

Caracterização fitoquímica e análise da atividade antimicrobiana e antioxidante dos extratos de *Ilex paraguariensis*, *st hill.*: uma revisão de literatura

Phytochemical characterization and analysis of antimicrobial and antioxidant activity of extracts of *Ilex paraguariensis*, *st. Hill*: a review of the literature

DOI:10.34117/bjdv7n4-373

Recebimento dos originais: 14/03/2021

Aceitação para publicação: 14/04/2021

Rodrigo Patrício Silva

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais
Graduado em Farmácia pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais
Rua Tomazina, 730, Olarias, Ponta Gossa- Paraná
E-mail: rpatriciorps@gmail.com

André Luís Franco de Godoy

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais
Graduado em Farmácia pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais
Rua Tomazina, 730, Olarias, Ponta Gossa- Paraná Brasil
E-mail: andrelfgodoy@gmail.com

Rosana Letícia da Rosa

Universidade Estadual de Ponta Grossa
Mestre em Ciências Farmacêuticas pela Universidade Estadual de Ponta Grossa
Avenida General Carlos Cavlcanti, 4748, Unavaranas, Ponta Grossa Paraná
E-mail: rosanaleticia@hotmail.com

Robson Schimandei Novak

Universidade Estadual de Ponta Grossa
Mestre em Ciências Farmacêuticas pela Universidade Estadual de Ponta Grossa
Avenida General Carlos Cavlcanti, 4748, Unavaranas, Ponta Grossa Paraná
E-mail: robsonnovak@hotmail.com

Josyel Olszewski

Universidade Estadual de Ponta Grossa
Mestre em Ciências Farmacêuticas pela Universidade Estadual de Ponta Grossa
Avenida General Carlos Cavlcanti, 4748, Unavaranas, Ponta Grossa Paraná
E-mail: josyelfarmacia@hotmail.com

RESUMO

A *Ilex paraguariensis* *St. Hill*, conhecida popularmente como erva mate, é uma planta da família das aquifoliáceas, englobada dentro do gênero *Ilex*, do qual fazem parte aproximadamente 600 espécies diferentes. É uma planta de ocorrência natural no sul do Brasil, no Paraguai, Uruguai e Argentina. Ela é comumente utilizada por populações locais em uma bebida tradicional conhecida como *chimarrão* em sua forma quente, ou *tererê*, em sua forma gelada, sendo considerada uma bebida que apresenta diversos

benefícios para a saúde. Em diversos estudos foi possível verificar que esta planta apresenta promissoras atividades antimicrobianas, contra diversos micro-organismos patogênicos também antioxidantes, sendo testada contra a degradação de alimentos e radicais livres. Dada tais hipóteses, este trabalho objetivou-se a analisar através de uma revisão de literatura, os trabalhos publicados nos últimos dez anos relacionados com a questão central, definida como: se há atividade antimicrobiana e antioxidante documentada para a espécie *Ilex paraguariensis* St.Hill publicada no período analisado. Foi possível evidenciar, através desta revisão, que a planta *Ilex paraguariensis* St. Hill. apresenta atividades antimicrobiana e antioxidante documentada na literatura, sendo que a mesma apresenta como uma alternativa promissora, sendo necessários mais estudos a fim de analisar sua utilização pela indústria.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis* St. Hill, Extrato, Atividade antimicrobiana, Propriedades antioxidantes, Polifenóis.

ABSTRACT

Ilex paraguariensis St. Hill, popularly known as yerba mate, is a plant of the aquifolia family, included within the genus *Ilex*, which includes approximately 600 different species. It is a naturally occurring plant in southern Brazil, in Paraguay, Uruguay and Argentina. It is commonly used by local people in a traditional drink known as chimarrão, in its hot or tererê form, in its cold form, being considered a drink that has several health benefits. In several studies it was possible to verify that this plant has promising antimicrobial activities, against several pathogenic microorganisms and also antioxidants, being tested against the degradation of food and free radicals. Given these hypotheses, this study aimed to analyze through a literature review, the works published in the last ten years related to the central question, defined as: whether there is documented antimicrobial and antioxidant activity for the species *Ilex paraguariensis* St.Hill published in the analyzed period. It was possible to show, through this review, that the plant *Ilex paraguariensis* St. Hill. it has antimicrobial and antioxidant activities documented in the literature, and it presents itself as a promising alternative, requiring more studies in order to analyze its use by the industry.

Keywords: *Ilex paraguariensis* St. Hill, Extract, Antimicrobial activity, Antioxidant properties, Polyphenols

1 INTRODUÇÃO

A *Ilex paraguariensis* St. Hill, conhecida popularmente como erva mate, é uma planta da família das aquifoliáceas, englobada dentro do gênero *Ilex*, do qual fazem parte aproximadamente 600 espécies diferentes (SOUZA; LORENZI, 2012).

Sua área de ocorrência natural compreende cerca de 540.000 Km² em regiões subtropicais e temperadas da América do Sul, sendo localizada no sul do Brasil, no Paraguai, Argentina e Uruguai. No Brasil, as plantas de ocorrência natural estão situadas em cerca de 450.000 Km² em pequenas faixas de terra dos estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro, na região sul do Mato Grosso do Sul, na região centro norte do

Rio Grande do Sul, na região sudeste do Paraná e em quase toda a extensão do estado de Santa Catarina (BOGNOLA et al., 2017; PERALTA; LEBOURLEGAT, 2012; SOUZA; LORENZI, 2012; BIASI; GRAZZIOTIN; HOFMANN, 2008).

A região sul representa quase toda a produção de erva mate Brasileira, sendo o Brasil o maior produtor mundial, seguido da Argentina e do Paraguai (ZANIN; MEYER, 2018; FAO, 2019). O estado do Paraná é o principal produtor brasileiro da planta, sendo responsável pela maior parte da produção nacional, seguido dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (JUNQUEIRA; BASSO; SOUZA, 2017).

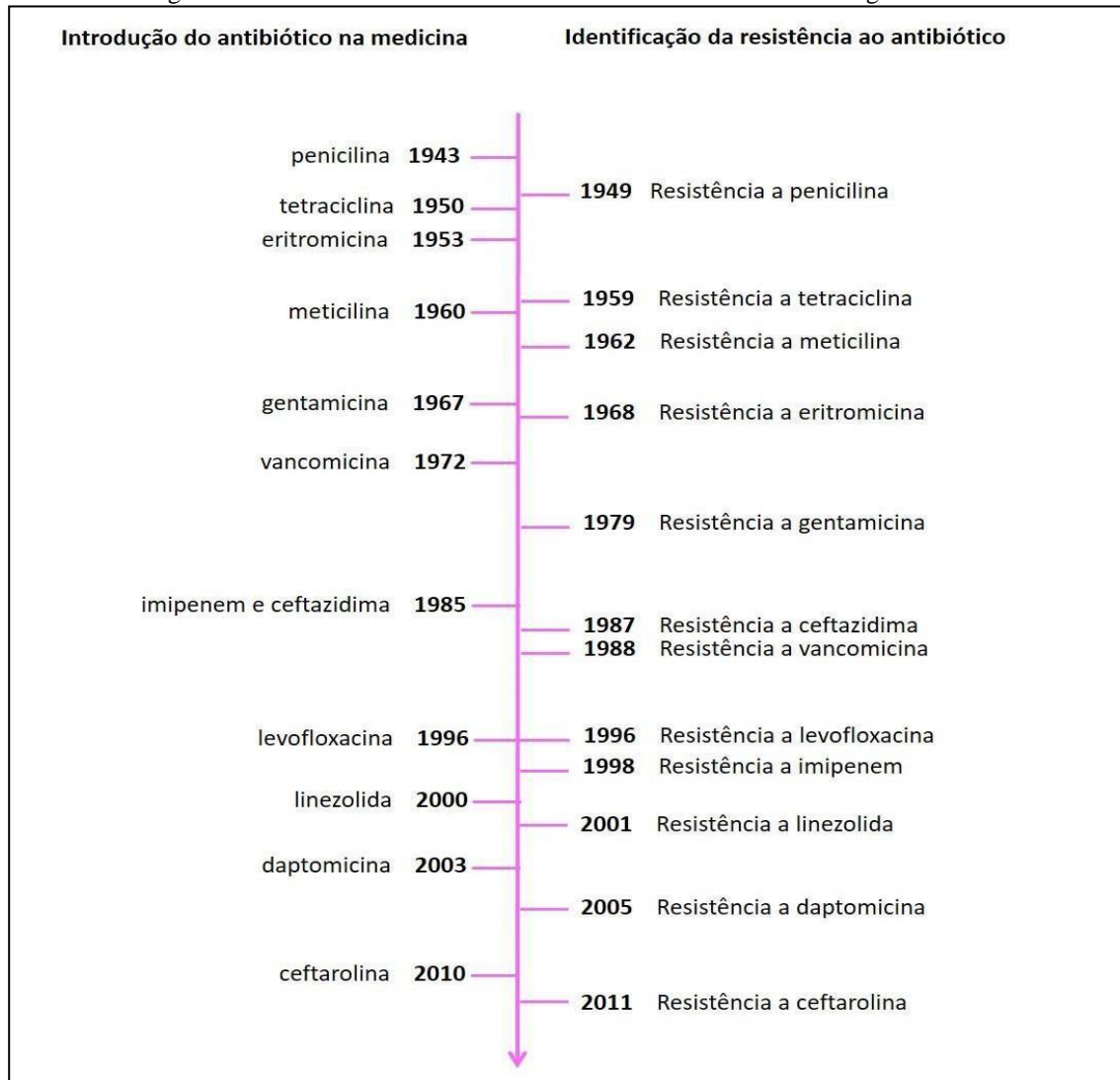
Seu cultivo para consumo é de grande importância socioeconômica, uma vez que é realizado por um grande número de pequenos produtores da região sul Brasileira, da Argentina e Paraguai, sendo estes três, os únicos países a realizarem sua produção no mundo (RESENDE et al., 2000;).

