

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
Mestrado Profissional em Tecnologia De Alimentos

RODOLFO ANGELO SERAFIM

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE EXTRATO DE ERVA-MATE (*Ilex  
paraguariensis*) ASSITIDO POR ULTRASSOM NA ESTABILIDADE  
OXIDATIVA DE LINGUIÇA SUÍNA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Londrina  
2016

Rodolfo Angelo Serafim

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE EXTRATO DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis*) ASSISTIDO POR ULTRASSOM NA ESTABILIDADE OXIDATIVA DE LINGUIÇA SUÍNA**

Dissertação de mestrado, apresentado ao Curso de Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Margarida Masami Yamaguchi

Londrina  
2016

## TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação está licenciada sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, Califórnia 94105, USA.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca UTFPR - Câmpus Londrina

S481e Serafim, Rodolfo Angelo

Efeito da aplicação de extrato de erva-mate (*Ilex paraguariense*) assistido por ultrassom na estabilidade oxidativa de linguiça suína / Rodolfo Angelo Serafim. - Londrina : [s.n.], 2016.

57 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Margarida Masami Yamaguchi  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Londrina, 2016.  
Bibliografia: f. 49-53.

1. Erva-mate. 2. Antioxidantes. 3. Embutidos (Alimentos). I. Yamaguchi, Margarida Masami, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. III. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. IV. Título.

CDD: 664

FOLHA DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação Nº 42

**EXTRAÇÃO E APLICAÇÃO DE EXTRATO DE ERVA  
MATE (*Ilex paraguariensis*) NA ESTABILIDADE  
OXIDATIVA DE LINGUIÇA SUÍNA**

por

**RODOLFO ANGELO SERAFIM**

Esta dissertação foi apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – Área de Concentração: Tecnologia de Alimentos, pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PPGTAL – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Londrina às 09h de 29 de agosto de 2016. O trabalho foi aprovado pela Banca Examinadora, composta por:

---

Dra. Margarida Masami Yamaguchi  
UTFPR Câmpus Londrina  
Orientadora

---

Dra. Karla Bigetti Guergoletto  
UEL - Londrina  
Membro Examinador Titular

---

Dra. Lyssa Setsuko Sakanaka  
UTFPR Câmpus Londrina  
Membro Examinador Titular

Visto da coordenação:

---

Prof. Fábio A. Coró, Dr.  
(Coordenador do PPGTAL)

A folha de aprovação assinada encontra-se arquivada na secretaria do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, pela dádiva da vida e por permitir que este projeto pessoal, o título de mestre fosse possível dia após dia.

Segundamente a minha família, que aturou todos os meus momentos de estresse e desanimo pelas dificuldades desta empreitada e com quem tenho o orgulho de dividir tamanha felicidade que é esta conquista.

A minha orientadora, Margarida, que foi uma mãe nesse tempo, com seus conselhos e suas orientações, além dos puxões de orelha que eu certamente precisei e mereci, e claro, das inúmeras conversas sobre tudo mais, além do mestrado, que me ensinou novas posturas com relação a ser quem sou.

Aos demais professores do programa de Mestrado da UTFPR, que portam se como irmãos uns dos outros e nos fazem sentir como sobrinhos, com o amparo de diversos tios e tias numa imensa família unida.

Aos meus amigos, os quais muitos me estenderam a mão, seja numa conversa descontraída no momento certo para me fazer esfriar a cabeça das complicações desta empreitada, seja na ajuda presente, dia após dia, nos laboratórios da UTFPR, enquanto realizava minhas análises ou na partilha de bibliografia de outras instituições.

A todos aqui, os quais sempre serei grato, por todo o sempre, digo e reforço que sempre estarei a disposição para estender a mão a qualquer um de vocês, quando necessário, basta apenas me chamar.

“Há uma teoria que indica que sempre que qualquer um descobrir exatamente o que, para que e porque o universo está aqui, o mesmo desaparecerá e será substituído imediatamente por algo ainda mais bizarro e inexplicável... Há outra teoria que indica que isto já aconteceu.”  
- Douglas Adams -

## RESUMO

SERAFIM, Rodolfo A. **Efeito da aplicação de extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) assistido por ultrassom na estabilidade oxidativa de linguiça suína.** 58 folhas. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2016.

A propriedade antioxidante da erva-mate há tempos é conhecida e estudada como principal razão de muitos dos seus princípios terapêuticos. Seus compostos fenólicos, principais agentes antioxidantes, podem ser aplicados também na indústria para retardar as alterações bioquímicas prejudiciais ao *shelf life* dos alimentos. Assim, justifica-se este trabalho como uma oportunidade de demonstrar o potencial de extratos de erva-mate aplicados a embutidos cárneos, alimentos que possuem como principal limitante da sua vida de prateleira as oxidações lipídicas. Para obtenção dos extratos foi aplicado um planejamento fatorial tipo estrela, visando as melhores condições de extração por ultrassom para uma maior atividade antioxidante em resposta aos testes de captura de radicais livres ABTS e DPPH. As variáveis testadas foram temperatura (22, 30, 50, 70 e 78°C) e tempo (6, 10, 20, 30 e 34 min.). Nas condições deste estudo, a temperatura foi a única variável que demonstrou, com nível de confiança de 95%, influencia significativa positiva, tanto linear quanto quadrática, na atividade antioxidante dos extratos de erva-mate. Desta forma, optou-se pelas seguintes condições para obtenção de um extrato de erva-mate: banho de ultrassom por 10 minutos a 60°C. Em seguida, o extrato foi aplicado em linguiça suína frescal variando as concentrações de eritorbato de sódio (0, 0,01 e 0,02%) e extrato de erva-mate (0, 0,03 e 0,06%). Nestas condições, o extrato de erva-mate demonstrou uma melhor capacidade de inibir a oxidação da linguiça suína quando aplicado em concentrações acima de 0,06% combinado com concentrações de eritorbato de sódio menores que 0,01%, nas condições deste estudo. Uma análise sensorial de aceitação foi aplicado entre duas formulações de linguiça, ambos com a mesma concentração de eritorbato de sódio, porém a um deles foi adicionado 0,03% de extrato de erva-mate. O teste demonstrou que não há diferença significativa entre a avaliação dos atributos cor, sabor e Nota Global dos provadores, com níveis de aceitação acima de 70% para estes atributos.

**Palavras-chave:** Extrato vegetal. Embutido cárneo. Oxidação lipídica. Atividade antioxidante. TBAR.

## ABSTRACT

SERAFIM, Rodolfo A. **Effect of yerba mate extract application (*Ilex paraguariensis*) assisted by ultrasound in oxidative stability of pork sausage.** 58 pages. Dissertation (Professional Masters in Food Technology) - Federal University of Technology - Paraná. Londrina, 2016.

The antioxidant properties of yerba mate has long been known and studied, the main reason is regarding its many therapeutic principles. Its phenolics content, main source of antioxidant agents, can also be applied in the industry for retarding the unwanted biochemical changes in the shelf-life of food. Therefore, this work is shown as an opportunity to demonstrate the potential of yerba mate extracts applied to pork sausages, a product which has as main limiting of its shelf-life expectancy the lipid oxidation. To obtain the extract was applied a factorial design by adding axial points, seeking for the best conditions of ultrasound extraction for increased antioxidant activity in response to free radical scavenging activity determined by DPPH and ABTS. The variables studied were temperature (22, 30, 50, 70 and 78 °C) and time (6, 10, 20, 30 and 34 min.). In the conditions of this study, the temperature was the only variable that showed, with 95% confidence level, positive influences significantly, both linear and quadratic, in the antioxidant activity of the yerba mate extracts. Thus, the following conditions were chosen in order to obtain the yerba mate extract: ultrasound bath for 10 minutes at 60 ° C. Then the extract was applied in fresh pork sausage in different concentrations of sodium erythorbate (0, 0.01 and 0.02%) and yerba mate extract (0, 0.03 and 0.06%). Accordingly, the yerba mate extract showed an improved ability to inhibit the oxidation of pork sausage when applied above 0.06% and lower concentrations of sodium erythorbate concentrations of 0.01% combined, in this study conditions. The consumer acceptance in the sensorial analysis was verified between two sausage formulations, both with the same concentration of sodium erythorbate, however just one of them was added yerba mate extract (0.03%). The test showed no significant difference between the assessment of color, flavor and global score, with acceptance levels above 70% for those attributes.

Keywords: Vegetable extract. Meat products. Lipid oxidation. Antioxidant activity. TBAR.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – GRÁFICO DE PARETO DAS VARIÁVEIS AVALIADAS FRENTE AO DPPH. ....	35
FIGURA 2 – GRÁFICO DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA DA INTERAÇÃO DAS VARIÁVEIS TEMPERATURA E TEMPO PARA A ATIVIDADE ANTIOXIDANTE FRENTE AO DPPH.....	36
FIGURA 3- GRÁFICO DE PARETO DAS VARIÁVEIS AVALIADAS FRENTE AO ABTS.....	38
FIGURA 4 - GRÁFICO DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA DA INTERAÇÃO DAS VARIÁVEIS TEMPERATURA E TEMPO PARA A ATIVIDADE ANTIOXIDANTE FRENTE AO ABTS.....	39
FIGURA 5 - CURVA DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DO ERITORBATO DE SÓDIO FRENTE A METODOLOGIA DO DPPH. ....	41
FIGURA 6 - EVOLUÇÃO DA FORMAÇÃO DE COMPOSTOS TBAR'S. ....	43
FIGURA 7 - GRÁFICO DE PARETO DO EFEITO DO ERITORBATO DE SÓDIO E DO EXTRATO DE ERVA-MATE NA FORMAÇÃO DE TBAR'S. ....	44
FIGURA 8 - GRÁFICO DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA PARA INTERAÇÃO DAS VARIÁVEIS ERITORBATO DE SÓDIO E EXTRATO DE ERVA-MATE FRENTE AO TESTE TBAR'S. ....	45
FIGURA 9- ÍNDICE DE ACEITABILIDADE DOS ATRIBUTOS TESTADOS NA ANÁLISE SENSORIAL DAS AMOSTRAS DE LINGUIÇA SUÍNA FRESCAL COM EXTRATO DE ERVA-MATE E ERITORBATO DE SÓDIO.....	48

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – NÍVEIS DE VARIAÇÃO DO PLANEJAMENTO FATORIAL PARA PRODUÇÃO DOS EXTRATOS DE ERVA-MATE.....	27
TABELA 2 – FORMULAÇÃO PADRÃO DA LINGUIÇA SUÍNA.....	29
TABELA 3 – NÍVEIS DE VARIAÇÃO DO PLANEJAMENTO FATORIAL PARA APLICAÇÃO DO ERITORBATO DE SÓDIO E DO EXTRATO DE ERVA-MATE. ....	29
TABELA 4 – ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DO DPPH E ABTS PARA O EXTRATO DE ERVA-MATE. ....	33
TABELA 5 – COEFICIENTES DE REGRESSÃO ESTIMADOS PARA EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS ANTIOXIDANTES DE ERVA-MATE FRENTE À METODOLOGIA DPPH. ....	34
TABELA 6 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS PARÂMETROS DO MODELO DE REGRESSÃO PARA O DPPH. ....	34
TABELA 7 – COEFICIENTES DE REGRESSÃO ESTIMADOS PARA EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS ANTIOXIDANTES DE ERVA-MATE FRENTE À METODOLOGIA ABTS.....	37
TABELA 8 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS PARÂMETROS DO MODELO DE REGRESSÃO PARA O ABTS.....	37
TABELA 9 – RESULTADOS DE TBAR’S PARA APLICAÇÃO DE ERITORBATO DE SÓDIO E EXTRATO DE ERVA-MATE EM LINGUIÇA SUÍNA FRESCAL. ....	42
TABELA 10 – COEFICIENTES DE REGRESSÃO ESTIMADOS PARA APLICAÇÃO DO ERITORBATO DE SÓDIO E O EXTRATO DE ERVA-MATE FRENTE À METODOLOGIA TBAR’S.....	43
TABELA 11 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS PARÂMETROS DO MODELO DE REGRESSÃO PARA O TBAR’S. ....	44
TABELA 12 – MÉDIA DAS NOTAS ATRIBUÍDAS NA ANÁLISE SENSORIAL DA LINGUIÇA SUÍNA COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ERITORBATO DE SÓDIO E EXTRATO DE ERVA-MATE.....	48

