

Ação antibacteriana e antifúngica do extrato da erva-mate e avaliação da toxicidade em Artemia Salina

Antibacterial and antifungal action of yerba mate extract and evaluation of toxicity in Artemia Salina

DOI:10.34115/basrv5n1-015

Recebimento dos originais: 03/12/2020

Aceitação para publicação: 13/01/2021

Cristian Pressi

Graduação em Odontologia

Clínica Cid

Endereço: Rua Soledade, 220, CEP 99150-000, Marau, RS

E-mail: cristianpressi@yahoo.com.br

Paula Wiethölter

Doutorado em Melhoramento Genético

Faculdade Especializada na Área de Saúde do Rio Grande do Sul/FASURGS

Endereço: Rua Angélica Otto, 160, CEP 99025-270, Passo Fundo, RS

E-mail: paulawiet@gmail.com

Ricardo Antunes Flores

Doutorado em Agronomia

Faculdade Especializada na Área de Saúde do Rio Grande do Sul/FASURGS

Endereço: Rua Angélica Otto, 160, CEP 99025-270, Passo Fundo, RS

E-mail: prof.ricardoflores@gmail.com

Angela Maria Moro

Doutorado em Ciências Farmacêuticas

Faculdade Especializada na Área de Saúde do Rio Grande do Sul/FASURGS

Endereço: Rua Angélica Otto, 160, CEP 99025-270, Passo Fundo, RS

E-mail: angelammoro@yahoo.com.br

RESUMO

A erva-mate utilizada para o preparo do chimarrão, muito consumido na região sul do Brasil, vem levantando amplas discussões em relação aos benefícios terapêuticos e efeitos colaterais do seu consumo. De acordo com estimativas do Instituto Nacional do Câncer (INCA) para neoplasia de cavidade oral em 2018, os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná apresentaram as maiores frequências do país, sendo que a população masculina foi a mais atingida, com uma média de 13,04 casos a cada 100 mil habitantes. Acredita-se que a agressão térmica sobre a mucosa oral e esofágica possa ter relação com a oncogênese, além disso, substâncias presentes na erva-mate, como hidrocarbonetos, podem ter forte ação carcinogênica. Por outro lado, evidências científicas apontam diversas propriedades que seriam benéficas para a saúde humana. Sendo assim, este estudo tem como objetivo avaliar a citotoxicidade da erva-mate em *Artemia salina* (espécie biomarcadora de referência para toxicidade) e testar a capacidade antibacteriana e antifúngica em microrganismos patogênicos da cavidade oral. A coleta de dados foi realizada em três etapas cruciais: produção dos extratos, determinação da capacidade

antibacteriana e antifúngica, através do teste de halo de inibição do crescimento microbiano e avaliação da toxicidade em *Artemia salina*. Em relação as propriedades terapêuticas, observou-se que o extrato da erva-mate mostrou atividade antibacteriana em *Streptococcus mutans* e *Escherichia coli* e atividade antifúngica em *Candida albicans*. Por outro lado, indicou atividade biológica tóxica em *Artemia salina*. Este, caracterizou-se como um estudo preliminar em que a erva-mate apresentou propriedades terapêuticas como a capacidade antibacteriana e antifúngica, mas também indicou, que a erva-mate pode ser citotóxica, portanto, novos estudos para avaliar os possíveis efeitos colaterais e até mesmo carcinogênicos do consumo da erva-mate são necessários.

Palavras-chave: Erva-mate, *Ilex paraguariensis*, Câncer, Antibacteriano, Antifúngico, *Artemia salina*.

ABSTRACT

The mate herb used for the preparation of mate, widely consumed in the southern region of Brazil, has been raising wide discussions regarding the therapeutic benefits and side effects of its consumption. According to estimates by the National Cancer Institute (INCA) for oral cavity cancer in 2018, the states of Rio Grande do Sul, Santa Catarina and Paraná had the highest frequencies in the country, with the male population being the most affected, with an average of 13.04 cases per 100 thousand inhabitants. It is believed that the thermal aggression on the oral and esophageal mucosa may be related to oncogenesis, in addition, substances present in mate, such as hydrocarbons, may have strong carcinogenic action. On the other hand, scientific evidence points to several antioxidant properties that would be beneficial to human health. Thus, this study aims to evaluate the cytotoxicity of yerba mate in *Artemia salina* (reference biomarker species for toxicity) and to test the antibacterial and antifungal capacity in pathogenic microorganisms of the oral cavity. Data collection was performed in three crucial stages: extract production, determination of antibacterial and antifungal capacity through the microbial growth inhibition halo test and toxicity evaluation in *Artemia salina*. Regarding the therapeutic properties, it was observed that yerba mate extract showed antibacterial activity on *Streptococcus mutans* and *Escherichia coli* and antifungal activity in *Candida albicans*. On the other hand, it indicated toxic biological activity in *Artemia salina*. This was characterized as a preliminary study in which yerba mate had therapeutic properties such as antibacterial and antifungal ability, but also indicated that yerba mate may be cytotoxic, so further studies to evaluate possible side effects and even Carcinogenic substances of yerba mate consumption are necessary.