A principal forma de consumo é o chimarrão ou tererê, bebidas com efeito estimulante do sistema nervoso central devido a presença de metilxantinas como a cafeína e seus derivados (DA SILVA, 2017; BERTÉ et al., 2011; HECK; DE MEJIA, 2007).

Em recentes estudos, os extratos de *Ilex paraguariensis* vem demonstrando importante efeito antimicrobiano em culturas *in vitro* para bactérias com elevada patogenicidade, como *Candida albicans*, *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* e *Salmonella enteridis* (COSTA; RACANICCI; SANTANA, 2017; GONZALEZ-GIL et al., 2013; BIASI; GRAZZIOTIN; HOFMANN, 2008).

Dentre os gêneros supracitados alguns fazem parte dos grupos de bactérias que criaram ao longo do tempo algum mecanismo de resistência. O gênero *Staphylococcus* por exemplo, abrange numerosas espécies, dentre elas a espécie *Staphylococcus aureus*. Essas destacam-se por apresentarem resistência à penicilina a partir da década de 1960, portanto foi desenvolvido o beta-lactâmico sintético meticiclina, que era resistente às enzimas beta-lactamases que este micro-organismo sintetizava. Após a inserção da meticiclina na terapêutica algumas cepas de *Staphylococcus aureus* desenvolveram um mecanismo de defesa frente à atividade antimicrobiana da meticiclina, estas cepas foram denominadas MRSA (*Multiple-resistant Staphylococcus aureus*) e são resistentes a todos os antimicrobianos beta-lactâmicos (GELATTI et al., 2009).

Figura 1 - Desenvolvimento de resistência de antimicrobianos ao longo dos anos



Fonte: FRIEDEN, 2013 et al., apud OLIVEIRA, 2018.

A resistência bacteriana frente a antimicrobianos é manifestada em pouco tempo após o início do uso do agente, como expresso na figura 1 que denota o ano de inserção do antimicrobiano no mercado versus o tempo que as bactérias atingidas levaram para desenvolver algum mecanismo de defesa.

Diante deste cenário, os fármacos atualmente utilizados podem se tornar obsoletos, o que demanda uma crescente e incessante busca da criação de novas alternativas que controlem a proliferação desses micro-organismos, sendo os metabólitos secundários produzidos pelas plantas, uma alternativa para esta demanda.

A ação antimicrobiana tem relação com a composição de metabólitos secundários da planta, tais como os compostos polifenólicos, que estão ligados a diversas funções nas mesmas, tais como, proteção contra ataques de insetos, pigmentação, proteção contra

raios UV, efeito antibactericida e antifúngico, pigmentação, atrativos para insetos e animais polinizadores, sendo também

responsáveis pelas características de amargor, adstringência, odor, sabor, cor e propriedades antioxidantes (NACZH; SHAHIDI, 2004; FRIEDMAN, 2007).

Compostos fenólicos de plantas também tem sido alvo de diversos estudos que buscam alternativas para substituição de aditivos alimentares por substâncias menos prejudiciais à saúde, dentre os quais, os com efeitos antimicrobianos e antioxidantes são os mais utilizados (Taiz & Zeiger, 2013; Rossa, 2013). Dentre tais propriedades, a busca por compostos naturais com atividade antioxidante é uma tendência no mercado farmacêutico, pois os mesmos tendem a manter as propriedades organolépticas dos alimentos sem provocar prejuízos para a saúde humana, dada a relação direta de compostos antioxidantes sintéticos com o aparecimento de doenças (FERREIRA et al., 2011).

Vários estudos visando a identificação e quantificação de componentes químicos e demais metabólitos secundários presentes em *Ilex paraguariensis* St. Hill. vem sendo publicados. Dentre eles, foram identificadas as presenças de compostos como polifenóis, xantinas, saponinas e carboidratos. Dentre tais compostos, há destaque para a identificação de alto teor de compostos derivados da xantina, como a cafeína, teobromina e derivados (DARTORA, 2010; PAGLIOSA, et al., 2010; BOJIC, et al., 2013)

Segundo um estudo publicado por Rossa et al, (2013), os compostos fenólicos presentes em infusões da erva-mate consumidas, apresentam uma grande quantidade de efeitos biológicos benéficos, sendo eles a ação antioxidante, antimicrobiana, vasodilatadora e anti-inflamatória.

Em um estudo publicado por Canterle (2005), a atividade antioxidante dos compostos presentes na erva-mate (*Ilex paraguariensis*) é maior quando comparada a outras espécies de plantas do mesmo gênero (*Ilex spp.*). Neste mesmo estudo, as análises demonstram que tal característica se encontra preservada em infusões preparadas para consumo devido a presença de altos teores de ácidos cafeicos, cafeoil e alguns outros compostos derivados (CANTERLE, 2005).

Dadas tais informações, este trabalho se delimitou a realizar uma revisão dos trabalhos publicados nos últimos dez anos com o objetivo de sintetizar as principais informações acerca da atividade antimicrobiana dos extratos produzidos a partir da *Ilex paraguariensis* St. Hill, juntamente com os principais achados relacionados com sua atividade antioxidante.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho utilizou como recurso metodológico a revisão sistemática de bibliografia. Para o correto delineamento do mesmo, foram seguidos os seguintes passos: (1) elaboração da pergunta de pesquisa; (2) busca na literatura; (3) seleção dos artigos; (4) extração dos dados; (5) avaliação da qualidade metodológica; (6) síntese dos dados (metanálise); (7) avaliação da qualidade das evidências; e (8) redação e publicação dos resultados (GALVÃO et al, 2014).

Por meio de levantamento de artigos científicos sobre as atividades antimicrobiana e antioxidante e sobre a composição fitoquímica da planta *Ilex paraguariensis* St. Hill, descritas na literatura, foi realizada a elaboração desta revisão que norteou-se através da formulação de uma questão central que foi definida como: se há atividade antimicrobiana e antioxidante documentada para a espécie *Ilex*

paraguariensis St.Hill . Dada a delimitação desta questão central, foram realizados levantamentos nas bases de dados Scielo, Pubmed, Google Acadêmico e Capes, através das palavras chave, *Ilex paraguariensis* St. Hill; Extrato; Atividade antimicrobiana; Propriedades antioxidantes; Polifenóis, sendo pesquisadas de forma composta nas línguas português e inglês, sendo coletadas publicações disponíveis no período compreendido entre 2010 a 2020.

3 RESULTADOS E DISCUÇÃO

Foram buscados trabalhos que apresentam relação com a pergunta central deste trabalho. Dentre estes foram selecionados 40 trabalhos para que fossem citados nesta revisão.