## LISTA DE ABREVIATURAS

BHA – Butil-hidroxianisol

BHT – Butil-hidroxitolueno

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PG – Propil galato

TBA – Ácido 2-tiobarbitúrico

TBAR – Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico

TBHQ Terc-butil-hidroquinona

TCA - Ácido tricloroacético

TEP – 1, 1, 3, 3-tetraetoxipropano

TEAC - Trolox equivalent antioxidant capacity

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVO</b> .....	<b>14</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>15</b>
3.1 ERVA-MATE ( <i>ILEX PARAGUARIENSIS</i> ).....	15
3.1.1 Consumo da Erva-mate, Cultivo e Produção .....	15
3.1.2 Importância Econômica e Indústria Ervateira .....	16
3.1.3 Composição e Princípios Terapêuticos da Erva-mate.....	19
3.1.4 Atividade Antioxidante .....	20
3.2 PROCESSOS DE EXTRAÇÃO .....	22
3.2.1 Ultrassom .....	22
3.3 LINGUIÇA SUÍNA.....	24
<b>4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>26</b>
4.1 MATERIAL DE ESTUDO.....	26
4.2 EXTRAÇÃO AQUOSA DA ERVA-MATE.....	26
4.3 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE .....	27
4.3.1 DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazina) .....	27
4.3.2 ABTS (2,2'-azinobis-(3 etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)).....	28
4.3.3 Equivalência da atividade antioxidante do extrato de erva-mate e do eritorbato de sódio.....	28
4.4 FORMULAÇÃO DA LINGUIÇA SUÍNA .....	29
4.5 TBAR'S - SUBSTÂNCIAS REATIVAS AO ÁCIDO TIOBARBITÚRICO.....	30
4.6 ANÁLISE SENSORIAL.....	31
4.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	31
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>33</b>
5.1 ATIVIDADE ENTIOXIDANTE DOS EXTRATOS DE ERVA-MATE ASSISTIDOS POR ULTRASSOM .....	33
5.2 EQUIVALÊNCIA DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO EXTRATO DE ERVA-MATE E DO ERITORBATO DE SÓDIO .....	41
5.3 TBAR'S - SUBSTÂNCIAS REATIVAS AO ÁCIDO TIOBARBITÚRICO.....	42
5.4 ANÁLISE SENSORIAL.....	47
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>49</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>50</b>
<b>APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b> .....	<b>55</b>
<b>APÊNDICE B - FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL</b> .....	<b>58</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A erva-mate (*Ilex paraguariensis*), amplamente conhecida e consumida na região sul do país como sucedâneo da *Camelia sinensis* ou na forma de chimarrão ou tereré, possui muitas propriedades terapêuticas elucidadas pelos estudos a respeito de sua composição. É notável a quantidade e variedade de compostos fenólicos presentes em sua composição e a estes são atribuídos muitos dos efeitos farmacológicos da planta. Dentre eles, sua capacidade antioxidante é o principal apelo no consumo da erva-mate (LIMA, 2010; SANTOS, 2004).

Alguns compostos são chamados de antioxidantes porque podem retardar processos oxidativos, que são um dos principais responsáveis pela degradação e a redução da aceitabilidade dos alimentos, como também pela diminuição da sua vida de útil (TRUEBA e SANCHEZ, 2001; MORAIS et al., 2009).

Um exemplo são os embutidos cárneos, que padecem principalmente das oxidações lipídicas, desde a matéria prima até o produto final, sendo este processo uma das principais causas da curta vida útil deste tipo de alimento (SALINAS et al., 2014; ALMEIDA, 2005).

Os antioxidantes comumente aplicados em alimentos são aqueles ditos sintéticos como o BHA, o BHT, o PG e o TBHQ, que são produzidos de forma mais pura e barata e possuem efeito antioxidante eficiente quando aplicados em alimentos. No entanto pesquisas tem sugerido que o consumo prolongado destes compostos podem ser nocivos a saúde do ser humano (GEORGANTELIS et al., 2007; MASTROMATTEO et al., 2011).

Em alimentos como os embutidos cárneos frescaís, opta-se pela utilização do ácido ascórbico e seus derivados, como os eritorbatos e o isoascorbatos. Estes compostos agem de forma a doar elétrons a moléculas redox-ativas, impedindo as reações de oxidação (SALINAS et al., 2014; ALMEIDA, 2005).

Um composto antioxidante eficiente seria aquele que agrega diversas formas de interromper as reações de oxidação que podem ocorrer em um alimento. Uma alternativa são os extratos vegetais, que com sua composição diversificada, possuem comprovada atividade antioxidante e podem ser aplicados nos alimentos com essa finalidade.

Entre as substâncias encontradas nos extratos vegetais, os compostos fenólicos possuem comprovada atividade antioxidante exercida pelos agrupamentos hidroxila característicos desses. Estes compostos são os mais expressivos quando mensurado a atividade antioxidante de um extrato vegetal (SILVA, 2007).

Em busca dos benefícios dos compostos antioxidantes dos extratos vegetais nos alimentos, as condições de extração são de suma importância nesse processo. Os antioxidantes são compostos sensíveis a condições extremas de extração e o rendimento das extrações varia segundo as condições como tempo, temperatura e polaridade do solvente utilizado (YINHAI; ZHENGMEI; XINHUA, 2005; YU et al., 2009).

Observam-se melhores rendimentos em condições menos extremas quando se aplica o ultrassom nos processos de extração. Os movimentos de expansão e compressão que as ondas ultrassônicas provocam no solvente utilizado para extração facilita a transferência de massa entre esse e a matriz vegetal, favorecendo o rendimento da extração utilizando condições amenas de tempo e temperatura e solventes mais comuns (JACQUES, 2005; KOTOVICZ, 2014 NAVIGLIO, FERRARA, 2008).

Assim, justifica-se este trabalho, que é um estudo da avaliação do potencial da ação antioxidante de extrato de erva-mate assistido por ultrassom aplicado a linguiça suína frescal, propondo retardar as oxidações lipídicas presentes nesse tipo de embutido cárneo, a redução da aplicação de antioxidantes sintéticos e agregar valor a produção de erva-mate pela produção de extrato para aplicação em alimentos.

## 2 OBJETIVO

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a ação antioxidante de extratos aquosos de erva-mate assistidos por ultrassom em linguiça suína.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Otimizar o processo de obtenção do extrato de erva-mate com auxílio de ultrassom;
- Avaliar a atividade antioxidante dos extratos de erva-mate obtidos;
- Produzir um extrato de erva-mate por ultrassom com melhor atividade antioxidante considerando menor tempo e temperatura para extração;
- Desenvolver e produzir formulações de linguiça suína com diferentes concentrações do extrato de erva-mate e do eritorbato de sódio;
- Avaliar os efeitos da atividade antioxidante do extrato de erva-mate e do eritorbato de sódio nas formulações de linguiça suína desenvolvidas;
- Avaliar a aceitação sensorial de duas formulações de linguiça suína, uma delas com o extrato de erva-mate e a outra sem o extrato.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 ERVA-MATE

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hillaire) é uma árvore perene, de seis a oito metros de altura, da família das *Aquifoliaceae*, nativa da América do Sul. Sua área de ocorrência natural compreende as áreas do Noroeste Argentino, Leste do Paraguai e Sul do Brasil (SANTOS, 2004).

No Brasil, a ocorrência da erva-mate está limitada aos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, aparecendo também, mas de forma reduzida, no Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Rio de Janeiro (DARTORA, 2010).

A erva-mate foi classificada por Saint Hilaire como *Ilex paraguariensis* no início do séc. XVII sendo nativa do Paraguai e dos estados do sul do Brasil e já era conhecida pelos índios guaranis. Foi reconhecida como um valioso complemento alimentar pelos jesuítas por volta do séc. XVI (LIMA, 2010).

##### 3.1.1 Consumo da Erva-Mate, Cultivo E Produção

A erva-mate é amplamente consumida como sucedâneo do chá (*Camellia sinensis*), através da infusão obtida pela escalda das folhas secas e consumidas de diferentes maneiras, com ou sem adição de outras ervas, ou aromatizantes. Também é consumida na forma de chimarrão, que é a infusão obtida pela escalda das folhas em cuia e ingerida por aspiração com cânula metálica (bomba, bombilha) provida de uma peneira que evita a passagem de partículas sólidas. O tereré ou tererê, outra forma de consumo da erva-mate, é infusão tal como o chimarrão, tomada em recipiente de chifre (guampas), mas preparada com água fria ou gelada (LIMA, 2010).

O cultivo e colheita do mate podem ser realizados de diversas formas, sendo diferente em cada região. As três maneiras principais para o cultivo e colheita são a



exploração extrativista da floresta natural, sistema misto e monoculturas. No Paraguai e no Brasil os sistemas mistos e a exploração extrativista são os mais utilizados, enquanto que os monocultivos, sistemas mais modernos, são a principal forma de produção na Argentina. O cultivo de erva mate na monocultura aumentou nos últimos quinze anos, especialmente as plantações densas, que sempre visam um lucro maior (RAKOCEVIC et al., 2008; DARTORA, 2010).

Dentre a tríade dos países produtores de erva-mate, o Brasil figura como o maior produtor, e a Argentina como a maior exportadora. O Paraguai produz basicamente para o autoconsumo, exportando menos que seus vizinhos.

### 3.1.2 Importância Econômica e a Indústria Ervateira

Segundo dados do IBGE, em 2013 foram produzidos no Brasil cerca de 860 mil toneladas de erva-mate (folha verde). Destes, 515 mil toneladas são oriundas de ervateiras plantadas, e os demais 345 mil toneladas obtidas de forma extrativista.

O maior produtor de erva-mate plantada foi o Rio Grande do Sul, que produziu 265 mil toneladas de erva-mate, cerca de 52% do total, seguido do Paraná, com 195 mil toneladas, aproximadamente de 38% da produção nacional. No entanto, o Paraná é o maior extrativista de ervais nativo, representando 74% da produção nacional nesta categoria.

De 2011 a 2013 observou-se um aumento na produção de erva-mate, algo em torno de 28%, impulsionado principalmente pelo aumento do preço, aliado a técnicas de cultivo que aumentam a produção sem aumentar a área de cultivo.

A forte característica tradicionalista do consumo de erva-mate torna este mercado consumidor estável e inelástico, sem grandes variações até 2011. Entretanto, a relação oferta e demanda fez com que o preço pago ao produtor aumentasse de R\$ 6,00 por arroba em 2011 para R\$ 20,00 no primeiro trimestre de 2014. Com o aumento da oferta, o mercado tende a se equilibrar, quando no final de 2014 o valor pago pela arroba de erva-mate foi de R\$15,00.

Para o consumidor final, o preço da erva-mate sofreu um aumento de 8% nesse período, sendo que ainda não é possível observar a redução do mesmo.

As exportações e importações de erva-mate apenas cancheada seguem em queda há alguns anos, sendo que a importação é sempre maior que a exportação.

