acidentalmente, pela ação dos ventos algumas folhas de um arbusto caíram no recipiente na qual a água fervia, ocasionando um perfume agradável. Depois de experimentar o líquido acastanhado que se formou, relatou que era realmente uma bebida saborosa e refrescante (PRESSER, 2007).

É fácil de encontrar vários contos por trás da história do surgimento do chá, apesar de não saber se são verídicos, eles apresentam dados com respaldos históricos, permitindo compreender um pouco mais sobre o assunto (BRAIBANTE et al., 2014).

Com o passar dos anos a popularidade dos chás atravessou oceanos e conquistou vários países, de acordo com Melo e Zeni (2018), à medida em que foi se difundindo pelo território europeu, foi recebendo diferentes denominações provenientes dos idiomas de cada região, mantendo-se o sotaque de sua origem. Os portugueses adquiriam o chá em Macau, colônia portuguesa na China, onde se falava o dialeto cantonês, que se parece com o mandarim e, assim, o tchá falado por eles chegou ao Brasil e ficou conhecido como chá.

O chá começou a ser cultivado no Brasil por imigrantes por volta de 1814 para abastecer a corte portuguesa, na cidade do Rio de Janeiro, no início do século XIX. Na Europa, o chá já desfrutava de uma popularidade que ainda não era vivenciada em terras brasileiras, já que o hábito de consumo da bebida era regalia dos mais privilegiados. Porém, em pouco tempo, assumiu uma dimensão tal na vida cotidiana da população que passou de um hábito social de etiqueta servido em boas louças, para fins medicinais, contra indisposições, dores de cabeça, febres, apresentando melhoras incontestáveis (LIMA, 1997).

Justamente por oferecer benefícios ao consumidor, além das suas funções nutricionais, as infusões de ervas são consideradas um alimento funcional (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009). No trabalho realizado por Lima et al. (2009), verifica-se alguns dos efeitos oferecidos a partir do consumo frequente dessa bebida, como efeito protetor contra diversos tipos de câncer e doenças cardiovasculares, possuindo propriedades antialérgicas, antiesclerótica e antibacteriana.

Com a crescente busca por alimentos saudáveis e o interesse pela descoberta de antioxidantes de fontes naturais, tem-se atribuído ao chá uma atenção muito grande, por ser constituído de parte de vegetais e ser preparado na forma de infusão, o que contribui bastante para a extração dos compostos fenólicos considerados responsáveis por prevenir o dano oxidativo das células (ABREU, 2013).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária, em 22 de setembro de 2005 na Resolução RDC nº 277, conceituou chá como:

2.2. Chá: é o produto constituído de uma ou mais partes de espécie(s) vegetal(is) inteira(s), fragmentada(s) ou moída(s), com ou sem fermentação, tostada(s) ou não, constantes de Regulamento Técnico de Espécies Vegetais para o Preparo de Chás. O produto pode ser adicionado de aroma e ou especiaria para conferir aroma e ou sabor.

Estima-se que sejam consumidos no mundo cerca de 3 bilhões de xícaras por dia, e que existem 3 mil variedades de chá. O Brasil é apenas o 52º maior consumidor de chá do mundo, muito atrás de países como Índia, China, Turquia, Rússia e Estados Unidos. De acordo com Cortez et al. (1999) e Pereira et al. (2019) as infusões mais comuns no Brasil são de camomila, erva-cidreira, erva-doce, hortelã, marcela, gengibre, boldo e carqueja.

Segundo o relatório da empresa de pesquisa de mercado Euromonitor International (2017), no ano de 2016, foram ingeridos 331 bilhões de litros de chá quente e 41 bilhões de litros de chá gelado no mundo. Afirmam que a bebida se tornou uma das mais populares globalmente devido a versatilidade como produto que pode ser consumida tanto quente quanto gelada, não precisando ficar restritos só as temperaturas mais baixas e atendendo aos consumidores no verão quando os termômetros sobem, além de apresentar várias combinações de sabores disponíveis.

2.2 Hortelã (*Mentha spicata*)

A *Mentha spicata* (L.) (**Figura 1**) é uma das espécies mais cultivada no Brasil devido a boa adaptação ao clima subtropical. Com alturas variando de 30 a 100 cm, suas folhas são verdes e ovaladas, rugosas e aromáticas, sem pêlos e um rizoma subterrâneo carnoso bem difundido. As folhas têm 5 a 9 cm de comprimento e 1,5 a 3 cm de largura, com uma margem serrilhada. O caule é quadrado, uma marca registrada da família das ervas. A hortelã produz flores em pontas finas, de cor rosa ou branca com 2,5 a 3 mm de comprimento e largura. As folhas são popularmente usadas como um agente aromatizante de chá e toda a planta é usada como um carminativo (ALMEIDA, 2006; BENSABAH et al., 2013; SNOUSSI et al., 2015).

A hortelã pertence à família Lamiaceae, que possui mais de 4000 espécies em 200 gêneros. Vários desses, contém plantas medicinais que possuem óleos essenciais com atividades biológicas contra bactérias e fungos e por isso são utilizadas na terapia de doenças humanas (SNOUSSI et al., 2015).

O gênero *Mentha* inclui mais de 30 espécies de plantas herbáceas perenes (BARDAWEEL et al., 2018). É um dos mais complexos do reino vegetal devido aos inúmeros híbridos resultantes do cruzamento espontâneo das espécies, o que auxilia na dispersão e adaptação a vários ambientes (ALMEIDA, 2006).

Todas as espécies de hortelã são facilmente cultiváveis e multiplicam-se por divisão de estolões, podendo ser plantadas em qualquer época do ano, sendo a primavera ou outono as estações preferidas. Desenvolvem-se bem em solos férteis, adubados e com pH entre 6,0 e 7,0 (SOUZA, 2006).

Figura 1 – (A) Aspecto geral da planta hortelã (*M. spicata*). (B) Erva após secagem.



Fonte: (A) Mr. Spice, 2010; (B) All nuts, 2015.

A erva de hortelã tem uma grande importância econômica, se fazendo presente em várias áreas da indústria, utilizada em cozinhas, medicamentos e cosméticos. É indicada popularmente para alívio do resfriado comum, febre, gripe, indigestão e enjoo, além de se fazer presente em muitos itens de uso diário, incluindo confeitoraria aromatizando balas, cosméticos, produtos de higiene bucal, produtos farmacêuticos, pesticidas e como agente intensificador de sabor em pastas de dente, gomas de mascar e bebidas (PARK et al., 2016).

A hortelã contém uma grande variedade de compostos, sendo a carvona é o composto mais notável, pois confere à planta seu aroma característico. Outro composto é o ácido rosmariníco, que é um antioxidante polifenólico com atividades imunossupressoras, anti-inflamatórias, antibacterianas e antivirais (LASRADO et al., 2017).

Nos resultados obtidos por Snoussi e colaboradores (2015), confirmaram relatos prévios sobre a importância da hortelã como antioxidante natural e seu possível papel na proteção da saúde humana.

2.3 Camomila (*Matricaria chamomilla*)

M. chamomilla (L.) (**Figura 2**) possui muitos sinônimos sendo os mais importantes: *Chamomilla recutita* (L.), *Matricaria recutita* (L.) e *Chamaemelum chamomilla* (L.). É uma planta herbácea, anual, aromática, pertencente à família Asteraceae, com 10 a 30 cm de altura, apresentando caule ereto e ramificado, com capítulos florais de 1,5 cm de diâmetro compreendendo 12 a 20 flores brancas. No Brasil, essa planta foi introduzida pelos imigrantes europeus há mais de 100 anos. A parte da planta utilizada para fins terapêuticos é constituída dos seus capítulos florais secos (ARRUDA et al., 2013; SOUZA et al., 2006).

Figura 2 – (A) Exemplar de flor de camomila (*M. chamomilla* L.). (B) Inflorescências após secagem.



Fonte: (A) Força azul aromaterapia, 2011; (B) Pérolas da Amazônia, 2009.

Tem sido usada na medicina popular sob várias formas, sendo a mais comum, o chá preparado através de infusão. Outras maneiras incluem xaropes, compressas e banhos. Apresenta propriedades antiespasmódica, cicatrizante, carminativa, além de clareadora de cabelos, e ainda aromatizante industrial na composição de sabonetes, perfumes, xampus e loções, bem como para conferir odor e sabor agradáveis a uma grande variedade de alimentos e bebidas (ARRUDA et al., 2013; BORSATO, 2006).

Alguns autores confirmaram tais propriedades terapêuticas, descritas pela sabedoria popular, através da utilização que são propriedades calmantes, contra insônia e relaxante. Pereira et al. (2019) e Cortez et al. (1999) relatam que o emprego das flores desencadeia alterações no sistema nervoso e aparelho digestório. Vicentino e Menezes (2007) detectaram

atividade antioxidante e estudos prévios realizados por Matos et al. (2008) mostram a atividade antifúngica *in vitro* de pomadas a base de camomila sobre as espécies de leveduras do gênero *Candida*; entre outras.