Keywords: Mate herb, *Ilex paraguariensis*, Cancer, Anti-bacterial, Antifungal, *Artemia salina*.

1 INTRODUÇÃO

A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) tem grande valor comercial e cultural nos estados do sul do Brasil, especialmente no Rio Grande do Sul. Atualmente, estudos têm sido desenvolvidos buscando estabelecer os seus benefícios terapêuticos (SEHNEM; VELTRINI, 2012; VALDUGA et al., 2016), assim como os efeitos colaterais à saúde, principalmente no que diz respeito a sua relação com o câncer de boca (ALBAS et al., 2014). De acordo com estimativas do Instituto Nacional do Câncer (INCA) para neoplasia

de cavidade oral em 2018, os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná apresentam as maiores estatísticas do país, sendo a população masculina mais atingida, ficando entre 12,45 a 13,64 casos a cada 100 mil habitantes (INCA, 2018; SAIDELLES et al., 2010).

Deve-se levar em consideração que a erva-mate possui compostos fitoquímicos como os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), formados a partir do seu processo de combustão, que são prejudiciais à saúde, sendo as células da mucosa bucal as primeiras a serem expostas ao composto. Além disso, a temperatura da água de consumo do chimarrão, normalmente quente, acima de 65 °C, é considerada como fator de risco para desenvolvimento de doenças (SEHNEM; VELTRINI, 2012). Em associação com o álcool e o tabaco, esse risco aumenta (ALBAS et al., 2014).

A erva-mate passa por vários processos desde sua colheita até o refinamento para comercialização. Ele consiste em três etapas principais: a secagem direta, a combustão e a secagem prolongada. As elevadas temperaturas, decorrentes do processo de combustão, contribuem para a formação de compostos como os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos. Muitos HPAs são considerados tóxicos devido ao seu efeito carcinogênico, atingindo as células da mucosa bucal com facilidade por ser consumido com água em altas temperaturas, aumentando a permeabilidade da mucosa oral (VIEIRA, 2009).

O benzopireno, por exemplo, é um hidrocarboneto policíclico aromático associado ao aumento da incidência de câncer de esôfago e orofaringe. É resultante da combustão incompleta de matéria orgânica a temperaturas elevadas. Estudos realizados em laboratório com animais têm demonstrado o efeito carcinogênico do composto (JOTZ et al., 2006; SAMPAIO et al., 2012; VENTURI; CABRAL; LOURENÇO, 2004).

Os HPAs podem potencializar a ação da lesão causada pelo consumo excessivo do chimarrão, relacionado com a água quente. Embora a injúria térmica seja tida como principal fator desencadeante, os compostos químicos presentes na erva não foram descartados como possíveis fatores de risco (VIEIRA, 2009).

Existe uma alta prevalência de câncer de boca em indivíduos tomadores de chimarrão, principalmente na região sul do Brasil, apresentando fator de risco em dobro quando comparados a sujeitos que não consomem chimarrão. Quando esse fator é associado ao álcool e ao tabaco, por exemplo, o risco aumenta em até cinco vezes em relação às pessoas que não consomem. No Uruguai, o câncer de língua tem risco de 2,5 vezes maior entre os tomadores de mate (JOTZ et al., 2006).

Uma pesquisa realizada para identificar a possível relação do chimarrão com as lesões em boca demonstrou que dos sujeitos do estudo, 84 % faziam uso de chimarrão em uma temperatura considerada alta e 10 % faziam uso em temperaturas consideradas muito altas. Todos apresentaram em algum momento lesões em boca, predominantemente hematomas (40 % dos casos). Também, 70 % dos indivíduos que faziam uso do chimarrão diariamente apontaram boca seca e língua áspera como sintomas mais comuns. Em jovens entrevistados, a queixa principal foi a sensação de queimação e em indivíduos idosos foi a presença de hematomas, consequência da exposição crônica (SEHNEM; VELTRINI, 2012).

Apesar disso, sabe-se que a erva-mate apresenta benefícios terapêuticos, devido a sua composição fitoquímica, que é variável. Os seus principais componentes são xantinas, saponinas e compostos fenólicos (ácidos fenólicos e derivados do cafeoil e flavonoides), que estão associados a capacidade antimicrobiana, antifúngica e antioxidante (COSTA; RACANICCI; SANTANA, 2017).

Pesquisas realizadas com o extrato da *Ilex paraguariensis* apontam para a influência da erva sobre o sistema nervoso central, cardiovascular, renal, entre outros, além de possuir também propriedades nutritivas para o organismo humano (CUELHO et al., 2015; ROSSA et al., 2017). A erva-mate apresenta atividade antimicrobiana frente a bactérias e fungos, dentre as bactérias que sofreram inibição total encontram-se *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus mutans* (GIROLOMETTO et al., 2009). O ácido cafeico, também presente na erva-mate, juntamente com os flavonoides, apresenta atividade antimicrobiana frente a bactérias, fungos e vírus (COSTA; RACANICCI; SANTANA, 2017).