Entretanto, a exportação de outros produtos de erva-mate, como a erva pronta para o consumo, chá mate ou adicionada de aromatizantes, com maior valor agregado, seguem estável e superior a importação, sendo o Uruguai o principal destino destes produtos (SEAB-PR, 2014).

A indústria ervateira começou a se desenvolver a partir dos anos de 1950, antes disso, as unidades produtivas eram compostas por pequenos engenhos familiares. Ao longo dos séculos, o beneficiamento da erva-mate não foi alterado significativamente, preservando operações manuais por um longo período. Verifica-se uma aceleração do processo de modernização da indústria de erva-mate no final do século XX, de modo que a erva-mate ofertada no Brasil, em sua maioria, provém de processos industriais, onde as operações são feitas rapidamente por máquinas (ANUÁRIO BRASILEIRO DE ERVA-MATE, 1999).

Basicamente o ciclo de produção de erva-mate segue as seguintes etapas: corte, sapeco, quebra e feixe, secagem, cancheamento e soque.

O corte ou a poda dos ramos da erva-mate geralmente é realizado através de facão ou foice. Cada árvore é podada a partir do terceiro ou quarto ano de vida, repetindo-se a poda a cada dois ou três anos (CORTES, 1983).

O sapeco na sua forma rudimentar é realizado manualmente junto ao fogo e consiste na passagem rápida dos ramos com folhas, sobre as chamas de uma fogueira com lenha que não vá modificar as características sensoriais típicas da erva-mate. Esta prática retira a umidade superficial, inativando as enzimas (peroxidases e polifenoloxidasas) e evita que as folhas se tornem escuras e de sabor desagradável (BORILLE, 2005). O sapeco provoca a abertura dos estômatos das folhas, provocando a desidratação das mesmas. Existe também o sapeco mecânico, que é realizado com auxílio de um cilindro giratório de chapa de ferro ou de tela de arame (MAZUCHOWSKI, 1991). Känzig (1996) considera que o crepitar das folhas no sapeco indicaria que o material atingiu a temperatura de 120°C enquanto que o ar interno do sapecador teria temperaturas entre 400 a 480°C.

A secagem é realizada em locais apropriados até as folhas ficarem encrespadas e quebradiças. Esta operação é feita no carijo, no barbaquá ou na furna. Carijo está atualmente em desuso. Nada mais é do que um rancho geralmente coberto de pequenas tábuas ou telhas, sendo aberto de todos os lados, onde as

fogueiras são armadas embaixo de um estendal. O barbaguá consiste em um secador provido de um canal subterrâneo de 10 a 20 metros por onde passa o calor indireto. A boca de entrada deste canal mede 1 metro e serve de fornalha; a extremidade mais elevada se abre numa “boquilha” de 60 a 70 centímetros por onde sai o ar quente. Próximo de cada boca encontra-se uma chapa de ferro suspensa apoiada sobre tijolos, que tem a finalidade de uniformizar a temperatura no interior do barbaguá. A furna consiste na escavação do solo, onde se faz o fogo, comunicando-se por um pequeno túnel, com a área do jirau que sustenta os feixes de erva (MAZUCHOWSKI, 1991).

Na indústria moderna, em que o processo também é chamado de mecânico, as máquinas empregam a energia elétrica, existindo duas caldeiras principais, a do sapeco e a da secagem, cada uma possui uma fornalha, onde se utiliza lenha. De acordo com Andrade (2002) essas tecnologias trouxeram avanços, como a menor perda de calor, a uniformidade e a velocidade na secagem.

A secagem da erva-mate na indústria apresenta diferenças significativas em função do equipamento usado (rotativo ou esteira) e sua forma de operação (pré-secador, secagem lenta ou rápida), com variações na duração do processo, capacidade e temperatura de secagem (45 até 210°C) (VALDUGA et al., 2003; SCHIFFL, 1997).

O cancheamento é uma trituração ou fragmentação da erva seca, podendo ser realizada de diversas formas. Na forma manual são utilizados os facões de madeira, batendo-se a erva sobre um couro bovino ou lona, estendido no chão ou dentro de um cocho de madeira (CORTES, 1983; MAZUCHOWSKI, 1991). Outra forma é a realizada através de um cancheador, utilizando-se tração animal (geralmente equino). Consiste em uma cancha circular, dentro da qual um rolo cônico dentado, chamado de ouriço, tritura a erva.

Na indústria ou pelo próprio produtor, a erva cancheada pode ser moída em diferentes granulações, de acordo com o tempo de soque (ANDRADE, 2002). Na moagem se obtêm também os seguintes subprodutos: pó, goma, folha, talos e palitos. Conforme o processo usado e a mistura de subprodutos adotada, determina-se o mercado que o produto irá se direcionar.

A erva cancheada pode ser armazenada ou não, conforme preferência do mercado, sendo que no Brasil prefere-se produto de coloração verde-vivo (erva não descansada, sem armazenamento ou estacionamento), enquanto que o mercado

externo prefere produto de coloração amarela (erva descansada, longo período de armazenamento ou estacionamento) resultante da decomposição da clorofila, acentuando o amargor da bebida (ANDRADE, 2002).

A produção do chá mate e da erva-mate para chimarrão absorve cerca de 90% da erva-mate colhida. No entanto, há outras aplicações, principalmente dos químicos presentes na erva-mate, como coadjuvantes na indústria alimentícia e de cosméticos. São eles a clorofila, os óleos essenciais, extrato de cafeína, teobromina, extrato de flavonoides e saponinas (MACCARI JUNIOR, 2005).

### 3.1.3 Composição e Princípios Terapêuticos da Erva-mate

A infusão de erva-mate é uma bebida estimulante; elimina a fadiga, estimula a atividade física e mental, atuando benéficamente sobre os nervos e músculos e favorecendo o trabalho intelectual. Possui vitaminas do complexo B, que atuam nos músculos, nervos e atividade cerebral, e vitaminas C e E, que agem como defesa antioxidante e apresentam benefícios sobre os tecidos do organismo (DARTORA, 2010).

A presença de sais minerais, principalmente potássio, estimula o trabalho cardíaco, sendo interessante para pessoas hipertensas, ajudando na circulação do sangue e diminuindo a pressão arterial. Juntamente com a cafeína, atua como vasodilatador e estimulante. O magnésio, segundo em importância de concentração, exerce funções no organismo através da ativação de enzimas (cofator) ou por ser parte integrante do sistema enzimático. As maiores concentrações de sais minerais na infusão de erva-mate são potássio, magnésio, enxofre, cálcio e fósforo (HEINRICHS; MALAVOLTA, 2001).

São encontrados na erva-mate flavonoides e taninos, responsáveis pelo sabor adstringente, outros alcaloides, além da cafeína, como a teobromina e a teofilina, e todas as xantinas. Aminoácidos também estão presentes, como os ácidos aspártico e glutâmico, lipídios como os ácidos palmítico, oleico e linoleico, saponinas, enzimas, material nitrogenado, carotenoides, celulose, lignina e ácidos orgânicos (LIMA, 2010).

### 3.1.4 Atividade Antioxidante

Os radicais livres, ou espécies redox-ativas, são átomos ou moléculas que possuem um ou mais elétrons não pareados na região mais externa, geralmente formados pela perda ou ganho de elétrons. Em meio biológico, a maioria das moléculas não se apresentam em forma de radicais, permanecendo com elétrons pareados. Mas em alguns casos, as espécies redox-ativas são formadas, podendo reagir com biomoléculas tais como proteínas, carboidratos, lipídeos e ácidos nucleicos, e isto pode ter efeitos fisiológicos e patológicos sobre o organismo (SILVA, 2007).

Em reações normais, a formação de espécies redox-ativas, ou radicais livres, é mantida sob controle pelo próprio organismo, através de um sistema de defesa antioxidante. Este sistema é formado, em primeira instância, por enzimas antioxidantes, quelantes, proteínas e substâncias não enzimáticas, e em segunda instância por compostos fenólicos ou aminas aromáticas, como tocoferóis, flavonoides, principalmente flavonas e flavonóis (TRUEBA; SANCHEZ, 2001; MORAIS et al., 2009).

Os antioxidantes podem ser definidos como substâncias capazes de retardar ou inibir a oxidação de substratos oxidáveis, podendo ser enzimáticos, como notadamente a SOD (enzima superóxidodismutase), CAT (enzimas catalase) e GPx (glutathione peroxidase), ou não enzimático, tais como  $\alpha$ -tocoferol (principal componente da vitamina E),  $\beta$ -caroteno, ascorbato (vitamina C), polifenóis e o glutathione, tripeptídeo composto de glutamato, cisteína e glicina (SILVA, 2007).

Dentro da ingestão diária de antioxidantes, se destacam os compostos fenólicos, produto do metabolismo secundário das plantas e presentes naturalmente na maioria destas. Esta propriedade redox-ativa está associada à presença de agrupamentos hidroxilas nestes compostos. A eles são atribuídas diversas propriedades biológicas tais como anti-inflamatórias, antibióticas, antitrombóticas, antimicrobianas, antialérgicas, antitumorais, antiasmáticas e antioxidantes (TRUEBA; SANCHEZ, 2001; MORAIS et al., 2009).

Dentro do grupo dos compostos fenólicos, os flavonoides se dividem em 13 subclasses com mais de 5.000 compostos, sendo que todos apresentam em comum um esqueleto de hidrocarboneto do tipo C6-C3-C6 (difetilpropano). É capaz de

reduzir a oxidação de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e do ácido linoleico, inibe a peroxidação de fosfolípidios da membrana celular, peroxidação lipídica microsomal e mitocondrial, peroxidação de eritrócitos e fotoxidação e peroxidação de cloroplastos. Possui potencial para proteção dos tecidos contra radicais livres, sugerindo seu emprego como estratégia na redução do risco de doenças cardiovasculares e risco de câncer (TRUEBA; SANCHEZ, 2001; MORAIS et al., 2009).

Do grupo dos compostos fenólicos, os ácidos fenólicos são um grupo de substâncias que se caracterizam por terem um anel benzênico, um agrupamento carboxílico e um ou mais agrupamentos de hidroxila e/ou metoxila. Estas características conferem a estes compostos propriedades antioxidantes tanto para alimentos quanto para o organismo, sendo indicados para o tratamento e prevenção do câncer e doenças cardiovasculares entre outras (DARTORA, 2010).

Diversos autores relatam que a maior parte da atividade antioxidante da erva-mate é devido aos compostos polifenólicos presentes nesta, sendo que o potencial da atividade antioxidante não depende somente da quantidade, mas também do tipo destes compostos (HEINRICHS; MALAVOLTA, 2001; VIEIRA et al., 2009; MORAIS et al., 2009; RAKOCEVIC; MARTIM, 2010).

No que se refere aos polifenóis já identificados na erva-mate e de teores mais elevados podem ser citados: ácidos clorogênicos, ácido cafeico; ácido 3,4-dicafeoilquínico; ácido 3,5-dicafeoilquínico e ácido 4,5-dicafeoilquínico (DARTORA, 2010).

## 3.2 PROCESSOS DE EXTRAÇÃO

A extração consiste numa operação unitária que tem por objetivo a separação de determinadas substâncias a partir de diversas matrizes, sólidas ou líquidas, orgânicas ou inorgânicas, através de processos químicos, físicos ou mecânicos (LEAL, 2008).

A escolha do método de extração está relacionada à complexidade estrutural e composição da matriz em questão, por isso é de fundamental importância o conhecimento das propriedades dos constituintes de interesse e seu comportamento com os diferentes solventes. Além disso, é possível ser mais seletivo quando se determina, com antecedência, o objetivo final do extrato, conformando a metodologia segundo os compostos que se deseja extrair.