2.4 Capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*)

Capim-cidreira (**Figura 3**) é uma gramínea tropical, com 1,8 m de altura e 1,2 m de largura. As folhas são perenes, verde azuladas, brilhantes e liberam um aroma cítrico quando esmagadas. O uso da planta na medicina popular ocorre em quase todos os continentes, cobrindo uma ampla gama de aplicações. Destes, destaca-se sua utilização no tratamento de problemas respiratórios, gástricos e do sistema nervoso. É predominantemente usado na forma de infusão de folhas frescas e secas ou através do seu óleo essencial (COSTA, 2015).

Figura 3 – (A) Aspecto geral da planta capim-cidreira (*C. citratus*). (B) Após secagem.



Fonte: (A) Tripoeste fit, 2015; (B) Loja ZNC, 2012.

No Brasil a espécie botânica *C. citratus* é considerada subespontânea, aparecendo em todos os estados como planta cultivável e conhecida como capim-limão, capim-santo, capim-cheiroso, capim-cidreira, capim-marinho (FERREIRA, 2008).

O chá preparado a partir das suas folhas é muito utilizado como antiespasmódico, analgésico, anti-inflamatório, ansiolítico, hipnótico, anticonvulsivante, antipirético, diurético e sedativo (ALMEIDA, 2016).

Em um estudo fitoquímico, avaliando principalmente os compostos antioxidantes, conduzido por Roriz et al. (2014), constata que o capim-cidreira apresentou capacidade de remoção de ânion superóxido e radical hidroxila, revelando que estes compostos possuem um efeito protetor contra as espécies reativas que estão envolvidas em doenças inflamatórias e degenerativas.

2.5 Metabólitos secundários

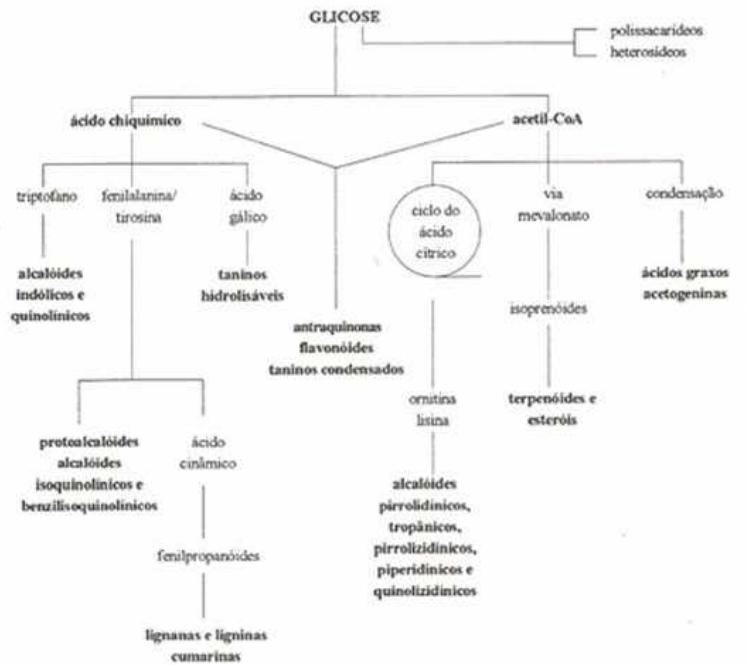
As plantas, diferente dos animais, são ausentes de movimentos, não podendo dessa forma se deslocar quando estão em situações menos favoráveis. Assim, ao longo da história evolutiva, os vegetais foram selecionados por sua forma de defesa. Uma das maneiras desses organismos lidarem com as situações adversas é por meio de substâncias que possibilitam a sobrevivência. Dentre essas substâncias estão os metabolitos secundários (SANTOS, 2015).

Como pode ser observado na **Figura 4**, a origem de todos os metabolitos secundários pode ser resumida a partir do metabolismo da glicose, via dois intermediários principais, o ácido chiquímico e o Acetyl-CoA. O ácido chiquímico origina os aminoácidos aromáticos, já os derivados do acetato podem ser classificados segundo a sua rota metabólica (via ciclo do ácido cítrico, via mevalonato, e produtos da condensação do acetato) (SIMÕES, 2000). Esses compostos orgânicos são encontrados principalmente nas plantas, mas também estão presentes em fungos, microrganismos e nos animais (HARTMANN, 2007).

A via de formação de metabólitos secundários não é universal, está restrito a processos químicos únicos para uma dada espécie ou família. Os metabólitos secundários não são necessários para a sobrevivência das plantas, mas fornecem uma vantagem competitiva considerável, diferente do metabolismo primário, que desempenham uma função essencial no vegetal, tais como a fotossíntese, a respiração e o transporte de solutos. Os compostos envolvidos no metabolismo primário possuem uma distribuição universal nas plantas. Esse é o caso dos aminoácidos, dos nucleotídeos, dos lipídios, carboidratos e da clorofila (PERES, 2019).

Os metabólitos secundários possuem funções ecológicas relacionadas com a interação entre as plantas e o ambiente. Muitos são pigmentos responsáveis pela coloração das flores e frutas, desempenhando um papel importantíssimo na reprodução, atraindo insetos polinizadores que consumirão os frutos e dispersarão as sementes garantindo assim a perpetuação da espécie. Outros compostos têm um papel de proteção contra predadores, atuando como repelentes, proporcionando à planta sabores amargos, intoxicando-os e reduzindo a digestibilidade e palatibilidade (GARCÍA; CARRIL, 2009).

Figura 4 – Ciclo biossintético dos metabólitos secundários.



Fonte: SIMÕES, 2000.

Alguns fatores como a sazonalidade, ritmo circadiano, época da colheita, a idade e o desenvolvimento da planta, bem como dos diferentes órgãos vegetais, temperatura, disponibilidade de água e nutrientes no solo, altitude, poluição atmosférica e ainda fatores mecânicos como ferimentos, ou estímulos causados por chuva, granizo, vento, areia, invasão por patógenos podem influenciar a expressão do metabolismo secundário (GOBBO-NETO; LOPES, 2007).

Embora os produtos secundários possuam uma variedade de funções nas plantas, é provável que a sua importância ecológica tenha alguma relação com potencial efeito medicinal para os seres humanos. Por exemplo, produtos secundários envolvidos na defesa das plantas através de citotoxicidade para patógenos microbianos podem ser úteis como medicamentos antimicrobianos em humanos, se não forem demasiadamente tóxicos. Da mesma forma, produtos secundários envolvidos na defesa contra herbívoros através de atividade neurotóxica poderia ter efeitos benéficos em seres humanos como antidepressivos, sedativos, relaxantes musculares ou anestésicos através de sua ação no sistema nervoso central (KAUFMAN et al., 1999).

A indústria farmacêutica é um dos setores que vem crescendo aceleradamente em todo o mundo, colocando à disposição uma gama de medicamentos para os tratamentos de diversas patologias. Mesmo assim, a população mundial continua fazendo uso de plantas medicinais

como recurso no tratamento de problemas de saúde. No Brasil, a fitoterapia é mantida por duas razões principais, primeiro é que o país possui uma flora diversa, concentrando cerca de 20% da biodiversidade mundial. Segundo que a população brasileira é caracterizada pela pluralidade étnica e cultural, o que permite a formação de um conhecimento próprio que é adquirido através das observações dos efeitos causados, sua forma de manipulação e assim passado de geração para geração (PEREIRA et al., 2019).

2.6 Antioxidantes

Antioxidantes (AO) são substâncias que se opõe à oxidação ou inibem reações promovidas por oxigênio ou peróxidos. Do ponto de vista biológico, pode-se conceituá-los como enzimas ou outras substâncias orgânicas, capazes de neutralizar os efeitos prejudiciais da oxidação nos tecidos animais causados pelos radicais livres (HUANG et al., 2005). Halliwell e Gutteridge (1999) os define como qualquer substância que, presente em baixas concentrações quando comparada à do substrato oxidável, atrasa ou inibe a oxidação deste substrato de maneira eficaz, protegendo as células contra a ação dos oxidantes.

De acordo com seu modo de ação, podem ser classificados como enzimáticos e não enzimáticos os quais são produzidos pelo próprio organismo ou provindos de fontes exógenas, como a dieta.