A erva-mate é a quinta espécie de planta com maior atividade antioxidante, devido a sua concentração de polifenóis (FAY et al., 2018). Contatou-se que os compostos fenólicos, ou seja, soluções fitoquímicas, possuem propriedades antioxidantes equivalentes ou superiores à vitamina C e vitamina E, substâncias utilizadas como padrão para essa propriedade (CAMEL et al., 2012).

Os mesmos compostos fitoquímicos responsáveis pela atividade antioxidante parecem ter relação com a atividade antibacteriana. Em estudo realizado por Girolometto et al. (2009) observou-se que a capacidade inibitória sobre as bactérias era diferente dependendo da forma de produção dos extratos, sugerindo que os compostos fitoquímicos voláteis se perdiam durante os processos, resultando em soluções com maior ou menor

teor desses compostos, indicando serem eles responsáveis por sua atividade antimicrobiana.

Os compostos fenólicos pertencem a uma classe de substâncias químicas com estruturas complexas que possuem pelo menos um anel aromático e um grupamento hidroxila em sua estrutura química. Essa classe de compostos é dividida em flavonoides e não flavonoides e apresentam atividade antioxidante atuando como agentes redutores, sequestrando radicais livres e quelando metais, isso se deve principalmente ao poder redutor dos compostos aromáticos presentes na estrutura dessas substâncias (ROSSA et al., 2017; VIEIRA, 2009).

O estresse oxidativo ocorre quando existe um excesso de radicais livres em relação ao sistema protetor intrínseco e fisiológico de cada célula, o corpo humano produz radicais livres constantemente, a partir do metabolismo aeróbico e a presença, portanto, de oxigênio. Esse desequilíbrio pode culminar em uma janela imunológica para a proliferação de bactérias e fungos oportunistas, como é o caso da *Candida albicans* (COSTA; SANTOS; BORGES, 2015; SANTANA-BLANK et al., 2016; VALDUGA et al., 2016).

Sendo assim, estudos científicos são necessários, visando confirmar se a erva-mate apresenta propriedades antimicrobianas (antifúngicas e antibacterianas), bem como efeitos tóxicos em decorrência da sua composição. Ainda existem muitas divergências na literatura entre os fatores benéficos (capacidade antioxidante) e fatores mutagênicos da erva-mate, que demonstram a importância de estudos na área.

Portanto, o objetivo da pesquisa é avaliar a potencial toxicidade e ação antimicrobiana dos extratos de diferentes marcas de erva-mate comercializadas no estado do Rio Grande do Sul.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO DO ESTUDO E MÉTODO DE COLETA DE DADOS

2.1.1 Localização do estudo

O projeto foi realizado nos Laboratórios de Ciências Básicas da Faculdade Especializada na Área de Saúde do Rio Grande do Sul (FASURGS), localizada no município de Passo Fundo, RS, Brasil.

2.1.2 Métodos de coleta de dados

A coleta de dados foi realizada em três etapas, descritas abaixo:

2.1.2.1 Produção dos extratos

Foram utilizadas cinco marcas diferentes de erva-mate, produzidas em distintas regiões do estado do Rio Grande do Sul.

Os extratos foram produzidos utilizando-se 100g de erva-mate e 250 mL de etanol a 80%. As amostras foram acondicionadas e vedadas com papel filme por 10 dias, a fim de evitar a volatilização do etanol (solvente). Após esse período as amostras foram filtradas e acondicionadas em estufa a 37 °C, para, nesse momento, a volatilização do solvente.

O extrato restante foi diluído em dimetilsulfóxido (DMSO) 1% e água destilada.

Após a produção dos extratos das cinco diferentes marcas de erva-mate, foram preparadas soluções nas concentrações de 250 mg/mL, 500 mg/mL e 1000 mg/mL, diluídas em água destilada, nas proporções para obtenção das concentrações supracitadas.

2.1.2.2 CAPACIDADE ANTIMICROBIANA E ANTIFÚNGICA

Para o estudo, foi utilizado o teste de halo de inibição em duas espécies de bactérias e uma espécie de fungo. Para cada espécie testada foi utilizado um meio de cultura próprio para o seu crescimento (Quadro 1).

Quadro 1: Meios de cultura e os respectivos microrganismos.