Além da interação da matriz com o solvente, também é de relativa importância fatores como temperatura em que a operação será realizada, razão entre o solvente e a matriz, estado físico da matriz, pressão do sistema, entre outros.

A técnica de extração ideal não deveria utilizar solventes orgânicos, ser barata, exigir baixo tempo e custo de preparo da amostra, ser eficiente e capaz de separar os compostos simultaneamente (YINHAI; ZHENGMEI; XINHUA, 2005; YU et al., 2009).

Normalmente, o extrato obtido é um conjunto de moléculas com propriedades físico-químicas semelhantes, e que pode ser purificado com técnicas mecânicas e químicas, como centrifugação, destilação fracionada e cromatografia (NYIREDY, 2000; NAVIGLIO et al., 2007; NAVIGLIO; FERRARA, 2008).

### 3.2.1 Ultrassom

O Ultrassom consiste no processo de transmitir energia das ondas sonoras para o sistema de extração, com frequências superiores a capacidade auditiva humana (acima de 16 kHz) (WANG et al., 2013).

Para que haja propagação das ondas do ultrassom, é necessário que o meio de propagação apresente propriedades elásticas, assim a propagação das ondas causam um movimento periódico de compressão e expansão das moléculas adjacentes. Estes ciclos de compressão e expansão caracterizam o fenômeno de cavitação (JACQUES, 2005).

Assim, o fenômeno físico da cavitação é o processo de criar, aumentar e implodir cavidades de vapor e gases em um líquido, geradas por diferenças de pressão que surgem durante a transmitância da energia sonora (NAVIGLIO; FERRARA, 2008).

O ultrassom é usado na indústria para limpeza de materiais, solda de plásticos, processos químicos, preparação de emulsão e suspensão, desgaseificação de solventes e avaliação não destrutiva em materiais, isto é, a obtenção de informações sobre defeitos, fraturas, aglomerados e inclusão.

A literatura cita diversas vantagens da utilização do ultrassom na extração de matrizes vegetais, como o aumento da permeabilidade da parede celular, aumento do estresse mecânico das células vegetais, dilatação e hidratação do material da planta, melhora a inchação e a transferência de massa, aumento do rendimento de extração e redução do tempo de extração (JACQUES, 2005; KOTOVICZ, 2014)

Wang et al (2013) concluiu que o ultrassom é método com grande potencial para extração de compostos fenólicos em matrizes vegetais, sendo que o processo pode ser otimizado com o aumento do tempo de sonicação, a interação do solvente com o componente de importância na extração e a razão entre solvente e matriz.



### 3.3 LINGUIÇA SUÍNA

Entende-se por linguiça o produto cárneo industrializado, obtido da carne de animais de açougue, adicionados ou não de tecidos adiposos, ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, e submetido a processo tecnológico adequado. Sendo classificada de acordo com a composição da matéria-prima e das técnicas de fabricação.

Tem como ingredientes obrigatórios a carne das diferentes espécies de animais de açougue e sal e, como ingredientes opcionais, gordura, água, proteína vegetal e/ou animal, açúcares, plasma, aditivos intencionais, aromas, especiarias e condimentos. Apresenta textura, cor, sabor e odor característicos (BRASIL, 2000) e é um dos produtos cárneos mais produzidos no Brasil, provavelmente, porque sua produção, além de não exigir tecnologia sofisticada, utiliza poucos aparelhos e que são de baixo custo (MILANI et al., 2003).

Segundo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Linguiça, Anexo II da Instrução Normativa nº4, de 31 de março de 2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2000), as características físico-químicas das linguiças frescas devem ser: Umidade (máx.): 70%; Gordura (máx.): 30%; Proteína (mín.): 12%; Cálcio (base seca) (máx.): 0,1%.

A linguiça possui uma vida útil reduzida devido a sua alta atividade de água, umidade e gordura, podendo ocorrer reações de oxidação e desenvolvimento de microrganismos patogênicos e deteriorantes. A quantidade de aditivos utilizados e a temperatura de refrigeração durante o processamento, armazenamento e comercialização estão entre as várias causas das alterações oxidativas (SALINAS et al., 2014; ALMEIDA, 2005).

A rancidez oxidativa é uma das principais causas de deterioração de produtos cárneos, sendo responsável por alterações na qualidade nutricional, perda de vitaminas e aminoácidos essenciais, e alterações de cor, sabor, odor e textura (GEORGANTELIS et al., 2007).

Sendo assim, uma contribuição significativa para o aumento da vida de prateleira da linguiça fresca seria retardar a oxidação lipídica. Com este objetivo é que são adicionados aditivos com propriedades antioxidantes (MASTROMATTEO et al., 2011).

Os antioxidantes sintéticos e/ou naturais são amplamente utilizados e eficazes na proteção da oxidação nos lipídios insaturados, entretanto, a utilização de antioxidantes sintéticos causa alguns problemas como a instabilidade em altas temperaturas e as limitações da legislação, direcionando o consumidor e consequentemente o fabricante, a dar preferência a fontes de agentes antioxidantes naturais (DAPKEVICIUS et al., 1998).

Dentre do exposto, verifica-se que as pesquisas envolvendo agentes antioxidantes em espécies vegetais devem continuar, pois as mesmas se mostram de suma importância para a indústria alimentícia. Neste ramo as pesquisas de agentes antioxidantes se mostram importantes no sentido de obter aditivos alimentícios com menos efeitos colaterais possíveis, características indesejáveis estas que são observadas nos atuais antioxidantes empregados em produtos alimentícios. Os resultados obtidos por Kufner (2010) comprovam que a atividade antioxidante do extrato aquoso de manjerona foi satisfatória na redução da oxidação lipídica da linguiça frescal de frango. As amostras com 0,25% do extrato exibiram a menor atividade antioxidante durante todo o período de armazenamento, demonstrando que o extrato aquoso de manjerona tem um efeito significativo na redução da oxidação do produto analisado.

Em relação aos valores médios de TBAR's apresentados por Pereira (2009), observa-se que a aplicação dos extratos naturais (erva-mate, marcela e chá verde) proporcionaram melhores resultados em relação à estabilidade oxidativa da carne quando comparada ao tratamento controle negativo (sem adição de antioxidantes), apresentando diferença significativa em relação a esse último ( $p < 0,05$ ) em relação ao tratamento com BHA (controle positivo).

## 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 4.1 MATERIAL DE ESTUDO

O material de estudo foi composto por amostras comerciais de erva-mate (*Ilex paraguariensis*), verde e seca, tipicamente utilizadas para o preparo de chimarrão, disponibilizadas pela Terra Mate Chimarrão - Industria Alimentícia. As amostras foram homogeneizadas e peneiradas em peneiras com abertura de 50 mesh e mantidas refrigeradas (-4°C) e bem seladas até o momento das extrações.

Os ingredientes utilizados na linguiça suína frescal foram obtidos no comercio local de Londrina-PR e a fabricação da linguiça suína frescal foi realizada no Laboratório de Carnes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, seguindo todos os preceitos de segurança, higiene e Boas Práticas de Fabricação.

### 4.2 EXTRAÇÃO AQUOSA DA ERVA-MATE

Foi realizada a extração aquosa das amostras de erva-mate com o auxilio de um banho com ultrassom Elmasonic P, da marca Elma, com 100% da potencia a 37 kHz de frequência, utilizando água destilada como solvente, em diferentes condições de tempo e temperatura (Tabela 1), em triplicata, na razão de 1:10 (m/m) erva-mate/solvente (CAMPOS et al., 2007; BENELLI, 2010 (adaptado)).

Em seguida os extratos foram centrifugados em centrifuga Rotina 420R, da marca Hettich Zentrifugen, numa velocidade de rotação de 8.500 x g por 10 minutos a 20°C e o sobrenadante filtrado com o auxilio de bomba de vácuo.

Os filtrados foram secos em liofilizador Labconco por 18 horas e armazenados em frascos escuros e refrigerados a -4°C até o momento das análises.

**Tabela 1 – Níveis de variação do planejamento fatorial para produção dos extratos de erva-mate.**

Símbolo	Variável Independente	- $\alpha$	-1	0	1	$\alpha$
$x_1$	Temperatura (°C)	22	30	50	70	78
$x_2$	Tempo (minutos)	6	10	20	30	34

### 4.3 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Para determinação da atividade antioxidante dos extratos secos de erva-mate, utilizou-se as técnicas de captura de radicais livre DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazina) e ABTS (2,2'-azinobis-(3 etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)).

Para essas análises, os extratos foram solubilizados na concentração de 1 mg de extrato de erva-mate para cada mL de água destilada, com o auxílio de balões volumétricos, preparados e utilizados somente no dia da análise.

#### 4.3.1 DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazina)

A técnica de DPPH utilizada foi uma adaptação de Rufino et al. (2007a). Preparou-se solução de DPPH na concentração de 60  $\mu$ M em álcool etílico e mantido sob abrigo de luz até o momento da análise. Pipetou-se 30  $\mu$ L de cada solução extrato de erva-mate em tubos de ensaio em triplicata e homogeneizou-se com 3 mL de solução do radical DPPH, em agitador de tubos. Aguardou-se 45 minutos, em ambiente escuro, para fazer as leituras em espectrofotômetro Femto 800 XI no comprimento de onda de 515 nm.

Para realizar a equivalência das leituras do espectrofotômetro, foi construída uma curva padrão com Trolox (6-Hidroxi-2, 5, 7, 8-tetrametilchroman-2-ácido carboxílico), com concentrações entre 100 a 2000 mM, e os resultados foram expressos como TEAC (Trolox equivalent antioxidant capacity – Capacidade antioxidante equivalente ao Trolox) de acordo com a unidade a seguir: TEAC = mMol Trolox / g erva-mate

#### 4.3.2 ABTS (2,2'-azinobis-(3 etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico))

O radical ABTS foi obtido pela mistura de 5 mL de solução estoque de ABTS 7mM em água destilada com 88 µL de solução de persulfato de potássio 140 mM em água destilada e mantido no escuro, em temperatura ambiente, por 16 horas. Esta solução concentrada de radical ABTS foi diluída em álcool etílico até obter uma absorvância de  $0,70 \pm 0,05$  a 734 nm em espectrofotômetro Femto 800 XI no momento da análise (RUFINO et al., 2007b)

Pipetou-se 30 µL de cada solução extrato de erva-mate em tubos de ensaio em triplicata e homogeneizou-se com 3 mL de solução do radical ABTS, em agitador de tubos. Aguardou-se 6 minutos, em ambiente escuro, para fazer as leituras em espectrofotômetro no comprimento de onda de 734 nm.

Para realizar a equivalência das leituras do espectrofotômetro, foi construída uma curva padrão com Trolox (6-Hidroxi-2, 5, 7, 8-tetrametilchroman-2-ácido carboxílico), com concentrações entre 100 a 2000 mM, e os resultados foram expressos como TEAC (Trolox equivalent antioxidant capacity – Capacidade antioxidante equivalente ao Trolox) de acordo com a unidade a seguir: TEAC = mMol Trolox / g erva-mate

#### 4.3.3 Equivalência da atividade antioxidante do extrato de erva-mate e do eritorbato de sódio

Para aplicar o extrato de erva-mate na linguiça suína frescal visando sua atividade antioxidante, realizou-se um teste através da metodologia do DPPH citada anteriormente para compara-lo com o eritorbato de sódio. Desta forma, nesta análise, utilizou-se uma curva de eritorbato de sódio solubilizado em água destilada para substituir o Trolox, nas concentrações de 0,05 a 1 mg/mL, para então compará-la as concentrações de extrato de erva-mate.