Shahidi et al. (1992) afirma que o sistema de defesa está compreendido em três etapas. A primeira linha de defesa é formada por substâncias que atuam impedindo a geração de espécies reativas, através da retirada das mesmas, de forma a impedir sua interação com alvos celulares, ou seja, bloqueiam a etapa de iniciação da cadeia radicalar. Entre os compostos que exercem este mecanismo de ação estão as enzimas antioxidantes catalase, peróxido dismutase, glutationa peroxidase; quelantes de metais e proteínas, como a transferrina e a ceruloplasmina (transportam ferro e cobre respectivamente, impedindo que estes metais sejam liberados, e catalisam a formação de espécies oxidantes); substâncias não-enzimáticas (urato, ascorbato, albúmina, bilirrubina, tocoferóis, carotenóides e bioflavonóides, que seqüestram radicais superóxido e hidroxila ou suprimem oxigênio singlete). O sistema de defesa secundário é formado por compostos que atuam bloqueando a etapa de propagação da oxidação lipídica, sequestrando radicais intermediários (peroxil ou alcoxil). Esses antioxidantes geralmente são compostos fenólicos ou aminas aromáticas e entre eles estão o α -tocoferol, flavonóides e vários antioxidantes sintéticos. E o terciário é constituído pelos sistemas de reparo do DNA,

proteases e fosfolipases as quais atuam removendo lesões oxidativas do DNA, proteínas e lipídios, respectivamente.

Dos antioxidantes provenientes da dieta, ou exógenos, pode-se citar, entre os mais estudados, as vitaminas A, C e E, os flavonoides e outros compostos fenólicos, os minerais como o zinco, selênio e cobre, além de compostos bioativos encontrados em plantas (BIANCHI; ANTUNES, 1999).

2.7 Antioxidantes naturais

As plantas, devido a necessidade de proteção contra o estresse oxidativo gerado pela exposição aos raios solares e ao oxigênio, concentram uma grande diversidade de antioxidantes, podendo ser consideradas fontes de novos compostos que apresentem essa atividade. A maioria dos antioxidantes das plantas superiores são os compostos fenólicos, que mostram atividades biológicas diversificadas como antibacteriana, anti-inflamatória, antialérgica, estrogênica, entre outras (ZANON, 2010). Esta atividade antioxidante deve-se principalmente às propriedades redutoras e à estrutura química dos fenóis, desempenhando um papel importante na neutralização ou sequestro de radicais livres e quelação de metais de transição, agindo tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo (BASILE et al., 2005).

Esses compostos são definidos como substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais. Estão amplamente distribuídos no reino vegetal, englobando desde moléculas simples até outras com alto grau de polimerização (SOARES et al., 2008).

Entre os seres vivos, apenas os vegetais e os microrganismos são capazes de sintetizá-los. São produtos secundários de plantas envolvidos na adaptação e condições de estresse ambiental seja na defesa contra a radiação ultravioleta ou agressão de patógenos, tendo a sua biossíntese mais pronunciada durante o crescimento vegetal ou na fase de diferenciação celular (ALMEIDA, 2007).

2.8 Radicais Livres

Radicais livres (RL) são átomos e moléculas altamente reativas, que contém um número ímpar de elétrons em sua última camada de valência. É esse não emparelhamento de elétrons da última camada que confere a alta reatividade a esses átomos ou moléculas, formando um cenário de reações de óxido-redução, ou seja, ou cedem o elétron, oxidando-se,

ou recebem, reduzindo-se. Portanto, os radicais livres ou provocam as reações de óxido-redução ou resultam-se delas (FERREIRA; MATSUBARA, 1997).

São geradas de duas formas: fontes endógenas ou exógenas. Por fontes endógenas origina-se de processos biológicos que normalmente ocorrem no organismo, tais como: redução de flavinas e tióis; resultado da atividade de oxidases, cicloxigenases, lipoxigenases, desidrogenases e peroxidases; presença de metais de transição no interior da célula e de sistemas de transporte de elétrons. Esta geração de radicais livres envolve várias organelas celulares, como mitocôndrias, lisossomos, peroxissomos, núcleo, retículo endoplasmático e membranas (MACHLIN; BENDICH, 1987). Já as fontes exógenas formadoras de radicais livres incluem tabaco, poluição do ar, solventes orgânicos, anestésicos, pesticidas e radiações (RICE-EVANS; BURDON, 1993).

A fonte mais comum de radicais livres nos organismos aeróbicos ocorre durante as transferências de elétrons na mitocôndria pela cadeia respiratória, que utiliza o oxigênio molecular para obtenção de energia química em forma de ATP. Durante a geração oxidativa de energia na respiração mitocondrial, 95% do oxigênio consumido pelas células é metabolizado na mitocôndria, onde é reduzido à água. Contudo, 2 a 5% do oxigênio sofre redução incompleta, produzindo espécies parcialmente reduzidas, entre elas radical superóxido (O_2^-), peróxido de hidrogênio (H_2O_2), radical hidroxila (OH^-) (BOVERIS, 1998).

Em busca de estabilidade, os radicais livres buscam reagir com constituintes celulares, como o DNA, os lipídeos, ácidos graxos e as proteínas. Porém essa reação com as biomoléculas pode provocar mudanças irreversíveis nas suas estruturas (STORZ et al., 1987).

Todos os componentes celulares encontram-se sujeitos ao ataque dos radicais livres, mas a membrana plasmática, que tem em sua constituição lipídeos insaturados, é uma das mais atingidas. Como consequência há perda da seletividade na troca iônica e liberação do conteúdo de organelas, como as enzimas hidrolíticas dos lisossomos, e formação de produtos citotóxicos, culminando com a morte celular (ABDALLA, 2000).

O dano resultante ao DNA é considerado um dos mais graves, uma vez que as modificações celulares causadas podem estar implicado na mutagênese, na carcinogênese e no envelhecimento precoce (DIZDAROGLU et al., 2002).

Em contrapartida, o organismo possui sistemas de defesa antioxidante que permitem identificar e diminuir os danos para manter a integridade celular (ZIMMERMANN; KIRSTEN, 2016).

3 OBJETIVOS

Objetivo geral

Avaliar a atividade antioxidante e o teor de compostos fenólicos dos chás comerciais de hortelã (*M. spicata*), camomila (*M. chamomilla*) e capim-cidreira (*C. citratus*) de diferentes marcas com e sem sachês.

Objetivos específicos

- Realizar a preparação dos chás, com e sem sachês, para as análises;
- Avaliar a atividade antioxidante das amostras pelo método DPPH;
- Avaliar a atividade antioxidante das amostras pelo método ABTS;
- Determinar o teor de compostos fenólicos por meio do reagente Folin-Ciocalteu.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Amostra dos chás

A matéria-prima vegetal, hortelã (*M. spicata*), camomila (*M. chamomilla*) e capim-cidreira (*C. citratus*) foram obtidas no comércio de Patos de Minas.

Foram adquiridas 6 amostras de 3 diferentes marcas comerciais, sendo 2 de cada material vegetal da mesma marca, ambas desidratadas (“sem”) e em sachês (“com”).

Para a preparação do chá, pesou-se 1g da planta seca para 200 mL de água, obtendo assim uma concentração final de 5g/L.

A água da torneira foi utilizada como solvente para simular o uso cotidiano da preparação dos chás. Assim que entrou em ebulição (100° C) foi vertida sobre o material vegetal em um erlenmeyer. A mistura foi agitada e deixada em repouso em temperatura ambiente durante 10 minutos tampada com papel alumínio, sendo posteriormente filtrada para a retirada do material vegetal. Para o preparo das infusões utilizando os sachês, o procedimento foi o mesmo.

Em seguida foram realizados os testes de atividade antioxidante (DPPH e ABTS) e análise do teor de compostos fenólicos.

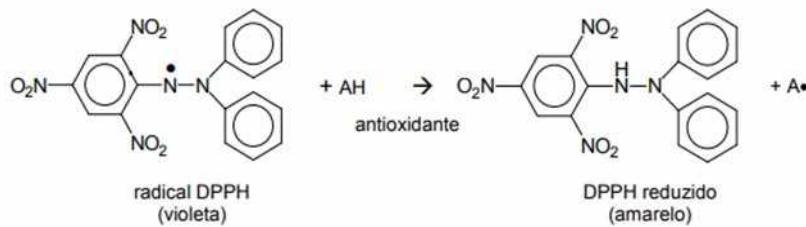
4.2 Determinação da atividade antioxidante

4.2.1 DPPH

O método se baseia na transferência de elétrons, na presença de um doador de hidrogênio ou elétron a intensidade de absorção diminui e a solução com o radical perde cor de acordo com o número de elétrons capturados, ou seja, quando o elétron desemparelhado do átomo de nitrogênio no DPPH recebe um átomo de hidrogênio proveniente de compostos antioxidantes, ocorre a mudança de cor (SUCUPIRA et al., 2012).

O radical DPPH[•] possui coloração púrpura, por ação de um antioxidante, o DPPH é reduzido formando difenil-picril-hidrazina, de coloração amarela, com consequente desaparecimento da absorção (**Figura 5**) podendo a mesma ser monitorada pelo decréscimo da absorbância (BORGES et al., 2011).