Meio de Cultura	Bactéria/ Fungo
Mitis salivarius	<i>Streptococcus mutans</i>
Agar sabouraud dextrose	<i>Candida albicans</i>
Agar sangue/ Macconkey	<i>Escherichia coli</i>

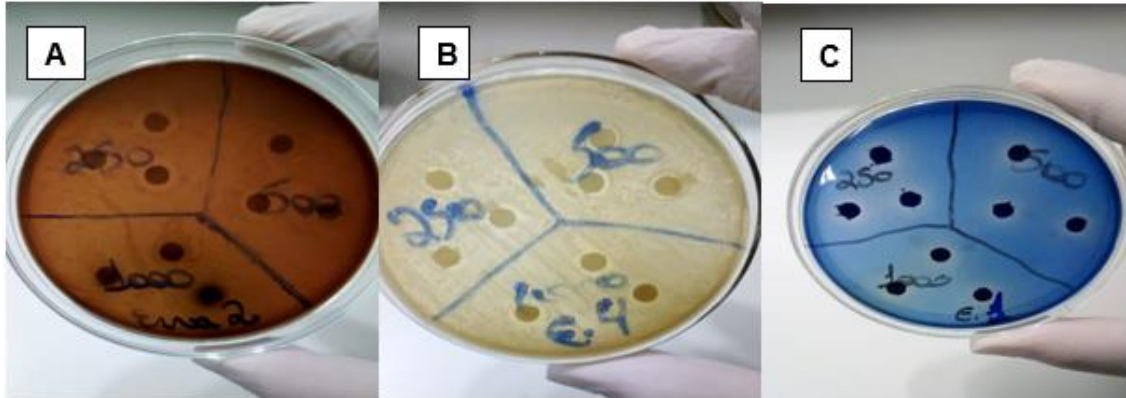
Fonte: Dos autores, 2019.

Para a determinação da atividade antibacteriana, os inóculos dos microrganismos foram preparados em tubos contendo de 4 a 5 mL de solução fisiológica para obter turvação equivalente ao do padrão 0,5 da escala de Mac Farland, aproximadamente 10⁸ UFC/mL. No ensaio de disco-difusão, com auxílio de um swab estéril o inóculo foi semeado uniformemente em placa correspondente de modo a preencher toda a superfície do meio. Em seguida, discos de papel filtro adsorvidos com os extratos nas concentrações de 250 mg/mL, 500 mg/mL e 1000 mg/mL, aplicados na superfície do ágar, para cada uma das ervas testadas, obedecendo um tempo de no máximo 15 minutos após a inoculação.

Para o preparo dos discos, recortes de papel filtro de 4 mm de diâmetro esterilizados em autoclave foram impregnados com 5 mg do extrato a ser avaliado. As

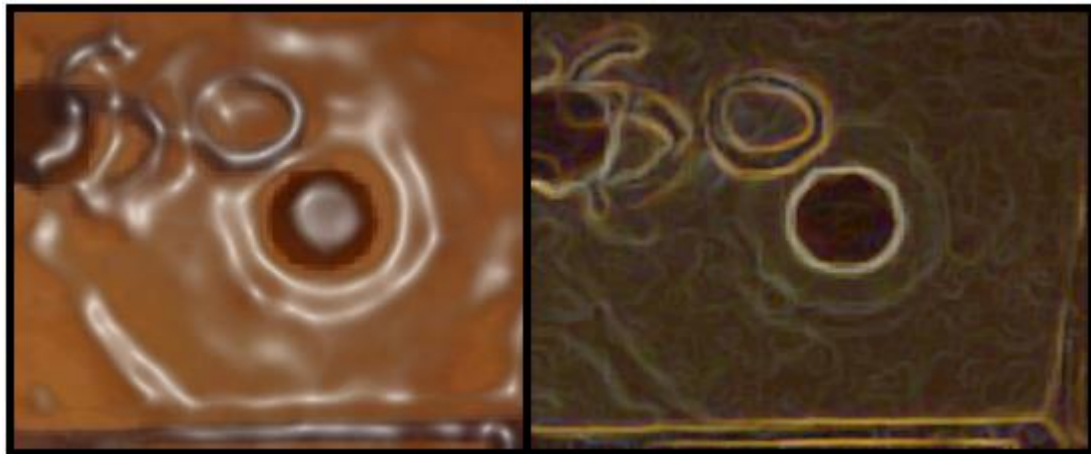
placas contendo os microrganismos e os discos foram incubadas em estufa bacteriológica por 24 horas em temperatura de 35 ± 2 °C. Após a incubação, a presença de halo de inibição do crescimento bacteriano ao redor do disco foi indicativa de atividade biológica do extrato (Figura 1). A ausência do halo de inibição foi considerada como inatividade.

Figura 1 – Teste de halo de inibição do crescimento bacteriano e fúngico (*Streptococcus mutans*, *Escherichia coli* e *Candida albicans*) utilizando extrato aquoso de erva-mate, nas concentrações de 250 mg/mL, 500 mg/mL e 1000 mg/mL, cultivados nos meios de cultura – A) Agar Macconkey; B) Agar sabouraud dextrose; e C) Mitis salivarius.



Fonte: Dos autores, 2019.

Figura 2 – Halos de inibição do crescimento dos microrganismos com alteração de contraste para melhor identificação.



Fonte: Dos autores, 2019.