#### 4.4 FORMULAÇÃO DA LINGUIÇA SUÍNA

Foi desenvolvido uma formulação padrão de linguiça (Tabela 2) onde se variou apenas as concentrações de antioxidante eritorbato de sódio e extrato de erva-mate.

**Tabela 2 – Formulação padrão da linguiça suína.**

<b>Ingredientes</b>	<b>%</b>
Carne suína (pernil)	72,00
Toucinho	23,00
Água (10° C)	3,00
Sal	1,50
Cura	0,21
Alho em pó	0,15
Pimenta branca	0,02
Tempero verde	0,12

Inicialmente a carne suína e o toucinho foram moídos em moedor automático com disco de 5 mm. Na etapa seguinte foram adicionadas as matérias-primas os demais ingredientes e misturados até a obtenção da liga. Em seguida, a massa foi dividida em 11 lotes de 1 kg, nos quais foram adicionados concentrações definidas de eritorbato de sódio e extrato de erva-mate, baseado na equivalência de ambos frente a metodologia do DPPH, segundo planejamento experimental fatorial da Tabela 3:

**Tabela 3 – Níveis de variação do planejamento fatorial para aplicação do eritorbato de sódio e do extrato de erva-mate.**

<b>Símbolo</b>	<b>Variável Independente</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
x <sub>1</sub>	Eritorbato de sódio	0	0,01%	0,02%
x <sub>2</sub>	Extrato de Erva-mate	0	0,03%	0,06%

Em seguida a massa foi homogeneizada manualmente e embutidas em tripa suína que passaram por lavagem para remoção do sal e imersão em ácido acético a 0,01 % por 30 minutos, para hidratação.

Para armazenamento, as linguiças foram acondicionadas em bandejas de poliestireno, cobertas com filme plástico, identificadas e imediatamente levadas a câmara D.B.O e conservadas à temperatura de 4°C.

#### 4.5 TBAR'S - SUBSTÂNCIAS REATIVAS AO ÁCIDO TIOBARBITÚRICO

Para quantificação da oxidação das formulações de linguiça, utilizou a análise das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBAR's) (RAHARJO; SOFOS; SCHMIDT (1992), adaptado por PEREIRA (2009)), onde 10 g de amostra foi homogeneizada com 40 mL de ácido tricloroacético (TCA) 5% e 1 mL do antioxidante sintético butilhidroxitolueno (BHT) 0,15 % com o auxílio de um Mixer Britânia 200W de potência.

Em seguida foi realizada a filtragem do conteúdo homogeneizado com auxílio de papel filtro em balão volumétrico de 50 mL, completando o volume deste com solução de ácido tricloroacético 5%.

Deste balão, retirou-se uma alíquota de 5 mL e transferiu-se para tubo de ensaio com tampa, onde foi adicionado 5 mL de ácido tiobarbitúrico 0,02M em ácido acético 50%. Os tubos foram aquecidos em banho-maria fervente por 40 minutos e após resfriarem, a absorbância foi lida em espectrofotômetro Femto 800 XI, a 530 nm, utilizando-se como branco, a mistura de todos os reagentes descritos anteriormente, exceto a amostra.

Para realizar a equivalência das leituras do espectrofotômetro, foi construída uma curva padrão com 1,1,3,3-tetraetoxipropano (TEP) e os resultados foram expressos em mg de TBARS por quilograma de linguiça.

A análise de TBAR's foi realizada no 1, 7, 14, 21 e 28º dia de vida útil da linguiça suína frescal.

#### 4.6 ANÁLISE SENSORIAL

Foi realizado um teste de Aceitação Global com atributos, com o objetivo de verificar a aceitação pelos provadores não treinados de duas formulações de linguiça suína, sendo que uma formulação possuía apenas 0,01% de eritorbato de sódio e a outra formulação possuía 0,03% de extrato de erva-mate e 0,01% de eritorbato de sódio.

O teste foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Londrina, onde os provadores provaram as amostras de linguiça em cabines individuais acompanhado de um copo de água entre as amostras.

As amostras de linguiça suína foram assadas em forno convencional a 200 °C por aproximadamente 45 minutos, quando seu interior se apresentou totalmente assado.

Todos os provadores assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido, tendo este projeto sido aprovado pelo Comitê de Ética da UTFPR, sob o número 44569815.1.0000.5547. Todos os preceitos de Boas Práticas de Fabricação foram seguidos para a produção da linguiça suína, assim como os testes microbiológicos deram conforme com a legislação vigente para este tipo de alimento.

#### 4.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para a análise estatística, o método de superfície de resposta foi utilizado para otimizar a combinação das variáveis estudadas na Determinação da Atividade Antioxidante dos Extratos de Erva-mate (Item 4.3) e para o TBAR's (Item 4.5).

Este método prevê uma equação polinomial de segunda ordem para a variável dependente Z (resposta da metodologia), pela análise de regressão, segundo o modelo de equação seguinte:

$$Z = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_1^2 + b_3 x_2 + b_4 x_2^2 + b_5 x_1 x_2$$



onde  $Z$  é a resposta prevista,  $x_1$  e  $x_2$  são as variáveis independentes,  $b_0$  é o intercepto,  $b_1$  e  $b_3$  são os coeficientes lineares de  $x_1$  e  $x_2$ , respectivamente,  $b_2$  e  $b_4$  são os coeficientes quadráticos de  $x_1$  e  $x_2$ , respectivamente, e  $b_5$  é o coeficiente de interação entre  $x_1$  e  $x_2$ .

Para a Determinação da atividade antioxidante dos extratos de erva-mate optou-se pela combinação de tempo e temperatura que produzisse um extrato com melhor atividade antioxidante, levando em consideração menor tempo e temperatura de extração.

Na Análise das substâncias reativas ao ácido tiobabitérico (TBAR's) procurou-se observar qual a combinação das concentrações de eritorbato de sódio e extrato de erva-mate que inibisse de forma mais eficiente a oxidação lipídica na linguiça suína frescal.

Para o Teste Sensorial, utilizou-se a análise de variância para verificar se há diferença significativa entre as notas dadas pelos provadores aos atributos cor, sabor e Nota Global, entre as formulações testadas.

Os devidos testes estatísticos aplicados foram realizados por meio do pacote estatístico Statistica da StatSoft 10.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DOS EXTRATOS DE ERVA-MATE ASSISTIDO POR ULTRASSOM

A extração foi conduzida em 11 ensaios para determinar as melhores condições visando um extrato de erva-mate de melhor atividade antioxidante frente às técnicas de captura de radicais livres DPPH e ABTS. Seguem, na Tabela 4, os resultados obtidos.

**Tabela 4 – Atividade antioxidante pelo método do DPPH e ABTS para o extrato de erva-mate.**

Ensaio	Temperatura (°C)	Tempo (Minutos)	At. Antioxidante DPPH (TEAC)*	At. Antioxidante ABTS (TEAC)
1	30	30	282,02±16,45**	301,04±09,34
2	30	10	280,30±17,04	294,89±11,52
3	70	30	326,81±20,69	329,59±18,21
4	70	10	326,81±12,18	331,49±22,44
5	50	20	301,19±10,89	330,98±22,84
6	50	20	312,08±07,31	330,06±08,52
7	50	20	308,31±12,53	325,75±15,09
8	22	20	266,66±09,33	285,91±12,41
9	50	6	314,23±11,26	344,37±18,64
10	78	20	322,54±17,29	355,41±17,24
11	50	34	312,18±14,77	334,65±13,88

\*TEAC – Atividade antioxidante equivalente a mM de Trolox / g erva-mate.

\*\*Valor médio das triplicatas seguidos do desvio padrão.

Na Tabela 5 estão os valores estimados dos coeficientes de regressão de cada variável avaliada e as interações das atividades antioxidantes frente à metodologias do DPPH. O modelo de regressão foi formulado com um nível de confiança de 95% para os coeficientes de regressão.

**Tabela 5 – Coeficientes de regressão estimados para extração de compostos antioxidantes de erva-mate frente à metodologia DPPH.**

Fator	Coeficiente de Regressão	Erro Padrão	Limite de confiança -95%	Limite de confiança 95%
b <sub>0</sub>	224,1161 <sup>a</sup>	19,7666	184,8278	263,4044
b <sub>1</sub>	2,7044 <sup>a</sup>	0,5694	1,5726	3,8362
b <sub>2</sub>	-0,0159 <sup>a</sup>	0,0051	-0,0261	-0,0058
b <sub>3</sub>	-1,1204	1,0607	-3,2286	0,9878
b <sub>4</sub>	0,0305	0,0211	-0,0115	0,0725
b <sub>5</sub>	-0,0022	0,0119	-0,0258	0,0215

Fonte: o próprio autor.

<sup>a</sup> Nível de significância  $p \leq 0,05$ .

Na Tabela 6 está a ANOVA do modelo ajustado da atividade antioxidante frente à metodologia do DPPH.

**Tabela 6 – Análise de variância dos parâmetros do modelo de regressão para o DPPH.**

Fator	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados médios	Valor de F
X <sub>1</sub> (temperatura)	32660,350 <sup>a</sup>	1	32660,350	160,0936
X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	1982,798 <sup>a</sup>	1	1982,798	9,7192
X <sub>2</sub> (tempo)	0,511	1	0,511	0,0025
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	424,900	1	424,900	2,0828
X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	6,705	1	6,705	0,0329
Erro Puro	17748,684	87	204,008	
Total SS	53636,594	95		

<sup>a</sup> Nível de significância  $p \leq 0,05$ .  $R^2 = 0,6656$

A Figura 1 mostra o efeito das variáveis avaliadas na atividade antioxidante dos extratos de erva-mate frente à metodologia do DPPH. A temperatura é a variável que mostrou maior significância com um nível de confiança de 95%. Ela mostrou influencia linear e quadrática positiva para uma maior atividade antioxidante.

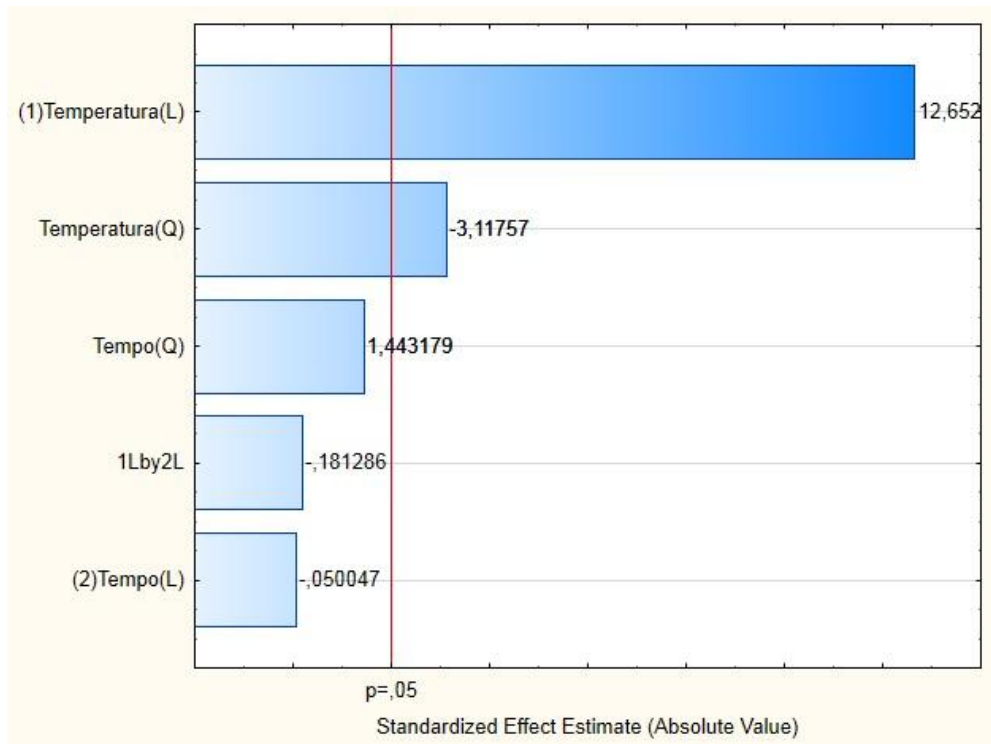


Figura 1 – Gráfico de Pareto das variáveis avaliadas frente ao DPPH.