Figura 5 – Estrutura química do DPPH e reação com um antioxidante.



Fonte: PRADO, 2009.

Após a obtenção das seis amostras dos chás, preparou-se as concentrações para a utilização nos testes. O primeiro teste foi a avaliação da atividade antioxidante por meio do método do sequestro dos radicais livres DPPH[•], realizada de acordo com a metodologia de Lopes-Lutz et al. (2008) seguida de pequenas modificações. As concentrações utilizadas foram de 5000, 1000, 500 e 250 µg/mL. Uma solução etanólica de DPPH foi preparada na concentração de 40 µg/mL.

Para a avaliação, 2,7 mL da solução de DPPH foi adicionada em tubos de ensaio, seguidos da adição de 0,3 mL de cada diluição dos seis chás (5000, 1000, 500 e 250 µg/mL). Em paralelo, foi preparado também em um tubo de ensaio, o branco para retirada da cor e o controle negativo foi preparado contendo todos os reagentes, exceto o extrato. Após 60 minutos deixados no escuro, as leituras foram realizadas utilizando o espectrofotômetro no comprimento de onda de 517 nm. A atividade antioxidante (AA%) foi calculada usando a equação:

$$AA\% = \left[\frac{(A_{\text{en}} - A_{\text{amo}})}{A_{\text{en}}} \right] \times 100$$

Em que:

AA % = Porcentagem de atividade antioxidante.

A_{amo} = Absorbância do DPPH com a amostra.

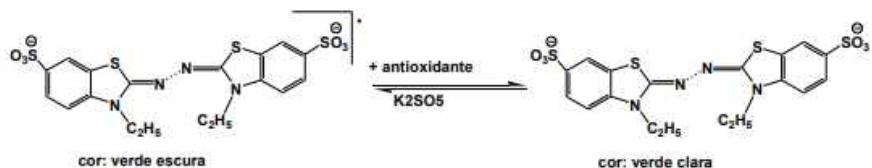
A_{en} = Absorbância do DPPH com o etanol.

4.2.2 ABTS

Tal metodologia parte do princípio da habilidade dos antioxidantes em capturar o cátion 2,2-azinobis-[3-etyl-benzotiazolin-6-ácido sulfônico] (ABTS⁺). Este normalmente apresenta coloração azul esverdeado, quando em contato com persulfato de potássio e o antioxidante,

ocorre a redução do ABTS⁺ a ABTS promovendo a perda da coloração (**Figura 6**) (SUCUPIRA et al., 2012).

Figura 6 – Estabilização do radical ABTS⁺ por um antioxidante e sua formação pelo persulfato de potássio.



Fonte: SOUSA et al, 2007.

Para o ensaio do método do ABTS, de acordo com a metodologia de Antunes et al. (2010), seguida de pequenas modificações, foram misturados 10 µL de cada um dos seis chás nas diferentes concentrações (5000, 1000, 500 e 250 µg/mL) e 990 µL da solução do radical ABTS⁺. As amostras foram deixadas no escuro durante 6 minutos e após esse tempo, a absorbância foi lida espectrofotometricamente a 735 nm. 10 µL de etanol e 990 µL da solução do radical ABTS⁺ atuou como controle negativo. A porcentagem de inibição do radical ABTS⁺ pelas amostras foi calculada de acordo com a seguinte equação:

$$\text{IA \%} = \left[\frac{(\text{A}_{\text{cn}} - \text{A}_{\text{am}})}{\text{A}_{\text{cn}}} \right] \times 100$$

Em que:

IA \% = Porcentagem de atividade antioxidante.

A_{cn} = Absorbância do controle negativo.

A_{am} = Absorbância da amostra.

4.2.3 Determinação dos fenólicos totais

O teor de compostos fenólicos foi determinado por meio do reagente Folin-Ciocalteu de acordo com o procedimento descrito por Singleton e Rossi (1965). Reagiu-se 0,50 mL de cada uma das amostras de chá na maior concentração (5000 µg/mL) com 2,5 mL de 0,2 mol/L do reagente Folin-Ciocalteu. Posteriormente 2 mL de solução saturada de carbonato de sódio (75 g/L) foram adicionados à mistura reacional. As leituras de absorbância foram realizadas a 760 nm após incubação à temperatura ambiente durante 2 horas. O ácido gálico (16,125;

31,25; 62,5; 125; 250 e 500 µg/mL) foi utilizado como padrão de referência e os resultados foram expressos em miligramas de equivalente de ácido gálico (mg GAE) por grama de peso seco de material vegetal. Todos os testes foram realizados em triplicata.

4.3 Análise estatística

Para a avaliação dos dados dos testes antioxidantes o experimento foi disposto em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial (6 x 4), sendo 6 chás e 4 concentrações (5000, 1000, 500, 250 µg/mL), com 3 repetições. Já para o teor de fenólicos totais, o experimento também foi disposto em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com a avaliação dos seis chás apenas na maior concentração, com 3 repetições. O programa estatístico utilizado foi o Sistema de Análise de Variância para Dados Balanceados - Sisvar (FERREIRA, 2011), sendo os dados submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Os resultados obtidos nos testes de DPPH e ABTS foram plotados em gráficos de barras com os valores de porcentagem em relação às concentrações analisadas. Já para o teste do teor de fenólicos totais os resultados foram plotados em gráficos de barras com os valores de equivalentes ao ácido gálico, expressos em miligramas de ácido gálico (mg GAE) por grama de peso seco de material vegetal. O software empregado foi o GraphPad Prism versão 5.01.

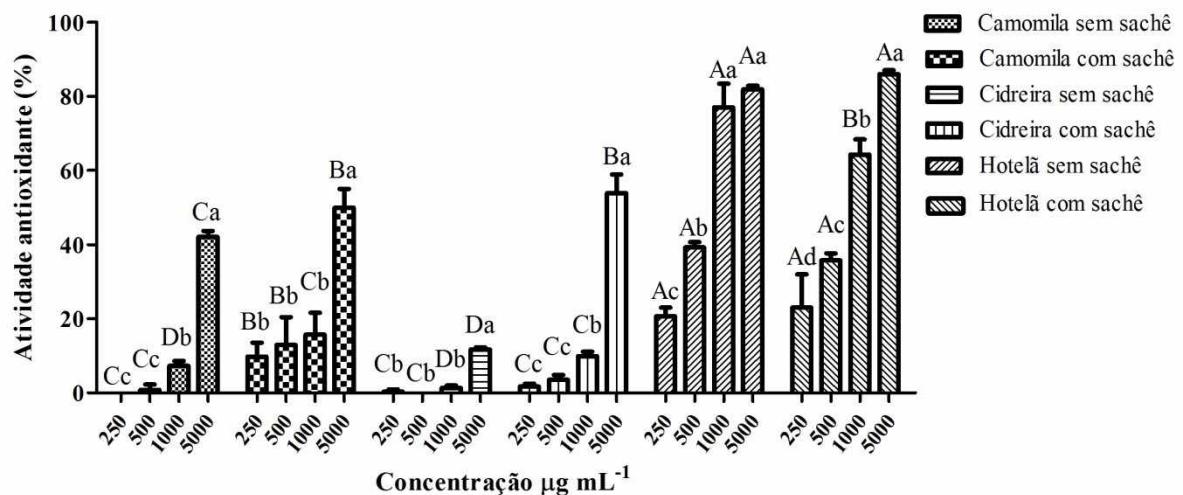
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Método do DPPH

O princípio da metodologia do teste do DPPH consiste em avaliar a atividade sequestradora do radical livre estável, de coloração púrpura, que quando recebe um elétron ou hidrogênio de um antioxidante, é reduzido formando 2,2-difenilpicril-hidrazina (DPPH-H), de coloração amarela e como consequente diminuição da absorbância. Quanto maior o decréscimo da absorbância, maior o decorramento da solução e mais potente é a atividade antioxidante do composto (OLIVEIRA et al., 2009; MIRANGA, 2010).

A **Figura 7** apresenta os resultados de atividade antioxidante (AA%) por meio do DPPH dos chás de camomila (*M. chamomilla*), capim-cidreira (*C. citratus*) e hortelã (*M. spicata*) respectivamente, nas concentrações de 250, 500, 1000 e 5000 µg/mL.

Figura 7 – Atividade antioxidante por meio do DPPH. Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas para comparar a concentração entre as amostras dos seis chás e minúsculas para comparar a concentração dentro das amostras dos chás, não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.



Fonte: A autora, 2019.

Observou-se por meio do gráfico que os chás de hortelã com e sem sachê apresentaram as maiores atividades antioxidantes.

Ao analisar o efeito dose dependente, no qual, à medida que se aumenta a concentração aumenta-se também o potencial antioxidante, verificou-se que apenas o chá de hortelã com sachê apresentou essa característica.