2.1.2.3 TESTE DE TOXICIDADE EM ARTEMIA SALINA

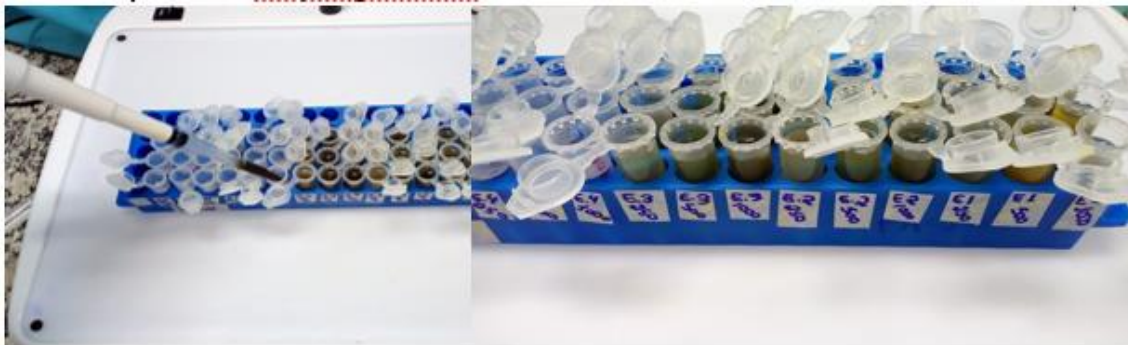
A metodologia nesta prática consiste em três etapas cruciais para o bioteste: incubação, exposição e contagem. Na primeira fase foi utilizado um aquário retangular para acondicionar 15 litros de água e 200g de sal grosso, este recipiente foi colocado em um local iluminado por uma lâmpada fluorescente e foram adicionados os óvulos de cistos de *Artemia salina*. Os cistos do micro crustáceo foram cobertos com papel alumínio. A

incubação foi realizada por um período de 48 horas. Sendo monitorada a temperatura durante todo o ensaio, devendo ser de aproximadamente 32 °C.

Após o período de incubação, passa-se para segunda fase, onde os organismos-testes (náuplios de *Artemia*) foram expostos ao extrato nas concentrações de 250 mg/mL, 500 mg/mL e 1000 mg/mL, das cinco marcas de erva-mate, em triplicata. A exposição ocorreu primeiramente por 24 horas, depois por 12 horas e por 6 horas. Foi necessário utilizar tubos de ensaio graduados, cada um contendo 10 náuplios de *Artemia* salina, previamente selecionados (Figura 3). Além disso foi utilizado um controle negativo, contendo igualmente 10 náuplios, e em triplicata, expostos apenas em meio salino pelo mesmo período das amostras testadas, nas mesmas condições de temperatura e luminosidade. (Figura 3).

Na etapa final (Figura 4) foi realizada a contagem de náuplios vivos e mortos, sendo considerados vivos todos aqueles que apresentaram qualquer tipo de movimento quando observados próximos a uma fonte luminosa.

Figura 3 – Preparo dos tubos de ensaio com 10 náuplios de *Artemia* salina cada, expostos aos extratos aquosos de *Ilex paraguariensis*.



Fonte: Dos autores, 2019.

Figura 4 – Aquário com os tubos de ensaio, contendo os náuplios de *Artemia salina*, expostos aos extratos, com controle de temperatura e luminosidade, por um período de 6 horas.



Fonte: Dos autores, 2019.

2.2 DEFINIÇÃO DA AMOSTRA

Foram testadas cinco marcas de erva-mate comercializadas na região norte do RS (Quadro 2). Os extratos da erva-mate foram testados em *Artemia salina* e em *Streptococcus mutans*, *Escherichia coli* e *Candida albicans*. Não foi utilizado nenhum material biológico humano.

Quadro 2- Ervas utilizadas na pesquisa e respectivas cidades de produção.

Número	Cidade de Produção
1	Camargo – RS
2	Erechim – RS
3	Arvorezinha – RS
4	Itapuca – RS
5	Anta Gorda - RS

Fonte: Dos autores, 2019.

2.3 REQUISITOS ÉTICOS E REGULAMENTARES

Por não se tratar de uma pesquisa com coleta de dados de seres humanos, o respectivo projeto não foi encaminhado para a avaliação do CEP/FASURGS.

2.4 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS

Os resultados foram avaliados e comparados, considerando os extratos de cada marca individualmente. A atividade antibacteriana e antifúngica de cada espécime foi

avaliada pela presença de halo de inibição do crescimento dos microrganismos, em milímetros (mm) indicando atividade biológica do extrato. A ausência do halo de inibição foi considerada como inatividade. Como o teste foi realizado em triplicata, para as três concentrações (250 mg/mL, 500 mg/mL e 1000 mg/mL) e para cada uma das marcas utilizadas, os valores finais são expressos por uma média dos resultados.

Em *Artemia salina* foi realizada contagem de náuplios vivos e mortos, sendo considerados vivos todos aqueles que apresentaram qualquer tipo de movimento quando observados próximos a uma fonte luminosa. O teste também foi realizado em triplicata para as três concentrações (250 mg/mL, 500 mg/mL e 1000 mg/mL) e para cada uma das marcas utilizadas, e, portanto, os resultados são uma média dos valores encontrados.