3.1 ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

A busca por compostos com atividade antimicrobiana em plantas se faz necessária dado ao crescente surgimento de resistência bacteriana aos antimicrobianos já presentes na terapêutica. Tais micro-organismos podem acarretar infecções oportunistas e fatais para os seres humanos (MACHADO, et al., 2013). O uso de plantas medicinais em processos infecciosos vem impulsionando diversos estudos no sentido de identificar tais compostos nas plantas, sendo uma das estratégias definidas para a solução do problema da resistência apresentada por alguns patógenos (HAIDA et al., 2007). Dada a importância de tal busca por novos compostos antimicrobianos, foram selecionados

estudos relacionados a atividade antimicrobiana apresentada por *Ilex paraguariensis* St. Hill.

Em um trabalho publicado por Cogo e colaboradores (2010), foram testados os potenciais antibacterianos para as espécies *Bixa orellana* L., *Chamomilla recutita* L., *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., *Malva sylvestris* L., *Plantago major* L. e *Rheum rhaponticum* L. sobre amostras de *Helicobacter pylori* provenientes de onze isolados clínicos de lesões gástricas coletadas em um hospital. Foi realizada produção do extrato através do método de maceração com álcool etílico à 96%. Para a planta *Ilexparaguariensis* St. Hill., foram produzidos extratos das folhas verdes e secas, sendo comparada a atividade antimicrobiana das duas. Primeiramente realizou-se teste de difusão em disco impregnado com o extrato analisado como forma de triagem, sendo selecionadas todas as amostras que apresentaram halo de inibição >6mm para realizar teste de determinação da concentração mínima inibitória (CIM). Em seguida foram realizadas diluições seriadas em água destilada com posterior incorporação em 19mL de ágar Columbia fundido com posterior transferência para placa de petri. As concentrações variaram de 5,0 a 0,625mg/mL. Após, foi realizada inclusão das amostras de bactérias no meio através de uma agulha de inoculação. As placas foram incubadas por 72h à 37°C e após este período a CIM50 e CIM90 foram determinadas e definidas como as concentrações que inibiram, respectivamente, 50 e 90% das cepas avaliadas. Para o extrato de folhas verdes, a CIM50 foi definida como <0,625 mg/ml e a CIM90 como 5,0 mg/ml. Já para o extrato produzido através das folhas secas da erva-mate, a CIM50 foi definida como 1,25 mg/ml e a CIM90 como 2,5 mg/mL. Este estudo concluiu que as plantas *B. orellana* L., *C. recutita* L., *I. paraguariensis* A. St.-Hil. e *M. sylvestris* L. foram capazes de inibir o crescimento de

H. Pylori in vitro, sendo que a busca por compostos naturais que combatam este patógeno é promissora (COGO et al., 2010).

Em um artigo escrito por Costa et al, (2017), extratos de *Ilex paraguariensis* St. Hill., foram analisados quanto a atividade antimicrobiana frente a cepas de *Escherichiacoli* e *Proteus mirabilis* previamente isolados da carne de frango. Neste estudo, foram produzidos extratos hidroalcoólicos na proporção água (65-85%) e etanol (15-35%) a partir das folhas da planta e em seguida foram realizados testes através do método de difusão em disco sobre culturas dos patógenos analisados em ágar Mueller-Hinton. Nos discos de papel filtro previamente esterilizados, foram impregnados extrato da erva-mate nas concentrações 125 mg, 250 mg, 550 mg e puro (extrato de erva-mate puro). Também foi utilizado como controle negativo uma solução de salina de 85%. Após, as amostras

foram incubadas a 36°C por 36 horas para secagem e armazenados a 7°C até do dia das análises. As bactérias previamente isoladas da carne de frango e previamente identificadas foram incubadas em ágar nutriente durante 24h a 37°C e depois suspensas em solução salina 0,85% e incubadas até alcançar a turbidez referente a escala Mc. Farland 0,5. Em seguida, as mesmas foram inoculadas sobre placas de ágar Mueller-Hinton com o auxílio de swab estéril e em seguida, após a aplicação dos discos para análise as placas foram incubadas a 36°C por 18 horas. Foram consideradas atividades antibacterianas relevantes apenas halos de inibição >10mm. Observou-se que quanto maior a concentração do extrato, maior a inibição até que se alcance um ponto de inflexão que foi de 398 mg/mL para a *E. coli* e de 385 mg/mL para *Proteus mirabilis*. Este estudo concluiu que para obter-se uma boa inibição frente aos patógenos analisados devem ser utilizados cerca de 400mg/mL de extrato de *Ilex paraguariensis* St. Hill., sendo que o extrato apresenta atividade antimicrobiana promissora (COSTA et al., 2017).

Martin e colaboradores (2013), avaliaram através de um estudo a atividade antimicrobiana dos extratos metanólico e etanólico, preparado através de amostras comerciais de *Ilex paraguariensis* St. Hill., frente a patógenos presentes em alimentos, sendo eles, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella Enteritidis* e *Escherichia coli* através da análise da concentração inibitória mínima (CIM) e bactericida mínima (MBC). Os testes para determinação da CIM foram realizados através do método *micro-broth*, onde, realizou-se microdiluições em série, em triplicata, em placas de 96 poços, variando a concentração entre 25 mg/mL a 0,78 mg/mL. Após, foi adicionado meio TSB contendo as bactérias inoculadas e padronizadas em $1,5 \times 10^5$ UFC/mL, obtendo-se um volume final de 200µL em cada poço da microplaca. Foram utilizados como controle positivo 200µL de meio TSB contendo as bactérias e como controle negativo, 200µL de meio TSB contendo clorhexedina 0,12% v/v. Após incubação por 35°C durante 24 horas, foi adicionado em cada poço, 30µL de resazurina 0,01% p/v, com a finalidade de detectar a atividade inibitória através da mudança de cor da cultura. Para determinação da CBM, foram transferidos 10µL das culturas consideradas inibitórias para placas com ágar TSA, sendo as mesmas incubadas a 35°C por 24 horas, sendo considerada a menor concentração onde não houve crescimento bacteriano como CBM. Houve inibição do crescimento microbiano para os extratos metanólico e etanólico em todos os patógenos analisados, exceto para *Escherichia coli*. Houve maior zona de inibição e a menor CIM para o extrato etanólico aplicado em colônias de *Staphylococcus aureus* e *Salmonella Enteritidis*, sendo encontrados valores semelhantes para *Listeria*

monocytogenes. Além disto, o mesmo extrato apresentou menor CBM para *S. aureus*, o que demonstra sua ótima atividade antibacteriana *in vitro*. Este trabalho concluiu que a Erva-mate possui atividade antimicrobiana contra patógenos alimentares, sendo que o extrato Etanólico possui melhor atividade contra *S. aureus*, *L. monocytogenes* e *S. enteredis*. Para *E. coli* não houve atividade antimicrobiana por nenhum dos dois extratos analisados (MARTIN et al., 2013).

Já, em estudo produzido por Penteado e colaboradores (2018) foi avaliado a atividade do extrato aquoso de *Ilex paraguariensis* St. Hill., produzido pelo método de sonicação a 40kHz por 20 minutos, na proporção de 1:20 g/mL de planta/água, à partir de erva comercial, sobre as bactérias *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii* e *Streptococcus pneumoniae*. Para análise foi preparada uma solução estoque à partir do extrato liofilizado com DMSO na concentração de 10mg/mL. Em seguida, foi realizada microdiluição em microplacas de 96 poços para que fosse determinada a CIM com posterior inclusão de 50µL de caldo Mueller-Hintone 50µL do inóculo bacteriano. As concentrações de extrato microdiluídas variaram entre 200µg/mL e 0,390µg/mL. Após, foi realizada incubação da placa em 37°C durante 24 horas e após este período foi realizada leitura da mesma em espectrofotômetro em um comprimento de onda de 600nm, onde foram avaliadas as concentrações bacterianas conforme padrão na escala de McFarland 0,5 também medido. Foram consideradas não ativos extratos que não inibiram o crescimento bacteriano em concentrações superiores a 200µg/mL. Os resultados para *Acinetobacter baumannii* foi de 200µg/mL e para *Staphylococcus aureus* de 100µg/mL. Para os patógenos *Klebsiella pneumoniae* e *Streptococcus pneumoniae* não houve atividade antimicrobiana dentro das concentrações analisadas. Este estudo demonstrou que a erva-mate pode ser uma alternativa a ser estudada para tratamento de infecções bacterianas (PENTEADO et al, 2018).