Estudando a atividade antioxidante de ervas e especiarias, Tsimidou e Boskou (1994) concluíram que as plantas obtidas da família Lamiaceae, como a hortelã, possuem uma atividade antioxidante significativa.

Segundo pesquisas realizadas por Kanatt, Chander e Sharma (2007), o extrato aquoso de hortelã apresentou excelente atividade antioxidante medida pelo ensaio de DPPH. Também mostrou uma alta atividade de eliminação de superóxido e hidroxila.

Os chás de material vegetal com e sem sachê de capim-cidreira demonstraram baixa atividade antioxidante por esse método, com exceção da amostra em sachê na maior concentração (5000 µg/mL) com atividade antioxidante aproximadamente de 54%.

Os resultados encontrados no presente estudo são concordantes com aqueles encontrados nos trabalhos de Menut e colaboradores (2000) que estudaram três espécies de *Cymbopogon* quanto à sua atividade antioxidante e antiradical. Suas propriedades foram muito baixas, comparadas aos dois antioxidantes comercialmente utilizados testados (BHT e α -tocoferol).

Dados encontrados na literatura, como os que Cheel e colaboradores (2005), investigaram em diferentes extratos aquosos de *C. citratus*, apresentaram efeitos de eliminação de radicais livres do DPPH, com valores variando entre 40 e 68%. O chá de capim-cidreira sachê na concentração de 5000 µg/mL avaliadas nesse estudo corrobora com esse resultado, apresentando valor de 54 AA%.

Analizando os resultados obtidos para os chás de camomila, ambos tiveram uma boa atividade antioxidante na maior concentração, sendo 42% para a camomila sem o sachê e 50% com o sachê. Na forma com sachê, nas concentrações mais baixas também se observou maiores atividades quando comparadas com o chá sem o sachê.

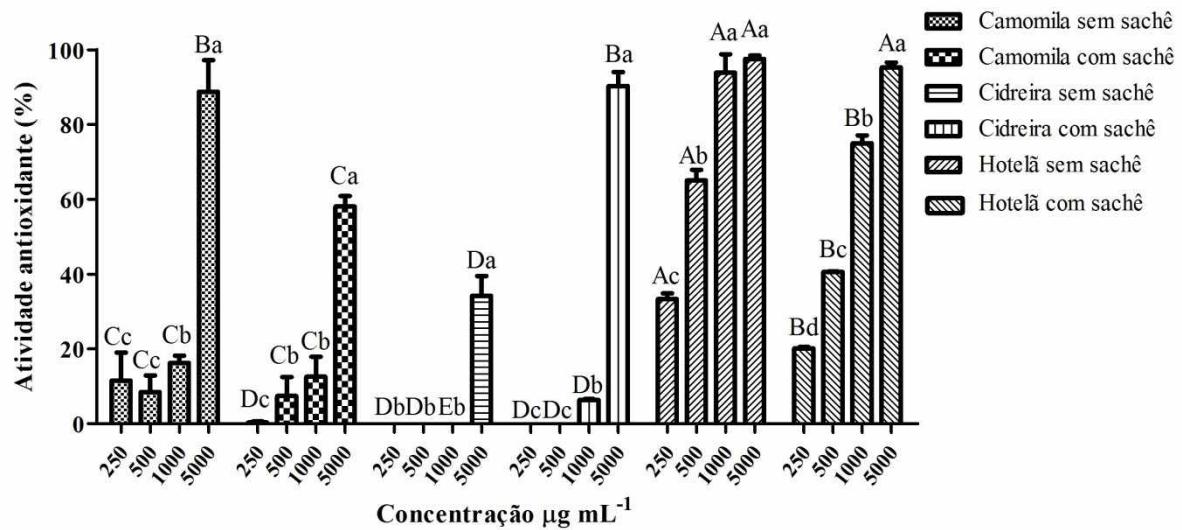
A metodologia do sequestro do radical DPPH[•] é considerado fácil, precisa, simples, econômica, rápida pois permite avaliar uma grande quantidade de amostras em um período curto de tempo e ainda possui grande sensibilidade pois detecta pequenas concentrações do ativo testado. Porém, existe alguns inconvenientes que limitam a sua aplicação, como por exemplo, o tipo de solvente utilizado para dissolver o radical DPPH[•], que tem maior solubilidade em meios orgânicos como etanol e metanol. Em meios aquosos a solubilidade é bem menor e pode interferir na avaliação da capacidade antioxidante, tornando o radical pouco acessível para a reação com as amostras antioxidantes, afetando assim a transferência de elétron ou de hidrogênio (ARNÃO, 2000; DI MAMBRO et al., 2005; MAGALHÃES et al., 2008).

5.2 Método do ABTS

O princípio do método consiste em monitorar o decaimento do radical produzido pela oxidação do ABTS, causado pela adição de uma amostra contendo antioxidantes. O ABTS absorve na faixa de 600 - 750 nm e pode ser facilmente determinado por espectrofotometria. A quantidade de ABTS consumida está relacionada à reação com antioxidantes presentes na amostra (RIBEIRO, 2007).

Observou-se por meio da **Figura 8** que, da mesma forma que no método do DPPH, os chás de hortelã foram os que apresentaram os melhores resultados frente ao radical ABTS ⁺. Esses resultados corroboram com os encontrados por Veloso e Sena (2018), que avaliou o potencial antioxidante de ervas aromáticas (hortelã, salsa e coentro), submetidas a diferentes métodos de secagem, observando resultados mais expressivos para o chá de hortelã.

Figura 8 – Atividade antioxidante por meio do método de ABTS. Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas para comparar a concentração entre as amostras dos seis e minúsculas para comparar a concentração dentro das amostras dos chás, não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.



Fonte: A autora, 2019.

Todos os chás apresentaram boa atividade antioxidante, acima de 50% na maior concentração, exceto o chá de cidreira sem sachê. Os chás de cidreira com e sem sachê apresentaram baixas atividades antioxidantes nas concentrações de 250, 500 e 1000 $\mu\text{g/mL}$.

Apenas o chá de hortelã com sachê apresentou o efeito dose dependente, assim como foi observado no método do DPPH.

Quando comparamos os resultados encontrados no método da captura do radical ABTS⁺ com o método do sequestro do radical DPPH[•] para os chás de camomila sem sachê e capim-cidreira com sachê na concentração de 5000 µg/mL, quase dobraram os valores. Apesar de os chás de hortelã apresentarem os maiores valores de atividade antioxidante nos dois métodos utilizados, a camomila sem sachê e o capim-cidreira com sachê destacaram-se.

A divergência dos resultados, pode ser explicada devido a vantagem que essa metodologia apresenta em relação a outros, pois pode ser utilizado tanto para amostras hidrossolúveis quanto lipossolúveis. Apresenta ainda excelente estabilidade, e que oferece resultados reproduutíveis (PÉREZ-JIMÉNEZ; SAURA-CALIXTO, 2006).

5.3 Determinação dos fenólicos totais

Os compostos fenólicos constituem a principal classe de antioxidantes naturais presentes nas plantas e são geralmente quantificados pelo emprego do reagente Folin-Ciocalteu. Tal composto consiste em solução ácida amarela contendo íons poliméricos complexos formados de heteropoliácidos de molibdênio e tungstênio. Esse reagente oxida os fenolatos, resultando na produção de complexo azul molibdênio-tungstênio que pode ser detectado espectrometricamente a 765 nm (SINGLETON; ORTHOFER; LAMUELA, 1999).

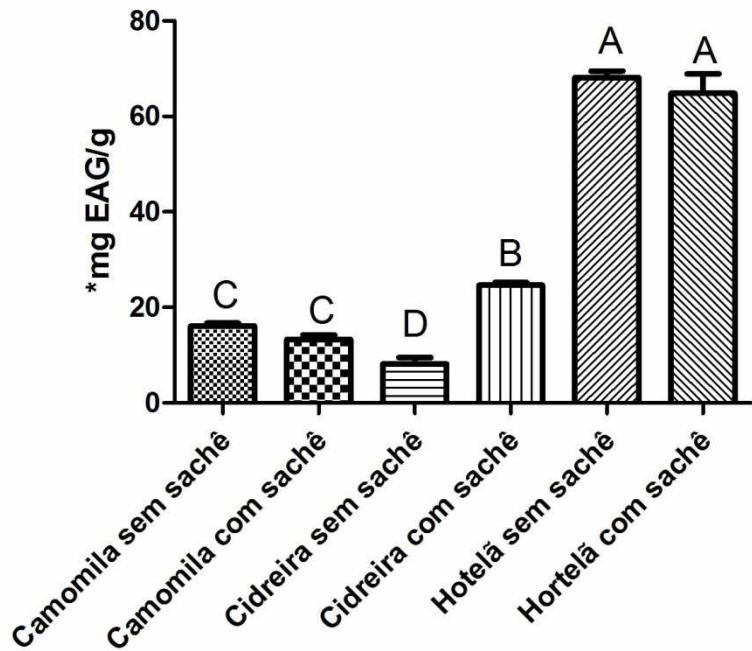
De acordo com a **Figura 9** observou-se que o chá que apresentou maior conteúdo de compostos fenólicos totais foi a de hortelã sem sachê (aproximadamente 70 mg EAG/g), seguido do chá de hortelã com sachê. Isso corrobora com os resultados apresentados nos métodos de determinação da atividade antioxidante (DPPH e ABTS), nos quais esse mesmo chá foi o que apresentou os maiores resultados de atividade antioxidante. Da mesma forma a cidreira sem sachê foi a que apresentou os menores valores para as atividades antioxidantes.