3 RESULTADOS

A capacidade antimicrobiana em *Streptococcus mutans*, foi observada em quatro das cinco marcas de erva-mate, em concentrações de 1000 mg/mL, 500 mg/mL e 250 mg/mL (tabela 1). A erva-mate da marca nº 5, não apresentou atividade em nenhuma concentração. A ação sobre *Streptococcus mutans*, mostrou-se mais sensível do que em *Escherichia coli*.

Tabela 1 - Média dos halos de inibição (mm) do crescimento bacteriano (*Streptococcus mutans*) dos extratos aquosos de *Ilex paraguariensis*, nas concentrações de 1000mg/mL, 500mg/mL e 250mg/mL.

Marcas de Erva-mate	Extrato 1000 mg/mL	Extrato 500 mg/mL	Extrato 250 mg/mL
1	9	8	8
2	8	7	6
3	8	7	6
4	7	7	6
5	0	0	0

Fonte: Dos autores, 2019.

No que se refere a capacidade antimicrobiana sobre *Escherichia coli*, observamos que não houve atividade do extrato na concentração de 1000 mg/mL. Nas demais concentrações foi verificado maior halo de inibição na concentração de 500 mg/mL em comparação com o de 250 mg/mL, como demonstrado na tabela a seguir.

Tabela 2 - Média dos halos de inibição (mm) do crescimento bacteriano (*Escherichia coli*) dos extratos aquosos de *Ilex paraguariensis*, nas concentrações de 1000mg/mL, 500mg/mL e 250mg/mL.

Marcas de Erva-mate	Extrato 1000 mg/mL	Extrato 500 mg/mL	Extrato 250 mg/mL
1	0	7	8
2	0	6	8
3	0	8	3
4	0	2	0
5	0	0	2

Fonte: Dos autores, 2019.

Em *Candida albicans*, observou-se que houve maior atividade de inibição de crescimento nas três concentrações testadas, como descrito na tabela 3, quando comparada com a inibição de crescimento observada em *Escherichia coli* (tabela 2) e *Streptococcus mutans* (tabela 1).

A atividade antifúngica da erva-mate sobre *Candida albicans*, foi observada nas três concentrações e nas cinco marcas de erva-mate utilizadas. A erva-mate da marca nº 2 apresentou maior atividade e a marca de erva-mate nº 4 a menor, levando em consideração o diâmetro dos halos de inibição do crescimento microbiano.

Candida albicans foi o microrganismo mais sensível aos extratos de *Ilex paraguariensis* em correlação a *Streptococcus mutans* e *Escherichia coli*. Houve maior atividade na medida em que se aumentavam as concentrações do extrato de erva-mate.

Tabela 3 - Média dos halos de inibição (mm) do crescimento fúngico (*Candida albicans*) dos extratos aquosos de *Ilex paraguariensis*, nas concentrações de 1000mg/mL, 500mg/mL e 250mg/mL.

Marcas de Erva-mate	Extrato 1000 mg/mL	Extrato 500 mg/mL	Extrato 250 mg/mL
1	9	8	7
2	9	9	7
3	8	7	7
4	8	6	7
5	8	9	7

Fonte: Dos autores, 2019.

Verificou-se no estudo preliminar, citotoxicidade dos extratos nas concentrações de 1000 mg/mL, 500 mg/mL e 250 mg/mL, em *Artemia salina* (tabela 4).

Tabela 4 – Náuplios de *Artemia salina* vivos após exposição aos extratos aquosos de erva-mate, em diferentes concentrações por um período de 6 horas.

Marcas de Erva-mate	Extrato 1000 mg/mL	Extrato 500 mg/mL	Extrato 250 mg/mL	¹ Controle
1	0	0	0	10
2	0	0	0	10
3	0	0	0	10
4	0	0	0	10
5	0	0	0	10

¹Grupo Controle exposto a solução salina.

Fonte: Dos autores, 2019.

4 DISCUSSÃO

Neste estudo, observamos que a espécie *Ilex paraguariensis*, utilizada na elaboração do chimarrão, apresentou atividade antimicrobiana em *Streptococcus mutans*, *Escherichia coli* e *Candida albicans*. Costa, Racanicci e Santana (2017) atribuem ao ácido cafeico, juntamente com os flavonoides, a atividade frente a bactérias, fungos e vírus.

A variação na concentração de 1000 mg/mL, 500 mg/mL e 250 mg/mL foi confirmada no estudo, uma vez que quanto maior a concentração do extrato de *Ilex paraguariensis* utilizado, maior foi o halo de inibição do crescimento dos microrganismos.

O possível efeito carcinogênico do consumo de chimarrão é atualmente bastante discutido, principalmente em relação ao câncer de esôfago. As altas temperaturas em que ele é consumido levanta a hipótese de que a injúria térmica da mucosa esofágica seja a responsável pelo possível efeito oncogênico (SEHNEM; VELTRINI, 2012).

Um estudo realizado por Ferigolo e Sagrillo (2013) que faz correlação com o possível efeito citotóxico do chimarrão, utilizou testes através de micronúcleos, que servem como indicadores de danos genéticos, contou com 100 indivíduos. Os sujeitos não faziam uso de tabaco e nem de álcool. Os resultados mostraram que 87% consumiam o chimarrão com temperatura maior que 70°C, desses, 58,7% apresentaram um maior número de micronúcleos em relação aos demais, confirmando um possível dano genético ocasionado pelo consumo do chimarrão.