Afonso et al, (2017), publicou um artigo onde foram realizados testes de extrato hidroalcolico preparado a partir de folhas, de ramos e de óleo volátil extraídos de *Ilex paraguariensis* St. Hill. em cepas comerciais padrão das bactérias *Corynebacterium fimi* NCTC 7547, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Bacillus cereus* ATCC 9634, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Salmonella enteritidis* ATCC, *Escherichia coli* ATCC 25922 e *Escherichia coli* comensal.; e sobre os fungos: *Aspergillus phoenicis* isolado, *Aspergillus niger* ATCC 9020, *Fusarium sp.* ATCC 52925, *Fusarium sp.* ATCC 85992 e *Fusarium sp.* isolado clínico. Os extratos de folhas e ramos foram preparados a partir de técnica de maceração, onde a matéria previamente seca foi moída e submersa

em 400mL de etanol 70% durante 72horas com renovação do solvente a cada 24horas. Após, o extrato foi coado em papel filtro evaporado. Para a extração do óleo volátil, foi realizada técnica de hidrodestilação em aparelho Clevenger durante 4horas e o mesmo não foi diluído. Para avaliação da atividade antimicrobiana, os extratos foram redissolvidos em etanol 70% nas concentrações de 100mg/mL e 50mg/mL e posteriormente foram retiradas alíquotas de 25µL e 50µL de cada extrato e do óleo volátil e as mesmas foram aplicadas em discos de papel filtro e depois colocadas em placas de petri contendo ágar BHI previamente inoculadas com a linhagem analisada diluída em solução fisiológica com turvação ajustada para padrão McFarland 0,5 (aproximadamente $1,5 \times 10^6$ UFC/mL). Em seguida, as placas foram incubadas a 37°C durante 24horas. Foram mensurados os resultados e consideradas amostras que inibiram o crescimento bacteriano apenas as que apresentaram halo de inibição superior a 10mm, sendo considerados não determinados amostras que apresentaram inibição total ou nenhum crescimento. Já para a avaliação da atividade antifúngica, a mesma alíquota utilizada no teste anterior foi utilizada, sendo impregnada em papel filtro aplicado sobre as placas de petri contendo ágar *Potato dextrose* (PDA) a 1 cm de distância do disco central contendo a espécie fúngica. As placas foram então incubadas a 30°C por 48 horas. Foi considerada resistente a amostra onde não houve halo de inibição. Todos os testes foram realizados em triplicata e foram utilizados antibióticos e fungicidas comerciais como controle positivo e solução salina como controle negativo. Os resultados foram expressos nas figuras 2 e 3. Este estudo concluiu que tanto os extratos como o óleo volátil de *Ilex paraguariensis* St.Hill., apresentam uma ótima atividade antibacteriana e antifúngica.

Figura 2: Resultados do teste em bactérias.

Microrganismo	Extratos de Ramos		Extratos de folhas				Óleo volátil					
	100 mg/mL		50 mg/mL		100 mg/mL		50 mg/mL		100 mg/mL		50 mg/mL	
	25 µL	50 µL	25 µL	50 µL	25 µL	50 µL	25 µL	50 µL	25 µL	50 µL	25 µL	50 µL
<i>C. fimi</i> NCTC 7547	0,7	1,4	0,3	1	0,7	1,6	0,5	0,7	0,7	1,4	0,6	0,9
<i>L. monocytogenes</i> ATCC 7644	0,8	1,2	0,4	0,6	0,9	1,3	0,6	0,7	0,9	1,5	0,7	0,8
<i>B. cereus</i> ATCC 9634	0,7	1	R	R	0,8	1,3	0,7	0,8	0,8	1,7	0,5	1,1
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	0,8	1,1	0,6	0,9	0,7	1,2	0,5	0,7	0,7	1,6	0,6	1,2
<i>S. Enteritidis</i> ATCC	0,5	1	0,4	0,8	0,7	1,3	0,5	0,6	0,7	1,6	0,7	1,3
<i>E. coli</i> ATCC 25922	0,8	1,2	0,5	0,7	0,8	1,4	0,6	0,9	0,8	1,7	0,6	1,2
<i>E. coli</i> comensal	0,7	1,1	0,4	0,8	0,9	1,3	0,7	0,9	0,9	1,8	0,8	1,3

* Os halos de inibição são expressos em centímetros. R- Resistente.

Fonte: adaptado de Afonso et al, 2017.

Figura 3: Resultados do teste em bactérias e fungos

Microrganismo	Extratos de Ramos				Extratos de Folhas				Óleo volátil				Fox	
	100		50		100		50		100		50		2	
	mg/mL	μL	mg/mL	μL	mg/mL	μL	mg/mL	μL	mg/mL	μL	mg/mL	μL	mg/mL	μL
<i>A. phoenicis</i>	R	0,8	R	0,5	0,3	1	R	0,4	0,7	1,2	0,5	0,9	1,5	2
<i>A. niger</i> ATCC 9020	0,4	0,9	R	0,6	0,3	0,9	0,3	0,7	0,4	1,6	0,5	1	1,5	2
<i>Fusarium</i> 52925 <i>sp.</i>	0,6	1	0,4	0,8	0,5	1,2	0,4	0,8	0,7	1,4	0,6	1,2	1,7	2,2
<i>Fusarium</i> 85992 <i>sp.</i>	0,4	1,1	0,2	0,5	0,6	1,2	0,3	0,6	0,6	1,3	0,5	1,1	1,4	ND
<i>Fusarium</i> clínico <i>sp.</i>	0,3	0,7	R	0,5	0,7	1	0,3	0,7	0,5	1,2	0,6	1,2	1,3	ND

* Os halos de inibição são expressos em centímetros. R- Resistente; ND - não determinado (não houve crescimento de micélio ou inibição total do fungicida).

Fonte: adaptado de Afonso et al, 2017

Alguns estudos relacionaram a atividade antimicrobiana frente a *Escherichia coli* com a presença de compostos isolados da erva-mate, como os polifenóis, ácido cafeico, derivado de cafeoil, ácido cafeoilquínico, ácido ferulolilínico, kaempferol, quercetina, ácido quinínico, rutina e teobromina (MARQUES & FARAH, 2009; HECK & MEJIA, 2007)

Martin et al. (2013) relacionou a atividade antimicrobiana dos extratos etanólicos e metanólicos com a presença do ácido clorogênico, devido ao fato deste comumente apresentar tal atividade. Alguns estudos realizaram a análise das propriedades antimicrobianas de substâncias como cafeína e ácidos clorogênico em sua forma purificada, demonstrando serem eficazes contra bactérias gram negativas (HERALD & DAVIDSON, 1983; PUUPPONEN-PIMIA et al., 2001).

Os demais artigos utilizados nesta revisão, que tratam sobre a atividade antimicrobiana dos extratos de *Ilex paraguariensis* St. Hill., foram classificados quanto aos seus pontos em comum, com relação a: parte da planta utilizada, tipo de extrato, método de extração, micro-organismos testados e atividade antimicrobiana qualitativa, conforme tabela 1.

Tabela 1- Artigos que retratam a atividade antimicrobiana dos extratos de *Ilex paraguariensis* St. Hill.

Autor (adaptado de)	Ano	Parte utilizada	Tipo de extrato	Método extração	Microrganismos testados	Metodologia utilizada	Atividade antimicrobiana quantitativa						
SERVELIN et al.	2014	Folhas verdes	Extrato hidroalcólico	---	<i>Staphylococcus aureus</i> e <i>Staphylococcus hyicus</i>	CIM em microdiluições seriadas e CBM através de cultura em placa	CIM: S. aureus: ≥ 5 mg/mL S. hyicus: ≥ 5 mg/mL CBM: S. aureus: ≥ 20 mg/mL S. hyicus: 10 mg/mL,						
FILIP et al.	2010	Folhas secas	Extrato aquoso	Decocção	<i>Malassezia furfur</i> (fungo)	Atividade antifúngica através de metodologia de microdiluição modificada	Atividade antifúngica em 1000mg/mL de extrato sendo comparado com cetoconazol a 2,7 μ g/ml em curva de dose resposta						
PENTEADO et al.	2016	Erva comercial	Extratos hexânico, metanólico e aquoso	extração por ultrassom em frequência de 40 KHz	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> e <i>Acinetobacter baumannii</i>	Determinação da CIM por microdiluição seriada em placas de 96 poços com teste de absorvância a 600nm	S. aureus (μg/mL): K. pneumoniae (μg/mL): A. baumannii (μg/mL): P. aeruginosa (μg/mL): <table border="1" data-bbox="1765 970 2049 1037"> <tr> <td>Hex.</td> <td>Met.</td> <td>Aq.</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>200</td> <td>100</td> </tr> </table>	Hex.	Met.	Aq.	200	200	100
Hex.	Met.	Aq.											
200	200	100											
TONET et al.	2019	Extrato seco comercial	Extrato hidroalcólico	Extração por Spray Dryer	<i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> e <i>Salmonella enterica</i> ,	Teste de CIM pelo método de checkerboard através da mistura do extrato de erva-mate em combinação com o conservante BHA em hambúrguer de	10 mg/mL para <i>Escherichia coli</i> e <i>Salmonella Typhi</i> , e de 5 mg/mL para <i>Staphylococcus aureus</i>						