A Figura 2 demonstra a interação entre tempo e temperatura na atividade antioxidante do extrato de erva-mate frente ao teste do DPPH segundo modelo gráfico de superfície de resposta.

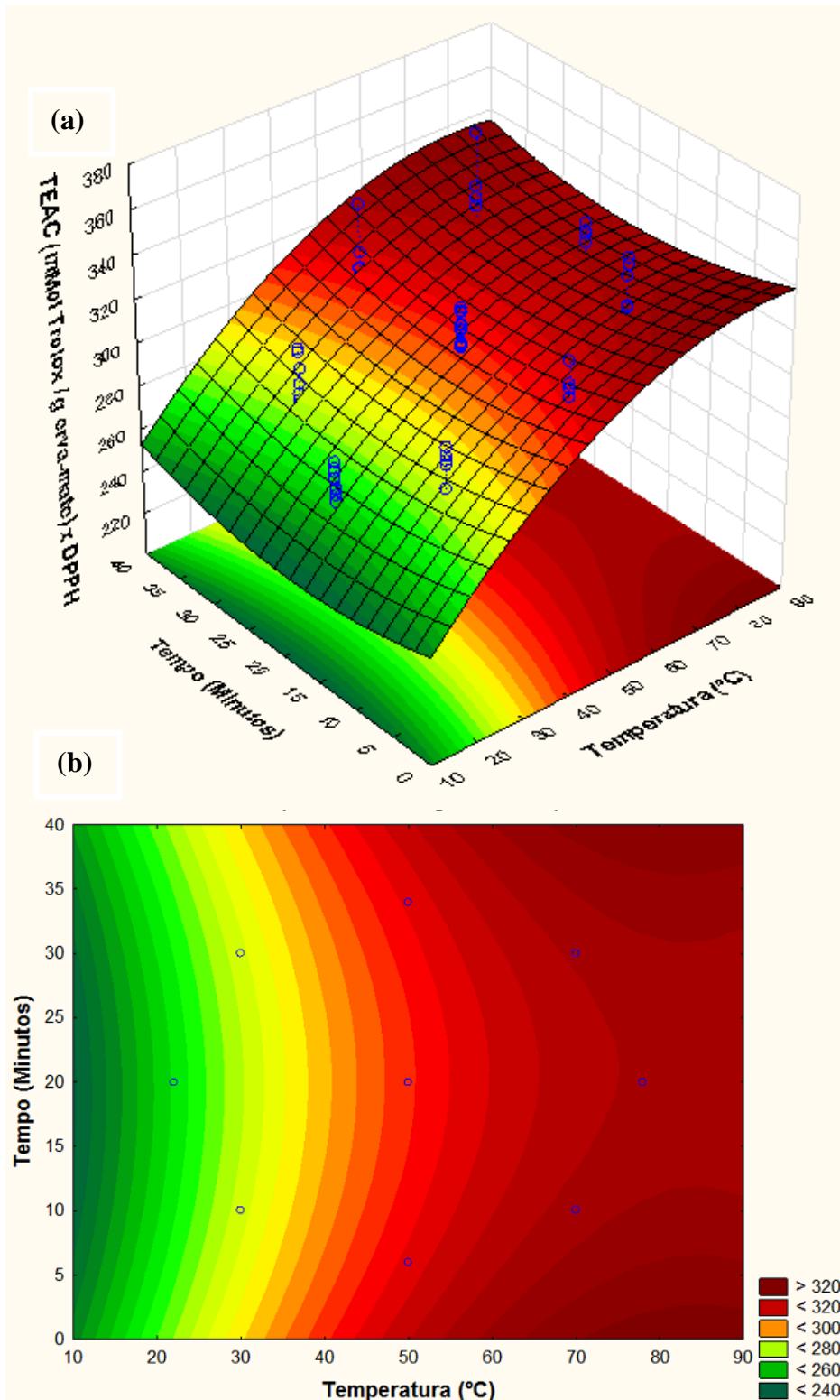


Figura 2 – Gráfico de superfície de resposta (a) e de contorno (b) da interação das variáveis temperatura e tempo para a atividade antioxidante frente ao DPPH

A partir dos dados observados foi possível desenvolver uma equação matemática que estima as respostas para as análises de atividade antioxidante frente ao DPPH dos extratos de erva-mate, variando a temperatura e o tempo de extração nas condições desse estudo:

$$Z = 224,12 + 2,70*x_1 - 0,016*x_1^2 - 1,12*x_2 + 0,03*x_2^2 - 0,002*x_1*x_2$$

Na Tabela 7 estão os valores estimados dos coeficientes de regressão de cada variável avaliada as interações das atividades antioxidantes frente à metodologias do ABTS. O modelo de regressão foi formulado com um nível de confiança de 95% para os coeficientes de regressão.

**Tabela 7 – Coeficientes de regressão estimados para extração de compostos antioxidantes de erva-mate frente à metodologia ABTS.**

Fator	Coefficiente de Regressão	Erro Padrão	Limite de confiança -95%	Limite de confiança 95%
b <sub>0</sub>	219,5965 <sup>a</sup>	22,0296	175,8102	263,3828
b <sub>1</sub>	3,2414 <sup>a</sup>	0,6346	1,9800	4,5027
b <sub>2</sub>	-0,0201 <sup>a</sup>	0,0057	-0,0314	-0,0088
b <sub>3</sub>	0,3209	1,1821	-2,0287	2,6705
b <sub>4</sub>	0,0037	0,0235	-0,0431	0,0505
b <sub>5</sub>	-0,0101	0,0133	-0,0364	0,0163

<sup>a</sup> Nível de significância p≤0,05.

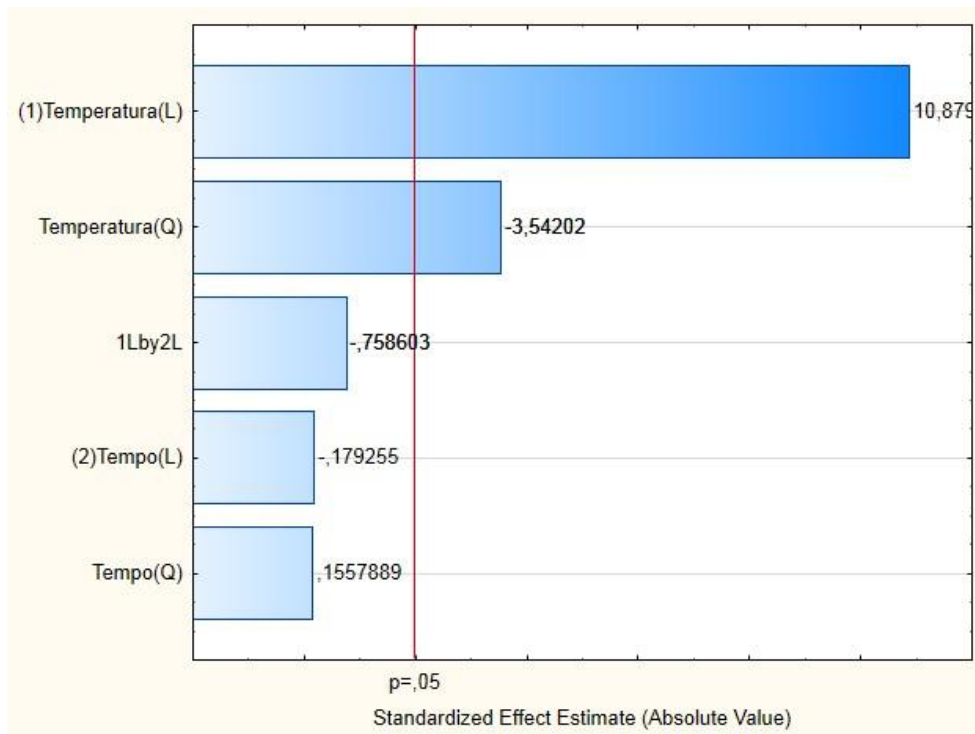
A Tabela 8 apresenta a ANOVA do modelo ajustado da atividade antioxidante frente à metodologia do ABTS.

**Tabela 8 - Análise de variância dos parâmetros do modelo de regressão para o ABTS.**

Fator	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados médios	Valor de F
X <sub>1</sub> (temperatura)	29992,339 <sup>a</sup>	1	29992,339	118,362
X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	3179,057 <sup>a</sup>	1	3179,057	12,546
X <sub>2</sub> (tempo)	8,142	1	8,142	0,032
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	6,150	1	6,150	0,024
X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	145,823	1	145,823	0,575
Erro Puro	22045,309	87	253,394	
Total SS	61272,971	95		

<sup>a</sup> Nível de significância p≤0,05. R<sup>2</sup> = 0,5483

Na Figura 3 demonstra o efeito das variáveis avaliadas na atividade antioxidante dos extratos de erva-mate frente à metodologia do ABTS. A temperatura é a variável que mostrou maior significância com um nível de confiança de 95%. Ela mostrou influencia linear e quadrática positiva para uma maior atividade antioxidante.



**Figura 3- Gráfico de Pareto das variáveis avaliadas frente ao ABTS.**

A Figura 4 mostra a interação entre tempo e temperatura na atividade antioxidante do extrato de erva-mate frente ao teste do ABTS pelo modelo de superfície de resposta.