Seguindo a linha da possível carcinogênese, relacionada ao consumo do chimarrão, no presente estudo o extrato da erva-mate apresentou toxicidade em *Artemia salina*, em um período mínimo de 6 horas de exposição, apesar de estudos envolvendo *Artemia salina* serem preliminares no estudo da toxicidade de um composto.

As pesquisas descritas na literatura, com a utilização do método envolvendo a *Artemia salina*, têm a finalidade de identificar as ações biológicas de um determinado extrato natural sejam elas antifúngicas, inseticidas e tóxicas, como é o caso do emprego para testar a toxicidade do extrato da erva-mate (ROSA et al., 2016; CANSIAN et al., 2017). O método de análise é proposto como um simples bioensaio para pesquisa preliminar de atividade de produtos naturais. Os resultados em *Artemia salina* evidenciaram citotoxicidade, uma vez que todos os náuplios haviam morrido após o período de exposição aos extratos. Foram considerados mortos os náuplios de *Artemia salina* que não apresentaram movimentos frente à um foco luminoso. Os extratos das

cinco marcas de erva-mate, foram utilizados nas concentrações de 1000 mg/mL, 500 mg/mL e 250 mg/mL.

De acordo com Araújo, Cunha e Veneziani (2010) a *Artemia salina*, é um organismo que pode ser usado como um monitor conveniente para a citotoxicidade de produtos, além de ser um método rápido, seguro e acessível.

Porém, em contrapartida, sabe-se que a erva-mate possui compostos fitoquímicos que podem ser benéficos ao organismo humano. Dentre os possíveis efeitos terapêuticos podemos citar a atividade antioxidante, ação sobre o sistema nervoso central e antimicrobiana (CUELHO et al., 2015; ROSSA et al., 2017).

Costa, Racanicci e Santana (2017), relatam os efeitos benéficos da erva-mate para o organismo humano, e eles estão relacionados a ação antimicrobiana frente a bactérias, fungos e vírus, além da ação antioxidante, amplamente discutida.

Costa, Santos e Borges (2015) relacionaram a ação antioxidante da erva-mate e a lesão celular sofrida por atletas durante exercícios físicos de alta intensidade e observou que houve uma redução nos níveis de radicais livres, naqueles sujeitos que fizeram uso da erva-mate antes dos exercícios, reafirmando a sua relação com a capacidade antioxidante.

O clima, o tipo de cultivo, o manejo e a origem da progênie podem afetar diretamente a composição química da erva-mate. A composição relaciona-se com a capacidade antimicrobiana da espécie, uma vez que os polifenóis são os responsáveis por esse efeito biológico (FERRERA et al., 2016). Dessa maneira, quanto maior a concentração desses compostos, maior será a atividade antimicrobiana. Souza et al. (2020), ao avaliarem o óleo essencial do alecrim (*Rosmarinus officinalis*) em relação ao seu efeito antimicrobiano em amostras de carne observou que a atividade do óleo essencial extraído do alecrim também apresenta efeito antimicrobiano. Entretanto, também observou que as atividades dos óleos essenciais parecem estar associadas ao microrganismo e ao sistema biológico de forma geral, podendo ser afetada por fatores como temperatura e tempo de exposição.

Rossa et al. (2017) sugerem que a concentração de polifenóis sofre influência de fatores ambientais. A temperatura, umidade, luminosidade, duração e intensidade de luz solar estariam relacionados a composição fitoquímica, e como são os polifenóis responsáveis por garantir o efeito antimicrobiano para a erva-mate, justifica-se a variação na atividade do extrato em diferentes marcas e até em mesmas marcas e diferentes lotes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A erva-mate apresenta em sua composição compostos fitoquímicos que garantem a ela a atividade antibacteriana e antifúngica em *Candida albicans*, *Streptococcus mutans* e *Escherichia coli*.

O estudo serve de piloto para novos estudos com microrganismos e que possam mensurar os compostos fitoquímicos e avaliá-los individualmente. A atividade antimicrobiana do extrato da erva-mate pode servir de base para a produção de novos compostos como dentifrícios e colutórios. Além disso, a citotoxicidade preliminar, observada em *Artemia salina*, pode servir para a adoção de hábitos e subsidiar terapias em indivíduos que consomem chimarrão.