Observou-se também que não houve diferença significativa entre a quantidade de compostos fenólicos dos chás de camomila sem e com sachê.

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram que devido a um maior teor de compostos fenólicos presentes nos chás de hortelã esses apresentaram uma maior atividade antioxidante. Isso se deve aos compostos fenólicos serem potentes agentes antioxidantes (SILVA et al., 2010). Pode-se observar também que o sachê não influenciou de forma negativa e/ou positiva para uma melhor atividade.

Estudos comparando o teor em fenóis totais de 70 infusões de ervas diferentes, também mostraram valores baixos para a infusão de camomila, ficando esse chá entre os últimos (KATALINIC et al., 2006).

Figura 9 – Avaliação do teor de compostos fenólicos totais de seis chás. Médias seguidas pela mesma letra, não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.



Fonte: A autora, 2019.

O trabalho Asolini e colaboradores (2006), a partir de extratos aquosos avaliaram as propriedades antioxidantes e quantidade de compostos fenólicos em fitoterápicos consumidos na região sudoeste do Paraná. Entre as 10 amostras analisadas incluíram a camomila e o capim-cidreira. Avaliando os resultados os autores encontraram baixos teores de compostos fenólicos nos dois casos, sendo o capim-cidreira menor do que o de camomila.

Em um estudo semelhante desenvolvido por Moraes-de-Souza e colaboradores (2011) foram preparados chás de três diferentes marcas adquiridas no comércio de Piracicaba. Constataram que os menores teores de compostos fenólicos foram do chá de camomila, valores inferiores a 20 mg GAE/g. Resultados próximos aos encontrados no presente trabalho, aproximadamente 18 mg EAG/g para o sem sachê. Estudos prévios realizados por três grupos de investigação evidenciam a existência de um baixo teor de fenólicos totais para esta infusão, quando comparada com outras, mostrando que a camomila é uma planta com propriedades antioxidantes relativamente baixas (MILIAUSKAS; VENSKUTONIS; VAN BEEK, 2004). Também em uma análise do teor de compostos fenólicos totais de chás consumidos no Brasil, sendo eles: chá preto, chá verde, mate, camomila e anis (erva-doce) de três diferentes marcas, Moraes-de-Souza e colaboradores (2011), constataram que os chás de camomila apresentaram

os menores teores de compostos fenólicos, todas com valores inferiores a 20 mg EAG/g de chá.

Os resultados obtidos por Port's (2011) para a infusão de *C. citratus*, apresentaram valores muito próximos (27,04 mg EAG/g), quando comparados aos obtidos neste trabalho. Essa pequena variação pode ser explicada devido ao fato de as espécies estudadas serem provenientes de diferentes regiões.

Moraes-de-Souza e colaboradores (2008), avaliando o teor de compostos de algumas infusões, observaram que o capim-cidreira (próximo de 25 mg EAG/g) apresentou maior teor de compostos fenólicos quando comparados ao da hortelã de ervas frescas (próximo de 10 mg EAG/g), só não foram maiores quando comprados com a hortelã de material desidratado que chega a valores próximos de 25 mg EAG/g. Esses resultados são coincidentes com os obtidos na **Figura 9**. No entanto, é importante considerar que vários fatores podem afetar o conteúdo de compostos fenólicos encontrados nas infusões podendo acarretar a variabilidade dos resultados. Como o preparo (processamento da planta, concentração, tempo e temperatura da infusão), a erva (espécie, parte utilizada, desenvolvimento), as características de cultivo (local, período de coleta, tipo de solo, composição mineral, clima, tensões) e o método de análise.

Em relação ao solvente, sabe-se que o uso do etanol aumenta a extração dos compostos fenólicos dos chás, mas, a água foi usada para simular o uso cotidiano desse produto (NAKAMURA et al., 2013)

6 CONCLUSÃO

As amostras que apresentaram atividade antioxidante mais expressivas pela metodologia do sequestro de radicais DPPH[•] em ordem decrescente, foram: hortelã, camomila e capim-cidreira. Por meio do método do ABTS a ordem continuou a mesma, indicando que as infusões das ervas apresentaram resultados parecidos em ambos os métodos, apontando uma possível semelhança do mecanismo de reação quanto ao sequestro de radicais livres.

Através do presente estudo, pode-se observar que o maior potencial antioxidante se correlacionou com a presença do maior teor de compostos fenólicos. Nesse estudo, o chá das folhas de hortelã foram os que demonstraram a maior atividade antioxidante bem como o maior teor de compostos fenólicos, quando comparado aos outros chás estudados.

Não foi possível afirmar qual a melhor forma, desidratada (“sem”) ou em sachês (“com”), para a obtenção da maior atividade antioxidante e do teor de compostos fenólicos.

Em estudos futuros, outros métodos podem ser acrescentados e outras partes da planta utilizadas no preparo das amostras para determinação da atividade antioxidante.

REFERÊNCIAS

ABDALLA, D. S. P. Estresse oxidativo e alimentação. **Nutrição: Fundamentos e aspectos atuais**. São Paulo: Atheneu, p. 179-200, 2000.

ABREU, L. **Estudo do poder antioxidante em infusões de ervas utilizadas como chás**. 2013. 87p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil, 2013.

AHERNE, S.; O'BRIEN, N. M. Dietary flavonols: chemistry, food content, and metabolism. **Nutrition**, v. 18, n. 1, p. 75-81, 2002.

ALL NUTS. **Hortelã Desidratada**. 2015. Disponível em:
<https://www.allnuts.com.br/hortela-desidratada>. Acesso em: 07 jul. 2019.

ALMEIDA, A. A. P. **Atividade antimicrobiana de extratos e de compostos fenólicos e nitrogenados do café: avaliação *in vitro* e em modelo alimentar**. 2007.

ALMEIDA, M. F. **Óleo essencial de *Cymbopogon citratus*: caracterização e avaliação das atividades antioxidante, antimicrobiana e citotóxica**. 2016. 63p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Alimentos e Nutrição, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

ALMEIDA, P. P. **Extração de óleo essencial de hortelã (*Mentha spicata L.*) com misturas de solventes a alta pressão**. 2006. 111p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

AMAZÔNIA, P. **Erva Camomila**. 2009. Disponível em:
<http://perolasdaamazonia.com.br/produto/erva-camomila/>. Acesso em: 07 jul. 2019.

ANTUNES, M.D.C. et al. Effects of postharvest application of 1-MCP and postcutting dip treatment on the quality and nutritional properties of fresh-cut kiwifruit. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.58, p. 6173–6181, 2010.

ANTUNES, R. B. **Avaliação do efeito da digestão *in vitro* na capacidade antioxidante de infusões medicinais**: Flor de Camomila e Flor de Laranjeira. 2012. 67p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia e Segurança Alimentar, Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade Nova de Lisboa, 2012.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC nº 277**, de 22 de setembro de 2005. Disponível em: <<https://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MjIwMg%2C%2C>>. Acesso em: 15 jun. 2019.

AOKI, T. et al. Flavonoids of Leguminous Plants: Structure, Biological Activity, and Biosynthesis. **Journal of Plant Research**, v. 113, n. 4, p. 475-488, 2000.

ARNÃO, M. B. Alguns problemas metodológicos na determinação da atividade antioxidante utilizando radicais cromógenos: um caso prático. **Tendências em Ciência de Alimentos & Technology**, v. 11, n. 11, p. 419-421, 2000.

AROMATERAPIA, F. A. Fitoterapia. 2011. Disponível em: <<https://forcaazularomaterapia.com.br/fitoterapia/>>. Acesso em: 07 jul. 2019.

ARRUDA, J. T. et al. Efeito do extrato aquoso de camomila (*Chamomilla recutita L.*) na prenhes de ratas e no desenvolvimento dos filhotes. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 15, n. 1, p. 66-71, 2013.

ASOLINI, F. C.; TEDESCO, A. M.; CARPES, S. T. Atividade Antioxidante e Antibacteriana dos Compostos Fenólicos dos Extratos de Plantas Usadas como Chás. **Brazilian Journal Of Food Technology**, v. 9, n. 3, p. 209-215, 2006.