						peixe. Foram avaliados nos			
						tempos 0, 7, 14, 21 e 28 dias			
KUNDEL et al.	2018	folhas e caules secos	Isolamento de um polissacarídeo	---	Bactérias Gram- <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella enteritidis</i> , <i>Salmonella typhimurium</i> , <i>Enterobacter cloacae</i> , Bactérias Gram+ <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Micrococcus flavus</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> Microfungos: <i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>Aspergillus ochraceus</i> , <i>Aspergillus versicolor</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Candida crusei</i> , <i>Penicillium funiculosum</i> , <i>Penicillium verrucosum</i>	Teste para determinação da CIM, CBM e CFM por microdiluição seriada em placa de 96 poços	GRAM - (mg/mL)		
							Microrg.	CIM	CBM
							<i>B. cereus</i>	0,30	0,40
							<i>M. flavus</i>	0,30	0,40
							<i>S. aureus</i>	0,60	0,80
							<i>L. monocytogenes</i>	0,60	0,80
							GRAM + (mg/mL)		
							Microrg.	CIM	CBM
							<i>E. coli</i>	>1,6	>1,6
							<i>E. cloacae</i>	0,30	0,40
							<i>S. enteritidis</i>	0,40	0,60
							<i>S. typhimurium</i>	0,40	0,60
							Micofungos (mg/mL)		
							Microrg.	CIM	CFM
<i>A. fumigatus</i> ,	0,40	0,60							
<i>A. ochraceus</i> ,	0,40	0,60							
<i>A. versicolor</i>	0,20	0,40							
<i>A. niger</i> ,	0,60	0,80							
<i>C. crusei</i> ,	0,30	0,40							
<i>P. funiculosum</i>	0,40	0,60							
<i>P. verrucosum</i>	0,30	0,60							
SILVA et al.	2016	---	Hidroalcolóico	---	<i>Escherichia coli</i> <i>Staphylococcus aureus</i>	Teste para determinação da CIM, por microdiluição seriada em placa de 96 poços	MIC de erva-mate: <i>E. coli</i> : 0,1 mg/mL <i>S. aureus</i> : < 0,025 mg/mL		
De BONNA et al.	2010	Folhas e talos	Extrato aquoso	Turbolise	Sorovares de <i>Salmonella spp</i>	Determinação CIM por teste de microdiluição	Conc. Extrato em mg/mL; SA: sem atividade Microrg. CIM CBM		

						seriada e determinação CBM por teste de cultura em placas.	<i>S. derby</i>	150	200
							<i>S. heidelberg</i>	SA	SA
							<i>S. cubana</i>	SA	SA
						Testado em concentrações 50, 100, 150 e 200mg/mL	<i>L. orion</i>	SA	200
							<i>S. enteredis</i>	150	200
							<i>S. enterica</i>	150	200
							<i>S. infantis</i>	SA	200
							<i>S. mbandaka</i>	SA	150-200
							<i>S. agona</i>	SA	SA
							<i>S. lexigton</i>	50-100	150-200
							<i>S. give</i>	SA	SA
							<i>S. newport</i>	SA	SA
							<i>S. montevideo</i>	SA	SA
							<i>S. kentucky</i>	SA	200
CARELLI et al.	2011	Folhas	Extrato diclorometano	Extrato extração com fluido supercritico	Bactérias Gram- <i>Acinetobacter baumannii</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Teste de difusão em disco para concentrações: 1.0mg, 0.5mg, 0.25mg, 0.12mg e 0.06mg	Microrg.	Atividade Extrato (mg)	
							<i>A. baumannii</i>	RESISTENTE	
							<i>E. coli</i>	RESISTENTE	
							<i>P. aeruginosa</i>	0,25mg-1,0mg	
							<i>S. aureus</i>	0,25mg-1,0mg	

				dióxido de carbono (CO ₂)	<i>Enterococcus faecalis</i>				<i>E. faecalis</i>	RESISTENTE
BURRIS et al.	2012	Folhas secas	Extrato aquoso	Infusão	<i>Escherichia coli</i> cepa padrão e cepa extraída de cidra de laranja	Método de Time-kill em meio produzido com caldo TSB e em suco de laranja comercial com pH alterado para 6,0	Meio TSB			
							Microrg. (mg/mL)	CIM	CBM	
							<i>E. coli</i> padrão	10	5	
							<i>E. coli</i> cidra	10	10	
Observou-se uma redução de aproximadamente 4.5-log UFC/mL com aplicação de 40mg de extrato em suco de laranja modificado,										
SALKIC & ZELIKOVI	2015	Erva comercial	Extrato aquoso	Infusão	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>spizizenii</i> <i>Staphylococcus epidermidis</i> <i>Salmonella abony</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Escherichia coli</i>	Teste de difusão em disco	Neste estudo não houve atividade antimicrobiana registrada para o extrato analisado.			

Em análise aos artigos selecionados é possível verificar que os extratos de *Ilex paraguariensis* St. Hill., demonstram atividade antibacteriana contra bactérias gram+ e gram-, sendo também possível observar que em alguns artigos houve atividade antifúngica relevante. Kungel et al, (2018), realizou teste de um polissacarídeo isolado de amostras de folhas e caules secos de *Ilex paraguariensis* St.Hill., onde foi testada a atividade antimicrobiana frente a diversas bactérias, sendo as Bactérias gram negativas: *Escherichia coli*, *Salmonella enteritides*, *Salmonella typhimurium* e *Enterobacter cloacae*; bactérias gram positivas: *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* *Micrococcus flavus* *Listeria monocytogenes* e os microfungos: *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus niger*, *Candida crusei*, *Penicillium funiculosum* *Penicillium verrucosum*. Foi possível observar que neste estudo houve atividade antimicrobiana frente a todos os patógenos testados em concentrações diferentes. Houve, neste estudo, evidências da necessidade de uma maior concentração de extrato para que houvesse atividade frente a cepas de *Escherichia coli*, sendo necessárias concentrações maiores que 1,6mg/mL (KUNGE et al., 2018). Em outros artigos, os extratos Aquoso e hidroalcoólico de *I. paraguariensis* demonstraram possuir melhor atividade antimicrobiana frente a *E. colispp.* (COSTA et al., 2017; AFONSO et al., 2017; TONET et al., 2019; SILVA et al.,

2016; BURRIS et al., 2012;). Já em dois estudos onde foram analisados extratos diclorometano, metanólico e etanólico, não houve atividade antibacteriana registrada nas concentrações testadas frente a *E. coli spp.*, o que demonstra que este tipo de extrato pode possuir substâncias não ativas frente a este patógeno (CARELLI et al., 2013; MARTIN et al., 2013).

Afonso et al, (2017) analisou a atividade antimicrobiana dos extratos hidroalcoólicos de folhas, de ramos e do óleo volátil de *Ilex paraguariensis* St. Hill, sendo demonstrada atividade dos extratos e também do óleo frente a bactérias e a fungos, evidenciando a atividade antifúngica da erva-mate (AFONSO et al., 2017)

Já em estudo publicado por Salkic & Zelikovi (2015), foi produzido extrato aquoso de *Ilex paraguariensis* St. Hill. através do método de infusão, onde foi utilizada água à 90°C por 10 minutos, sendo que neste estudo não houve atividade antimicrobiana registrada. Neste caso é possível observar que infusões com temperaturas muito altas podem ter degradado os potenciais componentes antimicrobianos da planta (SALKIC & ZELIKOVI, 2015).