REFERÊNCIAS

- ALBAS, C. S. et al. Avaliação da genotoxicidade da *Ilex paraguariensis* (erva mate) pelo teste de micronúcleo. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Campinas, v. 16, n. 2, p. 345 – 349, 2014.
- ARAÚJO, M. G. F.; CUNHA, W. R.; VENEZIANI, R. C. S. Estudo fitoquímico preliminar e bioensaio toxicológico frente a larvas de *Artemia salina* Leach. de extrato obtido de frutos de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hill (Solanaceae). *Revista de Ciências Farmacêuticas Aplicada*. Araraquara, v. 32, n. 2, p. 205 – 209, 2010.
- CAMEL, M. et al. Influência do potencial antioxidante de extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) em frango assado armazenado e reaquecido. *Alimentos e Nutrição*, Araraquara, v. 23, n. 2, p. 297 – 305, 2012.
- CANSIAN, R. L. et al. Toxicity of clove essential oil and its ester eugenyl acetate against *Artemia salina*. *Brazilian Journal of Biology*, São Paulo, v. 77, n. 1, p. 155 – 161, 2017.
- 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. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v. 18, p. 1 – 7, 2017.
- COSTA, T. A.; SANTOS, J. J. A.; BORGES, H. Atividade antioxidante da erva-mate e lesão celular em exercício agudo de alta intensidade. *Revista Uningá*, Toledo, v. 23, n. 1, p. 15 – 20, 2015.
- CUELHO, C. H. et al. Recent advances in the bioactive properties of yerba mate. *Revista Cubana de Farmácia*, Santa Maria, v. 49, n. 2, p. 375 – 383, 2015.
- FAY, J. V. et al. Yerba mate (*Ilex paraguariensis*, A. St.-Hil.) transcriptome assembly based on tissue specific genomic expression profiles. *BMC Genomics*, Missiones, v. 19, n. 891, p. 1 – 17, 2018.
- FERIGOLO, P. C.; SAGRILLO, M. R. Genotoxicidade relacionada ao consumo de chimarrão. *Disciplinaruim Scientia*, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 1 – 13, 2013.
- FERRERA, T. S. et al. Substâncias fenólicas, flavonoides e capacidade antioxidante em erva-mate sob diferentes coberturas do solo e sombreamento. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Campinas, v. 18, n. 2, p. 588 – 596, 2016.
- GIROLOMETTO, G. et al. Atividade antibacteriana de extratos de erva mate (*Ilex paraguariensis* A.St.-Hil.). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Botucatu, v. 11, n. 1, p. 49 – 55, 2009.
- INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ DE ALENCAR GOMES DA SILVA – INCA – BRASIL. Estimativa 2018: Neoplasia Maligna de Cavidade Oral/Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva (INCA). Rio de Janeiro, 2018.

JOTZ, G. P. et al. Estudo experimental da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) como agente etiológico de neoplasia do trato aéreo-digestivo. *Arquivos Internacionais de Otorrinolaringologia*, São Paulo, v. 10, n. 4, p. 306 – 311, 2006.

ROSA, C. S. et al. Composição química e toxicidade frente *Aedes aegypti* L. e *Artemia salina* Leach do óleo essencial das folhas de *Myrcia sylvatica* (G. Mey.) DC. *Revista Brasileira de Plantas Medicináveis*, Campinas, v. 18, n. 1, p. 19 – 26, 2016.

ROSSA, U. B. et al. Influência da luminosidade e fertilizantes nos teores de metilxantinas e compostos fenólicos em folhas verdes de erva-mate. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 27, n. 4, p. 1365 – 1374, 2017.

SAIDELLES, A. P. F. et al. Análise de metais em amostras comerciais de erva-mate do sul do Brasil. *Alimentos e Nutrição*, Araraquara, v. 21, n. 2, p. 259 – 264, 2010.

SAMPAIO, J. et al. Estudo da genotoxicidade in vitro e in vivo após exposição aguda e subcrônica de extratos aquosos de *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. obtidos por infusão. *Revista Brasileira de Biociência*, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 462 – 467, 2012.

SANTANA-BLANK, L. et al. Quantum Leap in Photobiomodulation Therapy Ushers in a New Generation of Light-Based Treatments for Cancer and Other Complex Diseases: Perspective and Mini-Review. *Photomedicine and Laser Surgery*, Caracas, v. 34, n. 3, p. 93 – 101, 2016.

SEHNEM, S.; VELTRINI, V. C. O chimarrão e suas repercussões bucais. *Revista Saúde e Pesquisa*, Bauru, v. 5, n. 3, p. 447 – 453, 2012.

SOUZA, L. A. et al. Atividade antimicrobiana de óleo de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) em carnes inoculadas com *Escherichia coli*. *Brazilian Applied Science Review*, v. 4, n. 2, p. 592-605, 2020. DOI:10.34115/basrv4n2-013.

VALDUGA, A. T. et al. Cytotoxic antioxidant activity and sensorial acceptance of yerbamate development by oxidation process. *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 38, n. 1, p. 115 – 121, 2016.

VENTURI, B. R. M.; CABRAL, M. G.; LOURENÇO, S. Q. C. Carcinoma de células escamosas oral – contribuição de vírus oncogênicos e alguns marcadores moleculares no desenvolvimento e prognóstico da lesão: uma revisão. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, Niterói, v. 70, n. 3, p. 385 – 392, 2004.

VIEIRA, M. A. Análise de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) nas etapas do processamento da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) e caracterização química dos resíduos da trituração para o desenvolvimento do produto. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Programa de Pós-graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.