BARDAWEEL, S. K. et al. Chemical composition, antioxidant, antimicrobial and Antiproliferative activities of essential oil of *Mentha spicata* L. (Lamiaceae) from Algerian Saharan atlas. **Bmc Complementary And Alternative Medicine**, v. 18, n. 1, 2018.

BASILE A. et al. Antibacterial and antioxidant activities of ethanol extract from Paullinia cupana Mart. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v.102, p.32- 36, 2005.

BECKER, E. M.; NISSEN, L. R.; SKIBSTED, L. H. Antioxidant evaluation protocols: Food quality or health effects. **European Food Research and Technology**, v. 219, n. 6, p. 561-571, 2004.

BENSABAH, F. et al. Chemical composition and inhibitory effect of the essential oil from *Mentha spicata* irrigated by wastewater on the corrosion of Aluminum in 1 molar hydrochloric acid. **Portugaliae Electrochimica Acta**, v. 31, n. 4, p. 195-206, 2013.

BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, v. 12, n. 2, p. 123-30, 1999.

BORGES, L. L. et al. Uma abordagem sobre métodos analíticos para determinação da atividade antioxidante em produtos naturais. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 12, p.1-20, 2011.

BORSATO, A. V. **Rendimento e composição química do óleo essencial da camomila submetida à secagem em camada fixa**. 2006. 148p. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

BOVERIS, A. Biochemistry of free radicals: from electrons to tissues. **Medicina-Buenos Aires**, v. 58, p. 350-356, 1998.

BRAIBANTE, M. E. F. et al. The Chemistry of teas. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 3, p.168-175, 2014.

BRASIL. **Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO**. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/cha.asp>>. Acesso em: 03 jun. 2019

BUENO, C. **Saiba qual a diferença entre infusão e decocção**. 2010. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/ciencia/ultimas-noticias/redacao/2010/08/23/saiba-qual-a-diferenca-entre-infusao-e-decoccao.htm>>. Acesso em: 05 jul. 2019.

CHEEL, J. et al. Free Radical Scavengers and Antioxidants from Lemongrass (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf.). **Journal Of Agricultural And Food Chemistry**, v. 53, n. 7, p. 2511-2517, 2005.

CORTEZ, L. E. R. et al. Levantamento das Plantas Medicinais Utilizadas na Medicina Popular de Umuarama, PR. **Arquivos de Ciências da Saúde da Unipar**, v. 3, n. 2, p.97-104, 1999.

COSTA, G. F. F. ***Cymbopogon citratus* and its polyphenols as potential phytotherapeutic products: an in vivo approach**. 2015. 132p. Tese (Doutorado) - Curso de Farmácia Farmacognosia e Fitoquímica, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2016.

DEWICK, P. M. **Medicinal natural products**: a biosynthetic approach. John Wiley & Sons, 2002.

DI MAMBRO, V. M.; MARQUELE, F. D.; FONSECA, M. J. V. Avaliação in vitro da ação antioxidante em formulações anti-envelhecimento. **Cosmetics & Toiletries**, v. 17, n. 4, p. 74-78, 2005.

DIZDAROGLU, M. et al. Free radical-induced damage to DNA: mechanisms and measurement. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 32, n. 11, p. 1102-1115, 2002.

FERREIRA, A. L. A.; MATSUBARA, L. S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. **Revista da associação médica brasileira**, v. 43, n. 1, p. 61-68, 1997.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, J. L. P. **Contribuição à avaliação farmacognóstica das principais ervas cidreiras utilizadas no Brasil**. 2008. 142 f. Tese (Doutorado) - Curso de Química de Produtos Naturais, Núcleo de Pesquisa de Produtos Naturais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

FIT, T. **Capim Cidrão (cidreira)**. 2015. Disponível em: <<https://www.triposte.com.br/capim-cidrao-cidreira-kg-p745>>. Acesso em: 07 jul. 2019.

GARCÍA, A. Á.; CARRIL, E. P. Metabolismo secundário de plantas. **Reduca (biologia): Serie Fisiologia Vegetal**, v. 3, n. 2, p.119-145, 2009.

GENOVESE, M. I. et al. Determinação do conteúdo de fenólicos totais em frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 39, n. 3, p. 67-69, 2003.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas Medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. **Free Radical in Biology and Medicine**. 3 ed. Oxford: Oxford University Press, 1999.

HARTMANN, T. From waste products to ecochemicals: Fifty years research of plant secondary metabolism. **Phytochemistry**, v. 68, n. 22-24, p. 2831-2846, 2007.

HIGDON, J. V.; FREI, B. Tea Catechins and Polyphenols: Health Effects, Metabolism, and Antioxidant Functions. **Critical Reviews In Food Science And Nutrition**, v. 43, n. 1, p. 89-143, 2003.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R. L. The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assays. **Journal Of Agricultural And Food Chemistry**, v. 53, n. 6, p.1841-1856, 2005.

IKAWA, M. et al. Utilization of Folin– Ciocalteu phenol reagent for the detection of certain nitrogen compounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 7, p. 1811-1815, 2003.

INTERNATIONAL, Euromonitor. **Global Tea**: Consumer Trends Converge Around Brewed Beverages. 2016. Disponível em: <https://www.euromonitor.com/global-tea-consumer-trends-converge-around-brewed-beverages/report?utm_campaign=Content%20Distribution&utm_medium=PR&utm_source=Partner&utm_content=APEX>. Acesso em: 22 jun. 2019.

KAUSHIK, G. et al. Commonly consumede indian plant food materials in the management of diabetes mellitus. **Diabetes and Metabolic Syndrome Clinical Research and Reviews**, v.4, p. 21-40, 2010.

KANATT, S. R.; CHANDER, R.; SHARMA, A. Antioxidant potential of mint (*Mentha spicata L.*) in radiation-processed lamb meat. **Food Chemistry**, v. 100, n. 2, p. 451-458, 2007.

KATALINIC, V. et al. Screening of 70 medicinal plant extracts for antioxidant capacity and total phenols. **Food Chemistry**, v. 94, n. 4, p. 550-557, 2006.

KAUFMAN, P. B.; CSEKE, L. J.; WARBER, S.; DUKE, J. A.; BRIELMANN, H. L. Natural products from plants. **Boca Raton**: CRC Press, FL, 1999.

LASRADO, J. A. et al. Safety and tolerability of a dried aqueous spearmint extract. **Regulatory Toxicology And Pharmacology**, v. 86, p. 167-176, 2017.

LIMA, J. D. et al. Chá: aspectos relacionados à qualidade e perspectivas. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 1258-1266, 2009.

LIMA, T. A. Chá e simpatia: uma estratégia de gênero no Rio de Janeiro oitocentista. **Anais do Museu Paulista**: História e Cultura Material, v. 5, n. 1, p. 93-129, 1997.

LOPES-LUTZ, D. et al. Screening of chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Artemisia essential* oils. **Phytochemistry**, v. 69, n. 8, p. 1732-1738, 2008.

MACHLIN, L. J.; BENDICH, A. Free radical tissue damage: protective role of antioxidant nutrients. **The FASEB Journal**, v. 1, n. 6, p. 441-445, 1987.

MAGALHÃES, L. M et al. Aspectos metodológicos sobre avaliação *in vitro* de propriedades antioxidantes. **Analytica Chimica Acta**, v. 613, n. 1, p. 1-19, 2008.

MATOS, B. M. et al. **Avaliação da atividade antifúngica de uma pomada á base de *Chamomilla Recutita* (Camomila) sobre espécies do gênero *Candida***. In: XII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, 8, 2008, São José dos Campos. Anais... São José dos Campos: Unesp, 2008. p. 1-3.

MELO, R. N.; ZENI, J. **Química das Bebidas**: Chás de *Camellia sinensis*. 2018. Disponível em: <http://www.uricer.edu.br/site/publicacoes/Ebook_Qu%C3%ADmica_das_Bebidas_publica%C3%A7%C3%A3o_final_2018.pdf#page=30>. Acesso em: 16 abr. 2019.

MENUT, C. et al. Aromatic Plants of Tropical West Africa. XI. Chemical Composition, Antioxidant and Antiradical Properties of the Essential Oils of Three *Cymbopogon* Species from Burkina Faso. **Journal Of Essential Oil Research**, v. 12, n. 2, p. 207-212, 2000.

MILIAUSKAS, G.; VENSKUTONIS, P.R.; VAN BEEK, T. A. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. **Food Chemistry**, v. 85, n. 2, p. 231-237, 2004.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Alimentos funcionais**. 2009. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/dicas/220_alimentos_funcionais.html>. Acesso em: 28 abr. 2019.