4 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Sabe-se que os organismos em seus processos bioquímicos celulares provocam a combustão do oxigênio, resultando na produção de espécies reativas de oxigênio (ERO). Como são reativas essas espécies que se encontram com elétrons livres necessitam de uma interação com as células a fim de retornar a seu estado estável, através de um processo de oxidação. Porém esta oxidação ocasiona lesão ou até morte da célula afetada fazendo-se necessário a interação de agentes que controlem a produção desses radicais livres em nosso organismo (SILVA & GONÇALVES, 2010)

Antioxidantes, sob o contexto de Morais et al, (2009), são substâncias capazes de retardar ou inibir processos oxidativos enzimáticos ou não enzimáticos, tidos como exemplo a vitamina E (α -tocoferol), vitamina C (ascorbato), β -caroteno e os compostos fenólicos (flavonóides).

Alves (2016) expôs em sua tese os achados fitoquímicos da erva mate, destacando sua principal classe: os ácidos fenólicos da família dos ácidos clorogênicos (ACGs), que são representados pelos: ácido 3-cafeoilquínico (3-CQA); ácido 4-cafeoilquínico (4-CQA); ácido 5-cafeoilquínico (5-CQA); ácido 3,4- dicafeoilquínico (3,4- diCQA); ácido 3,5-dicafeoilquínico (3,5-diCQA); ácido 4,5- dicafeoilquínico (4,5-diCQA) os quais se diferem pela substituição do anel aromático.

Tais compostos eram considerados agentes antioxidantes endógenos, possivelmente devido ao seu mecanismo de *feedback* de inibição, porém, atualmente acredita-se que apenas os compostos fenólicos estimulam o sistema de proteção antioxidante endógeno, conferindo proteção celular e tecidual (ALVES, 2016).

Alguns autores optaram por testar a atividade antioxidante *in vitro*, outros buscaram aplicabilidade em alimentos, como no hambúrguer, realizado por Ferreira et al, (2011), enquanto outros direcionaram seu foco na testagem do ácido clorogênico, isolado a partir do extrato de *Ilex paraguariensis* St. Hill como possível agente antioxidante *in vivo*, realizado por Colpo et al, (2017), o qual fez testagem em ratos os quais foram submetidos a uma imobilização diária de 6 horas durante 21 dias. A imobilização induz dano oxidativo ao cérebro. Como parte do estudo os ratos em teste foram divididos em grupos, os quais receberam 30 minutos antes da imobilização: doses de extrato de erva mate, ácido clorogênico e controle. Extratos de *Ilex paraguariensis* e ácido clorogênico (ACG), seu principal composto natural, demonstraram proteção de efeitos contra a formação de espécies reativas de oxigênio (ERO).

Em sua totalidade, a seleção de artigos testando a ação antioxidante da *Ilex paraguariensis* St. Hill trouxeram positividade em seus resultados.

Ao observar a ação antioxidante da planta os autores Berté et al, conduziram sua pesquisa realizada em 2011, propondo uma inovação para a determinação da atividade antioxidante da *Ilex paraguariensis* St. Hill, através da utilização metodologia *spray drying*:

O obtido extrato líquido foi introduzido em um secador por pulverização que apresentava as seguintes características: modelo K 22/27, KOHLS Co., equipado com uma válvula de 3 mm atomizador. As condições do ensaio foram as seguintes: temperatura do ar de entrada de 185 C, temperatura do ar de saída de 83 C, pressão do ar de 4,5 bar, ar de secagem vazão de 5,5 m³ / he taxa de entrada da solução de alimentação de 200 g / min (BERTÉ, 2011, p 5524 “tradução nossa”)

Através do emprego desta metodologia foi averiguado o aumento do carboidrato, umidade, cinzas totais, fibra alimentar, conteúdo proteico e lipídico comparativamente as folhas de erva-mate desidratadas, obtendo como resultados, a verificação de potencial antioxidante superior à da vitamina C, atingindo percentuais de 99,04% de atividade antioxidante (BERTÉ et al, 2011).

De acordo com a revisão apresentada, neste tópico do trabalho evidencia-se a performance da *Ilex paraguariensis* St. Hill na ação antioxidante, o que amplia o arsenal de extratos de plantas com essa capacidade, colocando-a como possibilidade de aprofundamento de estudos futuros que tragam benefícios à pesquisa e a sociedade como um todo

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste trabalho, foi possível verificar que há evidências que a Erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) é uma planta que apresenta promissoras atividades biológicas, sendo constatada a efetividade de seus extratos frente a diversos micro-organismos, pois observou-se efeitos bactericidas, bacteriostáticos e fungicidas. Quanto ao efeito antioxidante, verificou-se que esta planta possui atividade contra radicais livres, sendo que é necessário que mais estudos venham a corroborar com sua pesquisa, a fim de demonstrar se a mesma realmente pode ser utilizada como uma alternativa natural a produtos sintéticos utilizados pela indústria farmacêutica e alimentícia.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, M. A.; BONAPAZ, L. S.; DUTRA, M. S.; DIEL, V. B. N.; FRANCESCATO, L. N.; VELHO, R. V. Avaliação da Atividade Antimicrobiana do Óleo Volátil e Extratos Etanólicos de Folhas e Ramos de *Ilex paraguariensis* A. St. Hill (Erva Mate). **Revista de Ciências Ambientais, Canoas**, v. 11, n. 3, p. 33-40, 2017 | ISSN 1981-8858.
- ALVES, T. L. **Detecção de metabólitos do ácido clorogênico e de metilxantinas em plasma e urina de indivíduos saudáveis, após a ingestão de erva-mate (*Ilex paraguariensis*, a. St. Hill.). 2016.** 114 f. Dissertação de mestrado – Programa de Pós Graduação em farmácia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2016.
- ARZUAGA, M. R.; PIAGENTINI, A. M. New antioxidant treatment with yerba mate (*Ilex paraguariensis*) infusion for fresh-cut apples: Modeling, optimization, and acceptability. **Food Science and Technology International** 0(0). DOI: 10.1177/1082013217744424. 2017.
- BALANCIERE, A.; FERRARI, L. P.; WORMSBECKER, L. R. M.; CHRISTOFF, A. O.; De FRANCISCO, T. M. G.; De LIMA, C. P. Avaliação de compostos fenólicos em preparação contendo extrato de erva-mate. In: XI EVINCI 08 de novembro de 2016, Unibrasil. **Anais da XI EVINCI**, 2016. Pg 303.
- BERTÉ, K. A. S.; BEUX, M. R.; SPADA, P. K. W. D. S.; SALVADOR, M.; HOFFMANN-RIBANI, R. Chemical Composition and Antioxidant Activity of Yerba-Mate (*Ilex paraguariensis* A.St.-Hil., Aquifoliaceae) Extract as Obtained by Spray Drying. **J. Agric. Food Chem.** 2011, 59, 5523–5527.
- BERTÉ, K. A. S.; IZIDORO, D. R.; DUTRAL, F. L. G.; HOFFMANN-RIBANI, R. Desenvolvimento de gelatina funcional de erva-mate. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.2, p.354-360, fev, 2011.
- BIASI, B.; GRAZZIOTIN, N. A.; HOFMANN Jr, A. E. Atividade antimicrobiana dos extratos de folhas e ramos da *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., Aquifoliaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 19(2B): 582-585, Abr./Jun. 2008.
- BISOGNIN, D. A.; LUZ, L. V.; LENCINA, K. H.; SANTOS, C. O.; SAUTTER, C. K. Contents of total phenolics and flavonoids and antioxidant activity in leaves of *Ilex paraguariensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.54, e00856, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2019.v54.00856>.
- BOGNOLA, H. B.; BOGNOLA, I. A.; SOARES, M. T. S.; MATOS, M. F. S.; WREGE, M. S.; AGUIAR, A. V. Caracterização e classificação de solos sob populações naturais de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) no Centro-Sul brasileiro. In: Simpósio Mineiro de Ciência do Solo, 4 2017, Viçosa. **Anais do IV Simpósio Mineiro de Ciência do Solo**. Viçosa/ MG, 2017. p. 307-309.

BOJIC, M.; HASS, V. S.; SARIC, D.; MALES, C. Determination of Flavonoids, Phenolic Acids, and Xanthines in Mate Tea (*Ilex paraguariensis* St.-Hil.). **Journal of Analytical Methods in Chemistry** Volume 2013, Article ID 658596, 6 pages.