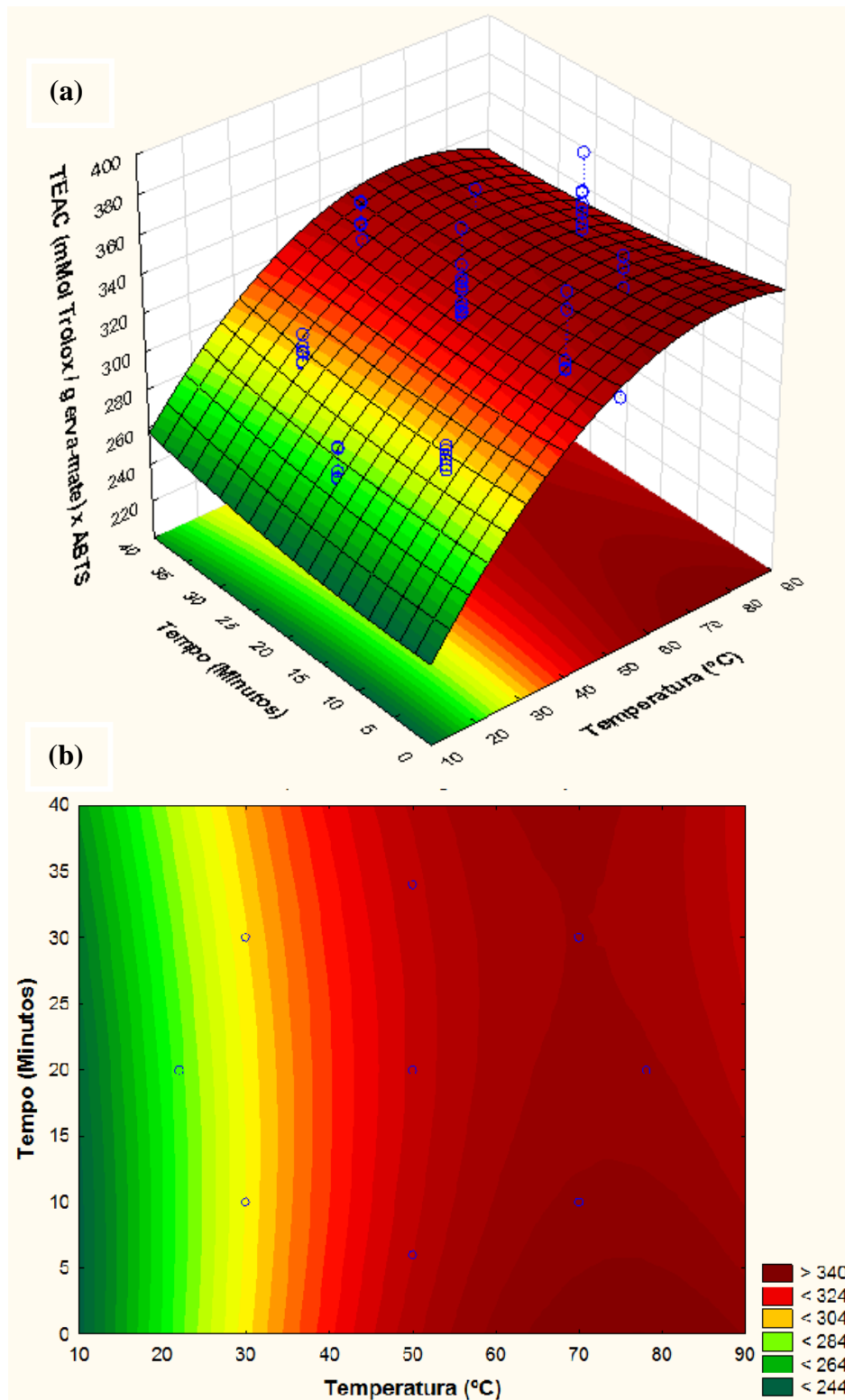


Figura 4 - Gráfico de superfície de resposta (a) e de contorno (b) da interação das variáveis temperatura e tempo para a atividade antioxidante frente ao ABTS



A partir dos dados arranjados foi possível desenvolver uma equação matemática que estima as respostas para as análises de atividade antioxidante frente ao ABTS dos extratos de erva-mate, variando temperatura e tempo de extração nas condições desse estudo:

$$Z = 219,60 + 3,24*x_1 - 0,02*x_1^2 + 0,32*x_2 + 0,004*x_2^2 - 0,01*x_1*x_2$$

Os tempos utilizados nesse estudo não mostraram influencia significativa na atividade antioxidante dos extratos, assim como a interação entre as duas variáveis estudadas também não mostraram influencia significativa ao nível de confiança de 95% frente aos teste de DPPH e ABTS.

Testes para confirmação das áreas de melhor resposta foi realizado a fim de avaliar a equação do modelo estatístico para ambos as testes de radical livre. Os valores obtidos dos extratos das áreas de melhor resposta dos modelos ajustados não se diferenciaram estatisticamente ao nível de confiança de 95% dos resultados previstos pela equação do modelo ajustado. Também foi verificado o teste F para corroborar com a equação do modelo ajustado.

O ultrassom tem se mostrado um importante aliado na extração de compostos de matrizes vegetais, como por exemplo, os compostos fenólicos. Os rendimentos em extrações que utilizam o ultrassom tendem a aumentar devido ao aumento da transferência de massa que ocorre no sistema pela força do ultrassom (WANG et al., 2013).

Tempo e temperatura são dois fatores de extração de grande importância, uma vez que podem otimizar o processo e possibilitam, com o devido estudo, minimizar os custos energéticos no mesmo, sem prejudicar os rendimentos.

O efeito positivo da temperatura pode ser explicado pela alta solubilidade dos compostos fenólicos ao solvente, a alta difusividade das moléculas extraídas e a otimização do transporte de massa em altas temperaturas. O aumento da temperatura de extração pode também quebrar as matrizes de ligação dos compostos fenólicos, como também influenciar na estrutura das membranas celulares das células vegetais e dessa forma facilitar o processo de extração (CORRALES et al., 2008; PRASAD et al. 2009).

Jacques (2005), assim como Wang et al. (2013) e Muñiz-Márquez et al. (2013) observaram uma influencia positiva do tempo nas condições de extração, sendo que esta melhorava com o aumento de tempo de sonicação. No entanto, os três chegam à mesma conclusão de que o tempo, dentre as outras condições de extração, como temperatura, razão solvente/soluto, polaridade e concentração do solvente, acaba sendo o de menor influencia.

D'Alessandro et al. (2012) observaram, em seu estudo, que os rendimentos de extração de compostos fenólicos de arônia preta triplicam quando a temperatura é elevada de 20 para 60°C. Khan et al. (2010) também observaram que, as maiores temperaturas empregadas no planejamento experimental, para a extração de polifenóis de casca de laranja, eram aquelas de maior temperatura.

Com os resultados observados de atividade antioxidante frente as metodologias de DPPH e ABTS e a construção dos gráficos de superfície de resposta, optou-se por produzir um extrato de erva-mate, com o auxilio do banho de ultrassom, a temperatura de 60°C por 10 minutos, tendo em vista as melhores respostas de atividade antioxidante para DPPH e o ABTS e o menor tempo e temperatura durante o processo de extração.

## 5.2 EQUIVALÊNCIA DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO EXTRATO DE ERVA-MATE E DO ERITORBATO DE SÓDIO

A Figura 5 demonstra o gráfico da a porcentagem de inibição de DPPH pelo eritorbato de sódio:

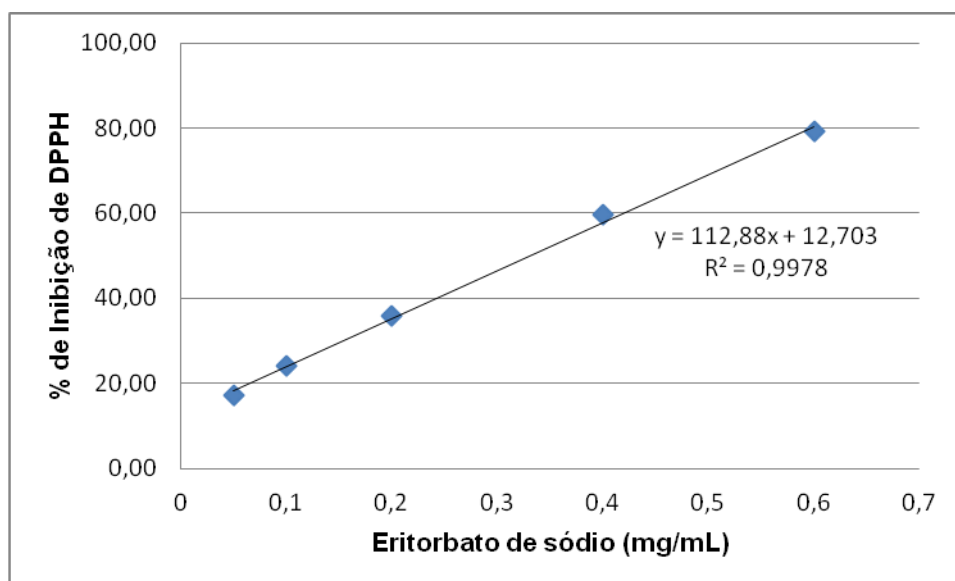


Figura 5 - Curva de capacidade antioxidante do eritorbato de sódio frente ao método de DPPH.

Através da equação da reta formada na Figura 5, foi possível calcular a equivalência da capacidade de inibição de DPPH de 1 mg de extrato de erva-mate, que é igual a 0,3053 mg de eritorbato de sódio.

Assim, o extrato de erva-mate desenvolvido neste estudo para a aplicação em linguiça suína frescal possui aproximadamente 31% da capacidade antioxidante do eritorbato de sódio frente ao teste do DPPH.

### 5.3 TBAR'S - SUBSTÂNCIAS REATIVAS AO ÁCIDO TIOBARBITÚRICO

Na Tabela 9 seguem os resultados da oxidação lipídica expressa em TBAR's realizados nas formulações desenvolvidas de linguiça suína frescal. Os resultados estão expressos em mg de malonaldeído (MDA) por kg de linguiça suína frescal.

**Tabela 9 – Resultados de TBAR's para aplicação de eritorbato de sódio e extrato de erva-mate em linguiça suína frescal.**

Ensaio	Eritorbato de sódio (%)	Extrato de Erva-Mate (%)	TBAR's (mg de malonaldeído / kg de amostra)				
			0 dias	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias
ES0EM0	0	0	0,566±0,010*	0,639±0,014	0,659±0,002	0,984±0,034	1,765±0,134
ES0EM6	0	0,06	0,546±0,008	0,575±0,013	0,585±0,010	0,709±0,034	1,092±0,025
ES1EM0	0,01	0	0,584±0,036	0,629±0,036	0,858±0,038	1,274±0,079	1,431±0,040
ES2EM6	0,02	0,06	0,530±0,013	0,562±0,066	0,667±0,050	0,831±0,064	1,219±0,119
ES2EM0	0,02	0	0,574±0,015	0,615±0,017	1,120±0,036	1,201±0,076	1,305±0,069
ES1EM6	0,01	0,06	0,577±0,016	0,643±0,043	0,620±0,031	0,954±0,074	1,150±0,053
ES0EM3	0	0,03	0,541±0,066	0,613±0,061	0,630±0,041	0,988±0,145	1,343±0,013
ES2EM3	0,02	0,03	0,546±0,009	0,572±0,006	1,035±0,046	1,271±0,120	1,547±0,092
ES1EM3	0,01	0,03	0,546±0,018	0,565±0,017	0,707±0,030	0,828±0,022	1,196±0,049
ES1EM3	0,01	0,03	0,541±0,018	0,572±0,062	0,705±0,008	0,867±0,042	1,189±0,087
ES1EM3	0,01	0,03	0,528±0,038	0,565±0,046	0,710±0,029	0,820±0,060	1,210±0,028

\*Valor médio das triplicatas seguidos do desvio padrão.