MIRANGA, C. A. S. F. **Atividade antioxidante de óleos essenciais de folhas de diversas plantas**. 2010. 151p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agroquímica, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

MORAES-DE-SOUZA, R. A. et al. Antioxidant activity and phenolic composition of herbal infusions consumed in Brazil. **Ciencia y Tecnologia Alimentaria**, v. 6, n. 1, p. 41-47, 2008.

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

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal Of Chromatography A**, v. 1054, n. 1-2, p. 95-111, 2004.

NAKAMURA, T. Determination of total antioxidant activity and total content of polyphenols in samples of tea leaves marketed in bags. **Abcs Health Sciences**, v. 1, n. 38, p. 8-16, 2013.

OLIVEIRA, A. C. de et al. Fontes vegetais naturais de antioxidantes. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 689-702, 2009.

PARK, Y. J. et al. Composition of volatile compounds and in vitro antimicrobial activity of nine *Mentha* spp. **Springerplus**, v. 5, n. 1, p. 1-10, 2016.

PEREIRA, K. B. et al. O uso de plantas medicinais em uma unidade de estratégia de saúde da família na cidade de Uruguaiana. **Educação Ambiental em Ação**, n. 66, p.21-35, 2019.

PERES, L. E. P. **Metabolismo Secundário**. Disponível em: <https://cursoextensao.usp.br/pluginfile.php/18438/mod_resource/content/1/Apostila%2001b%20-%20Metabolismo%20secund%C3%A1rio.pdf>. Acesso em: 12 maio 2019.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assays. **Food Research International**, v. 39, n. 7, p. 791-800, 2006.

PETISCA, C. I. B. **Quantificação dos compostos bioactivos em infusões de chá verde dos Açores: comparação com os teores presentes em bebidas comerciais com chá verde: trabalho de investigação**. 2008.

PINEDO, A. T.; PEÑALVER, P.; MORALES, J. C. Synthesis and evaluation of new phenolic-based antioxidants: Structure–activity relationship. **Food Chemistry**, v. 103, n. 1, p. 55-61, 2007.

PORT'S, P. S. **Compostos fenólicos e potencial antioxidante de ervas consumidas na região amazônica brasileira**. 2011. 82p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

PRESSER, M. S. **Avaliação da atividade antioxidante e antimutagênica do chá-verde [Camellia sinensis (L) var. assamica]**. 2007. 84p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Genética e Toxicologia Aplicada, Biofísica/centro de Biotecnologia, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2007.

REGINATO, F. Z. et al. Avaliação do uso de flavonoides no tratamento da inflamação. **Revista Cubana de Farmácia**, v. 3, n. 49, p. 569-582, 2015.

RIBEIRO, E. T. S. et al. Emprego de técnicas de extração a alta e baixa pressão para obtenção de polifenóis antioxidantes do subproduto agroindustrial de maçã. 2007.

RICE-EVANS, C. A.; MILLER, N. J.; PAGANGA, G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. **Free Radical Biology And Medicine**, v. 20, n. 7, p. 933-956, 1996.

RICE-EVANS, C.; BURDON, R. Free radical-lipid interactions and their pathological consequences. **Progress in lipid research**, v. 32, n. 1, p. 71-110, 1993.

RITTER, C. et al. Treatment with n-acetylcysteine plus deferoxamine protects rats against oxidative stress and improves survival in sepsis. **Critical Care Medicine**, Mount Prospect, v. 32, n. 2, p. 342-349, 2004.

RIZEA, G. D. et al. The content in free radical scavenging compounds in plants used in cardiovascular phytotherapy. **Journal of EcoAgriTourism**, v. 6, n. 4, p. 94-95, 2010.

RORIZ, C. L. et al. *Pterospartum tridentatum*, *Gomphrena globosa* and *Cymbopogon citratus*: A phytochemical study focused on antioxidant compounds. **Food Research International**, v. 62, p. 684-693, 2014.

SANTOS, D. Y. A. C. **Botânica Aplicada: metabolitos secundários na interação planta-ambiente**. 2015. 16p. Curso de Recursos Econômicos Vegetais, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

SERRANO, J.; GOÑI, I.; SAURA-CALIXTO, F. Food antioxidant capacity determined by chemical methods may underestimate the physiological antioxidant capacity. **Food Research International**, v. 40, n. 1, p. 15-21, 2007.

SHAHIDI, F. et al. Phenolic antioxidants. **Critical Reviews In Food Science And Nutrition**, v. 32, n. 1, p. 67-103, 1992.

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

SILVA, S. R. et al. Plantas medicinais do Brasil: aspectos gerais sobre legislação e comércio. **Quito**, Equador: TRAFFIC América do Sul, 2001.

SIMÕES, C. M. O. **Farmacognosia da planta ao medicamento**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade, 2000. 821 p.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Oxidants And Antioxidants Part A**, p. 152-178, 1999.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdc-phosphotungstic acid reagents. **American Journal Of Enology And Viticulture**, p. 144-158, 1965.

SNOUSSI, M. et al. *Mentha spicata* Essential Oil: Chemical Composition, Antioxidant and Antibacterial Activities against Planktonic and Biofilm Cultures of *Vibrio* spp. **Strains Molecules**, v. 20, n. 8, p. 14402-14424, 2015.

SOARES, M. et al. Compostos Fenólicos e atividade antioxidante da casca de uvas Niágara e Isabel. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v.30, n. 1, p. 59-64, 2008.

SOUZA, C. M. M. et al. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química nova**, v. 30, n. 2, p. 351-355, 2007.

SOUZA, J. R. P. et al. Ação do estresse térmico na sobrevivência de mudas e produção de camomila originadas de sementes importadas e nacionais. **Horticultura Brasileira**, n. 24, p. 233-236, 2006.

SOUZA, M. A. A. **Produção de biomassa e rendimento de óleos essenciais de plantas de hortelã (*Mentha piperita*) em cultivo hidropônico com diferentes concentrações de nitrogênio e fósforo**. 2006. 87p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia Ciência do Solo, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

STORZ, G. et al. Spontaneous mutagenesis and oxidative damage to DNA in *Salmonella typhimurium*. **Proceedings Of The National Academy Of Sciences**, v. 84, n. 24, p. 8917-8921, 1987.

SUCUPIRA, N. R. et al. Métodos Para Determinação da Atividade Antioxidante de Frutos. **Unopar Científica. Ciências biológicas e da saúde**, Londrina, p. 263-269, 2012.

TEIXEIRA, J. et al. Hydroxycinnamic Acid Antioxidants: An Electrochemical Overview. **Biomed Research International**, v. 2013, p.1-11, 2013.

TSIMIDOU, M.; BOSKOU, D. Antioxidant activity of essencial oils from the plants of the Lamiaceae family. In: CHARALAMBOUS, G. **Spices, herbs and edible fungi**. Elsevier: Amsterdam, 1994. p.273-284.

VARGAS, F. S. **Estudo comparativo entre técnicas para avaliação de atividades antioxidantes de espécies de plantas da Amazônia**. 2008. 103p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Patologia Tropical, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2008.

VELOSO, F. H.; SENA, N. R. Avaliação do impacto de diferentes métodos de secagem de ervas aromáticas no potencial antioxidante. In: **Anais do Congresso Nacional Universidade, EAD e Software Livre**.

VICENTINO, A. R. R.; MENEZES, F. S. Atividade antioxidante de tinturas vegetais, vendidas em farmácias com manipulação e indicadas para diversos tipos de doenças pela metodologia do DPPH. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 3, n. 17, p. 384-387, 2007.

VIDAL, A. M. A ingestão de alimentos funcionais e sua contribuição para a diminuição de incidência de doenças. **Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 1, n. 15, p. 43-52, 2012.

WALDHELM, K. C. V. **Flavonoides e Atividade Antioxidante de *Cassia australis* (Fabaceae, Leguminosae)**. 100p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química de Produtos Naturais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

WILLIAMS, R. J.; SPENCER, J. P.; RICE-EVANS, C. Flavonoids: antioxidants or signalling molecules?. **Free Radical Biology And Medicine**, v. 36, n. 7, p. 838-849, 2004.

ZANON, G. **Análise Fitoquímica e Estudo das Atividades Antimicrobiana, Antioxidante e de Inibição da Enzima Acetylcolinesterase das espécies *Zanthoxylum rhoifolium* e *Zanthoxylum hyemale***. 2010. 174p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Centro de

Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil, 2010.

ZIMMERMANN, A. M; KIRSTEN, V. R. Alimentos com função antioxidante em doenças crônicas: uma abordagem clínica. **Disciplinarum Scientia**, v.8, n.1, p. 51-68, 2016.

ZNC, L. **Naturais a granel**. 2012. Disponível em: <<https://www.lojaznc.com.br/naturais-a-granel/cha-de-capim-limao-a-granel-100g>>. Acesso em: 07 jul. 2019.