BORTOLI, P. M.; ALVES, C.; COSTA, E.; VANIN, A. P.; SOFIATTI, J. R.; SIQUEIRA, D. P.; DALLAGO, R. M.; TREICHEL, H.; VARGAS, G. D. L. P.; KAIZER, R. R. *Ilex paraguariensis*: potential antioxidant on aluminum toxicity, in an experimental model of Alzheimer's disease. **Journal of Inorganic Biochemistry**. Volume 181, April 2018, Pages 104-110.

BOYARSKI, D. R. S.; BARBOSA, D. R. R.; SANTANA, T. F.; CLEMENTE, R. C. Comparação do teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante de extratos aquosos comerciais de *Ilex paraguariensis* Saint Hillaire. **Revista Cereus**. 2020 Vol.12. N.1.

BRAVO, L.; MATEOS, R.; SARRIÁ, B.; BAEZA, G.; LECUMBERRI, E.; RAMOS, S.; GOYA, L. Hypocholesterolaemic and antioxidant effects of yerba mate (*Ilex paraguariensis*) in high-cholesterol fed rats. **Fitoterapia** 92 (2014) 219–229.

BURRIS, K. P.; DAVIDSON, P. M.; STEWART JR, C. N.; ZIVANOVIC, S.; HARTE, F. M. Aqueous Extracts of Yerba Mate (*Ilex paraguariensis*) as a Natural Antimicrobial against *Escherichia coli* O157:H7 in a Microbiological Medium and pH 6.0 Apple Juice. **Journal of Food Protection**, Vol. 75, No. 4, 2012, Pages 753–757.

CANTERLE, L. P. **Erva-mate e atividade antioxidante**. 2005. 99f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

CARELLI, G.; MACEDO, S.M.D.; VALDUGA, A.T.; CORAZZA, M.L.; OLIVEIRA, J.V.; FRANCESCHI, E.; VIDAL, R.; JASKULSKI, M.R. Avaliação preliminar da atividade antimicrobiana do extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. - Hil.) obtido por extração com CO₂ supercrítico. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.13, n.1, p.110-115, 2011.

COGO, L.L.; Monteiro, C. L. B.; Miguel, M. D.; Miguel, O. G.; Cunico, M. M.; Ribeiro, M. L.; De Camargo, E. R.; Kussen, G. M. B.; Nogueira, K. S.; Costa, L. M. D. Anti-*Helicobacter pylori* Activity Of Plant Extracts Traditionally used for the treatment of gastrointestinal disorders. **Brazilian Journal of Microbiology** (2010) 41: 304-309.

COLPO, A. C.; De LIMA, M. E.; MAYA-LOPEZ, M.; ROSA, H.; MÁRQUEZ-CURIEL, C.; GALVÁN-ARZATE, S.; SANTAMARÍA, A.; FOLMER, V. Compounds from *Ilex paraguariensis* extracts confer antioxidant effects in the brains of rats subjected to chronic immobilization stress. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, 2017, 42(11): 1172-1178.

CORREA, V. G.; SÁ-NAKINISHI, A. B.; GONÇALVES, G. A.; BARROS, L.; FERREIRA, I. C. F. R.; BRACHT, A.; PERALTA, R. M. Yerba mate aqueous extract improves the oxidative and inflammatory states of rats with adjuvant-induced arthritis. **Food & Function. The Royal Society of Chemistry**. DOI: 10.1039/c9fo00491b. 2019.

COSTA, D. E. M.; RACANICCI, A. M. C.; SANTANA, A. P. Atividade antimicrobiana da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) contra microrganismos isolados da carne de frango. **Cienc. anim. bras.**, Goiânia, v.18, 1-7, e-42254, 2017.

DA SILVA, C. H. B. **Caracterização química de extrato de *Ilex paraguariensis* A. St. Hilaire e avaliação das atividades antioxidante *in vitro* e antiparkisoniana *in vivo***. 2017. 162f. Tese de doutorado em ciências farmacêuticas, Universidade Federal de Santa Catarina UFSC. Florianópolis – SC. 2017.

DARTORA, N. **Avaliação dos polissacarídeos e metabolitos secundários das folhas de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) em diferentes estados fisiológicos e de processamento**. 2010. 109f. Dissertação (Ciências Bioquímica)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR.

De BONAA, E. A. M.; PINTO, F. G. S.; BORGES, A. M. C.; WEBBERD, L. D.; FRUETE, T. K.; ALVES, L. F. A.; De MOURAG, A. C. Avaliação da Atividade Antimicrobiana de Erva-Mate (*Ilex paraguariensis*) sobre Sorovares de *Salmonella* spp. de Origem Avícola. **Cient., Ciênc. Biol. Saúde**.12(3):45-8, 2010.

FAO – **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Crop statistics. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em 30 de out. de 2019.

FERREIRA, E. L.; SAMPAIO, G. R.; TORRES, E. A. F. da S.; BASTOS, D. H. M. Natural Antioxidant from Yerba Maté (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) Prevents Hamburger Peroxidation. **Braz. Arch. Biol. Technol.** v.54 n.4: pp. 803-809, July/Aug2011.

FERRERA, T. S.; HELDWEIN, A. B.; DOS SANTOS, C. O.; SOMAVILLA, J. C.; SAUTTER, C. K. Substâncias fenólicas, flavonoides e capacidade antioxidante em erva-mate sob diferentes coberturas do solo e sombreamentos. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.18, n.2, supl. I, p.588-596, 2016.

FILIP, R.; Davicino, R.; Anesini, C. Atividade antifúngica do extrato aquoso de *Ilex paraguariensis* Contra *Malassezia furfur*. **Phytother Research**. Res. 24: 715–719 (2010).

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

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. Revisão sistemática de literatura: conceituação, produção e publicação. **LOGEION: Filosofia da informação**, Rio de Janeiro, v. 6 n. 1, p.57-73, set.2019/fev. 2020.

GELATTI, L. C.; BONAMIGO, R. R.; BECKER, A. P.; D’AZEVEDO, P. A. *Staphylococcus aureus* resistentes à meticilina: disseminação emergente na comunidade. In: **Anais Brasileiro de Dermatologia**, 84. 2009, p 501-502 disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abd/v84n5/v84n05a09.pdf>> Acesso em: 01 set. 2019.

GONZALEZ-GIL, F.; DIAZ-SANCHEZ, S.; PENDLETON, S.; ANDINO, A.; ZHANG, N.; YARD, C.; CRILLY, N.; HARTE, F.; HANNING, I. Yerba mate enhances probiotic bacteria growth *in vitro* but as a feed additive does not reduce Salmonella Enteritidis colonization *in vivo*. **Poultry Science**, Oxônia, England. 2013. 93 :434–440.

Haida, K. S., Parzianello, L., Werner, S., Garcia, D. R., Inácio, C. V. Avaliação *in vitro* da atividade antimicrobiana de oito espécies de plantas medicinais. **Arq. Ciênc. Saúde Unipar**, Umuarama, v. 11, n. 3, p. 185-192, set./dez. 2007.

HECK, C.I.; DE MEJIA, E.G. Yerba Mate Tea (*Ilex paraguariensis*): A Comprehensive Review on Chemistry, Health Implications, and Technological Considerations. **JOURNAL OF FOOD SCIENCE**—Vol. 72, Nr. 9, 2007.

HERALD, P. J.; DAVIDSON, P. M. Anti-bacterial activity of selected hydroxycinnamicacids. **J. Food Sci.** 48:1378–1379. 1983.

JONGBERG, S.; RACANICCI, A. M. C.; SKIBSTED, L. H. Mate extract is superior to green tea extract in the protection against chicken meat protein thiol oxidation. **Food Chemistry** 300 (2019) 125134.

JUNQUEIRA, A. A.; BASSO, V. M.; SOUZA, N. D. Evolução da extração vegetal deerva-mate no período de 2004 a 2015. In: **I Semana de Aperfeiçoamento em Engenharia Florestal**, 2017, Curitiba. Anais... Curitiba: UFPR, 2017.

KUNGEL, P. T. A. N.; CORREA, V. G.; CORREA, R. C. G.; PERALTA, R. A.; SOKOVIC, M.; CALHELHA, R. C.; BRACHT, A.; FERREIRA, I. C. F. R.; PERALTA, R. M. Antioxidant and antimicrobial activities of a purified polysaccharide from yerbamate (*Ilex paraguariensis*). **International Journal of Biological Macromolecules**. Volume 114, 15 July 2018, Pages 1161-1167.

MACHADO, B. A. S.; RIBEIRO, D. S.; DRUZIAN, J. I. Estudo prospectivo relativo a atividade antimicrobiana de algumas plantas aromáticas. **Cadernos de Prospecção**. 2013, vol.6, n.1, p.97-105.

MACHADO, M. L.; ARANTES, L. P.; Da SILVEIRA, T. L.; ZAMBERLAN, D. C.;CORDEIRO, L. M.; OBETINE, C. F. B. B.; Da SILVA, A. F.; Da CRUZ, I. B. M.; SOARES, F. A. A.; OLIVEIRA, R. P. *Ilex paraguariensis* extract provides increased resistance against oxidative stress and protection against Amyloid beta-induced toxicity compared to caffeine in *Caenorhabditis elegans*. **Nutritional Neuroscience**.ISSN: 1028-415X (Print) 1476-8305. 2019.

MARQUES, V.; FARAH, A. Chlorogenic acids and related compounds in medicinal plants and infusions. **Food Chem.** 113: 1370–1376, 2009.

MARTIN, J. G. P.; ALENCAR, E. P. S. M.; GLORIA, E. M.; CORREA, C. B.; CABRAL, I. S. R. Antimicrobial activity of yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) against food pathogens. **Rev Argent Microbiol.** 2013;45(2):93-98.

MELLO, L. D.; KUBOTA, L. T. Antioxidant capacity of *Ilex paraguariensis* extract by using HRP-BASED Biosensor. **Latin American Applied Research**. 44:325-329 (2014).

MOLIN, R. F.; DARTORA, N.; BORGES, A. C. P; GONÇALVES, I. L.; Di LUCCIO, M.; VALDUGA, A. T. Total Phenolic Contents and Antioxidant Activity in Oxidized Leaves of Mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil). **Braz. Arch. Biol. Technol.** v.57 n.6: pp. 997-1003, Nov/Dec 2014.

MOLYNEUX, P. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. **Songklanakar J. Sci. Technol.** Vol. 26 No. 2 Mar.-Apr. 2004.

MURAKAMI, A. N. N.; AMBONI, R. D. M. C.; PRUDÊNCIO, E. S.; AMANTE, E. R.; FREIRE, C. B. F.; BOAVENTURA, B. C. B.; MUÑOZ, I. B.; BRANCO, C. S.; SALVADOR, M.; MARASCHIN, M. Concentration of biologically active compounds extracted from *Ilex paraguariensis* St. Hil. by nanofiltration. **Food Chemistry** 141 (2013) 60–65.

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

OLIVEIRA, L. M. A.; PINTO, T. C. A. Resistência a antibióticos e as superbactérias. **Revista eletrônica de jornalismo científico**, junho de 2018 Disponível em: <<http://comciencia.br/resistencia-antibioticos-e-as-superbacterias/>> Acesso em : 31ago. 2019.

PAGLIOSA, C. M.; VIEIRA, M. A.; PODESTÁ, R.; MARASCHIN, M.; ZENI, A. L. B.; AMANTE, E. R.; AMBONI, R. D. M. C. Methylxanthines, phenolic composition, and antioxidant activity of bark from residues from mate tree harvesting (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.). **Food Chemistry** 122 (2010) 173–178.

PENTEADO, J.O.; SANTOS, M.; DA SILVA Jr, F.M.R.; RAMOS, D.F.; BAISCH, A.L. M. Atividade antimicrobiana de extrato aquoso de Erva mate: dados preliminares. In: 6º Simpósio de Segurança Alimentar. 15 à 18 de Maio de 2018. FAURGS – Gramado – RS. **Anais do 6º SSA**, Gramado – SC, 2018, Id: 224.

PENTEADO, J. O.; VOLCÃO, L. M.; RAMOS, D. F.; Da SILVA Jr, F. M.; BAISCH, A. L. M. Atividade antimicrobiana de extratos de *Ilex paraguariensis*. **Journal of epidemiology and infection control**. Santa Cruz do Sul – PR. 2016.

PERALTA, R.; LE BOURLEGAT, C. A. Trajetória da produção e da comercialização da erva-mate na fronteira Sul de Mato Grosso do Sul. **Revista de geografia agrária**, v. 7, n. 13, p. 188-209, fev., 2012.

PIOVEZAN, A. C. B.; VALÉRIO-JUNIOR, C.; GONÇALVES, I. L.; MIELNICZKI, A. A. P.; VALDUGA, A. T. Antioxidant potential of yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) extracts in *Saccharomyces cerevisiae* deficient in oxidant defense genes. **Braz. J. Biol.**, 2016, vol. 76, no. 2, pp. 539-544.

PUUPPONEN-PIMIA, R.; NOHYNEK, L.; MEIER, C.; KAHKONEN, M.; HEINONEN, M.; HOPIA, A.; OKSMAN-CALDENTEY, K. M. Antimicrobial properties of phenolic compounds from berries. **J. Appl. Microbiol.** 90:494–507. 2001.

RESENDE, M. D. V. de; STURION, J.A.; CARVALHO, A. P. de; SIMEÃO, R. M.; FERNANDES, J. S. C. Programa de Melhoramento da Erva Mate coordenado pela Embrapa: resultados da avaliação genética de populações, progênies, indivíduos e clones. **EMBRAPA FLORESTAS**. Circular técnica, 43 ISSN 1517-5278 Colombo: Embrapa Florestas, 2000.

ROSSA, U. B. **Produtividade e compostos foliares da erva-mate sob efeitos de luminosidade e fertilização**. 2013, 208f. Tese de doutorado em engenharia florestal – Universidade Federal do Paraná UFPR, Curitiba, 2013.

SALKIC, A.; ZELIKOVI, S. C. Preliminary Investigation of Bioactivity of Green Tea (*Camellia Sinensis*), Rooibos (*Asphalatus Linearis*), and Yerba Mate (*Ilex Paraguariensis*). **Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants**, 21:259–266, 2015.

SANTOS, C. O.; TRINDADE, S. C.; SILVEIRA, M. L. R.; SANTOS, R. O.; SAUTTER, C. K. Characterization and determination of the total polyphenols contents and the antioxidant activity in four types of yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) for preparing chimarrão. **Rev Inst Adolfo Lutz**. 2014; 73(1):77-86.

SERVELIN, E. C.; Rebelatto, R.; Klein, C. S. Atividade antibacteriana de extratos vegetais hidroalcoólicos sobre *Staphylococcus hyicus* e *Staphylococcus aureus*. In: 8º JINC Jornada de Iniciação Científica - EMBRAPA, 16 de Outubro de 2014, Concórdia – SC. **Anais da VIII Jornada de Iniciação Científica (JINC)**, Concórdia -SC, 2014. Pg 61-62.

SILVA, A. C. G.; HELM, C. V.; MACIE, G. M. Avaliação da atividade antibacteriana do extrato hidroalcoólico da erva-mate (*Ilex paraguariensis*). In: 15º EVINCI – Evento de Iniciação Científica da Embrapa Florestas, 7 e 8 de Julho de 2016, Colombo – PR. **Anais do 15º EVINCI**, Colombo – PR 2016. Pg 56.

SILVA, A. A.; GONÇALVES, R. C. Espécies reativas do oxigênio e as doenças respiratórias em grandes animais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.4, p.994-1002, abr, 2010

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**: Guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III. 3. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed. 2013. 820p.

TONET, A. T.; 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. **Brazil. Journal of Food Technol.**, Campinas, v. 22, e2018054, 2019.

ZANIN, V.; MEYER, L. G. Evolução da margem de comercialização da erva mate no Rio Grande do Sul. **Revista iPecege** 4(1):7-18, 2018.

ZHOU, F.; JONGBERG, S.; ZHAO, M.; SUN, W.; SKIBSTED, L. H. Antioxidant efficiency and mechanisms of green tea, rosemary or maté extracts in porcine Longissimus dorsi subjected to iron-induced oxidative stress. **Food Chemistry** . 298 (2019) 125030.

ZIELINSKI, A. A. F.; ALBERTI, A.; BONA, E.; BORTOLINI, D. G.; BENVENUTTI, L.; BACH, F.; DEMIATE, I. M.; NOGUEIRA, A. A multivariate approach to differentiate yerba mate (*Ilex paraguariensis*) commercialized in the southern Brazil on the basis of phenolics, methylxanthines and in vitro antioxidant activity. **Food Sci. Technol**, Campinas, Ahead of Print, 2020.