A Figura 6 demonstra a evolução da oxidação dos ensaios realizados, a partir do Tempo 0 até 28 dias de armazenamento a 4°C:

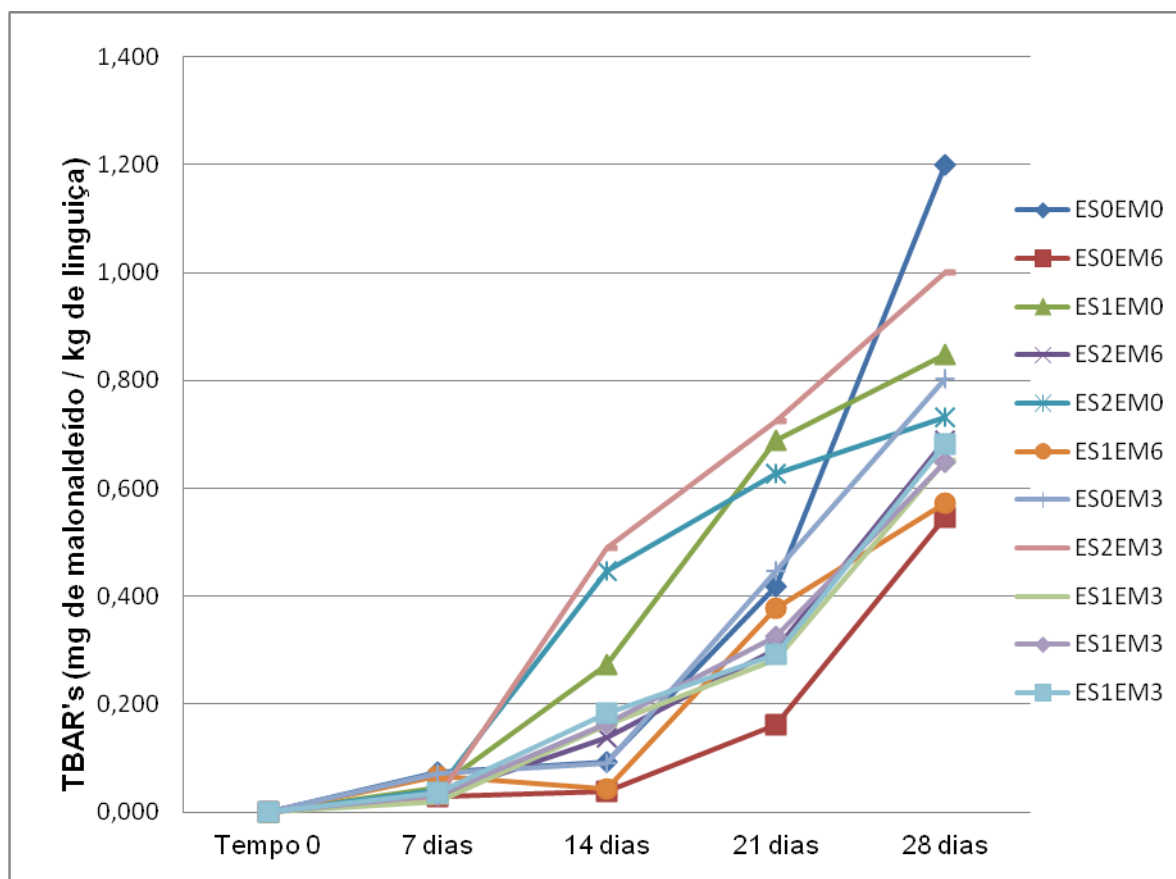


Figura 6 - Evolução da formação de compostos TBAR's.

Na Tabela 10 estão os valores estimados dos coeficientes de regressão de cada variável avaliada no teste TBAR's e suas interações. O modelo de regressão foi formulado com um nível de confiança de 95% para os coeficientes de regressão.

Tabela 10 – Coeficientes de regressão estimados para aplicação do eritorbato de sódio e o extrato de erva-mate frente à metodologia TBAR's.

Fator	Coefficiente de Regressão	Erro Padrão	Limite de confiança -95%	Limite de confiança 95%
b <sub>0</sub>	0,9251 <sup>a</sup>	0,0090	0,9075	0,9428
b <sub>1</sub>	-7,0505 <sup>a</sup>	1,4174	-9,8373	-4,2637
b <sub>2</sub>	499,1951 <sup>a</sup>	63,2768	374,7888	623,6014
b <sub>3</sub>	-4,6108 <sup>a</sup>	0,4777	-5,5501	-3,6716
b <sub>4</sub>	16,7450 <sup>a</sup>	7,0665	2,8518	30,6387
b <sub>5</sub>	40,3663 <sup>a</sup>	16,6465	7,6382	73,0945

<sup>a</sup> Nível de significância p≤0,05.

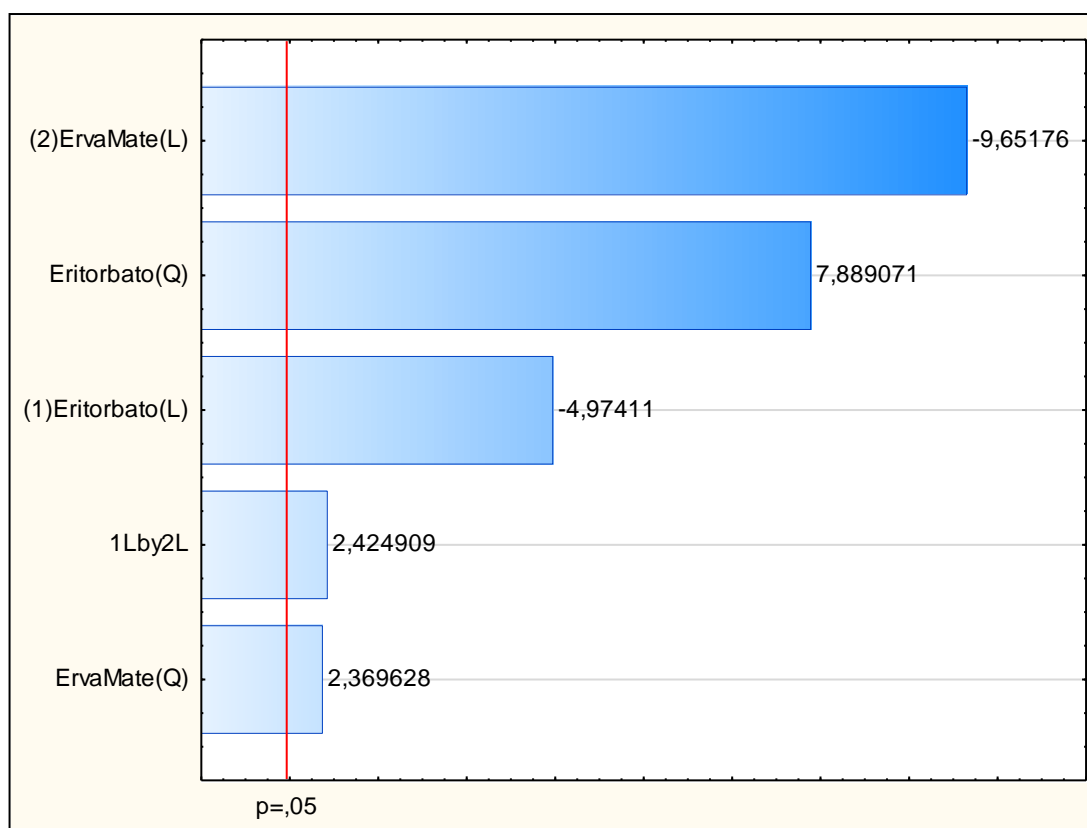
A Tabela 11 apresenta a ANOVA do modelo ajustado frente à metodologia das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico.

**Tabela 11 - Análise de variância dos parâmetros do modelo de regressão para o TBAR's.**

Fator	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados médios	Valor de F
X <sub>1</sub> (eritorbato)	0,0979 <sup>a</sup>	1	0,0979	24,742
X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	0,2462 <sup>a</sup>	1	0,2462	62,237
X <sub>2</sub> (erva-mate)	0,3684 <sup>a</sup>	1	0,3684	93,156
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	0,0222 <sup>a</sup>	1	0,0222	5,615
X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	0,0233 <sup>a</sup>	1	0,2326	5,880
Erro Puro	1,5425	390	0,0039	
Total SS	43,2432	434		

<sup>a</sup> Nível de significância  $p \leq 0,05$ .  $R^2 = 0,854$

Na Figura 7 demonstra-se o efeito da aplicação de eritorbato de sódio e extrato de erva-mate na formação de substâncias oxidadas reativas ao ácido tiobarbitúrico. A aplicação de ambos os compostos demonstraram influência significativa linear e quadrática, assim como a interação entre eles, com um nível de confiança de 95%.



**Figura 7 - Gráfico de Pareto do efeito do eritorbato de sódio e do extrato de erva-mate na formação de TBAR's.**

A Figura 8 demonstra a interação entre eritorbato de sódio e extrato de erva-mate frente ao teste TBAR's, pelo modelo de superfície de resposta.

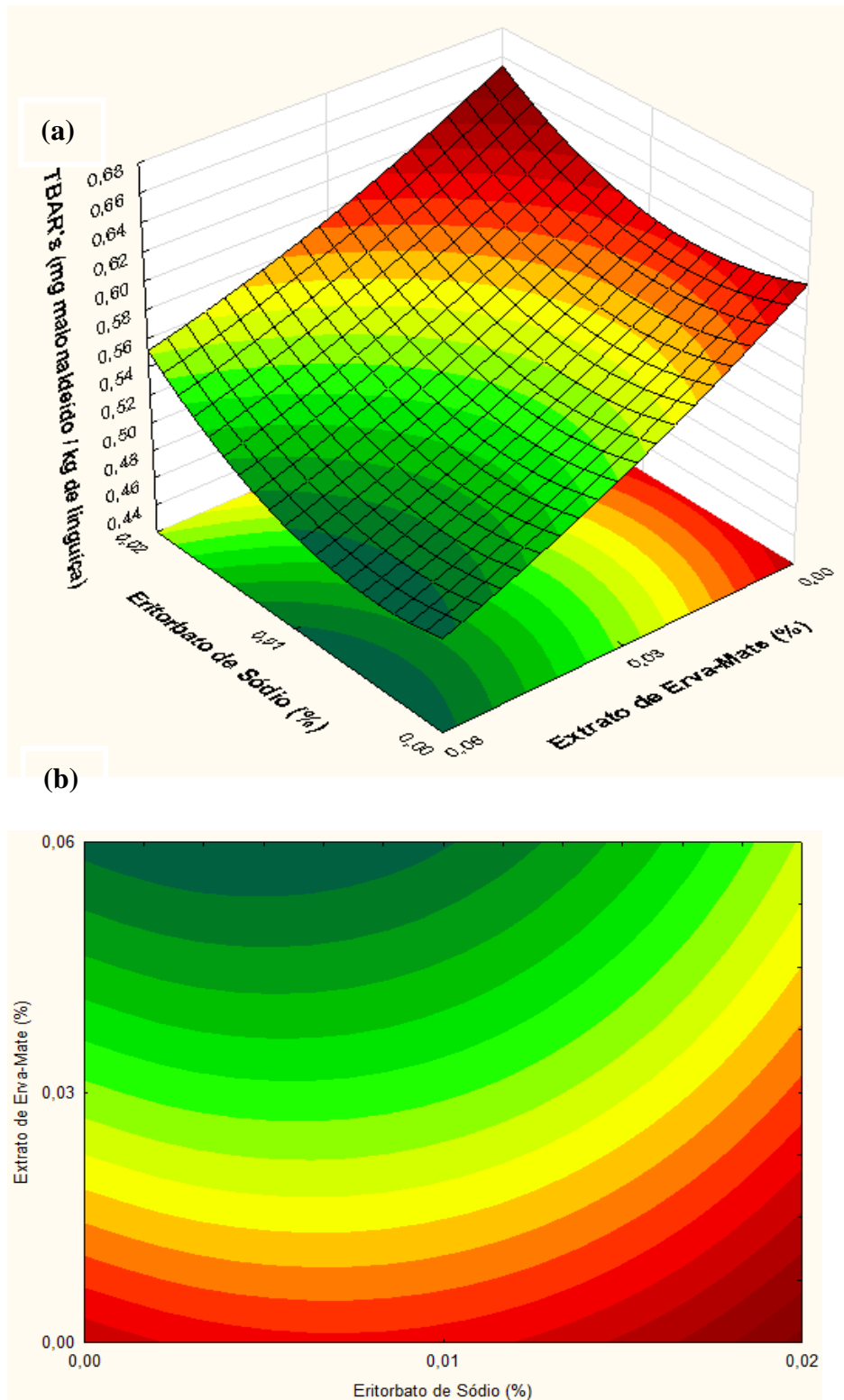


Figura 8 - Gráfico de superfície de resposta (a) e de contorno (b) para interação das variáveis eritorbato de sódio e extrato de erva-mate frente ao teste TBAR's

A partir dos dados arranjados foi possível desenvolver uma equação matemática que estima as respostas para as análises de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico em linguiça suína, variando as concentrações de eritorbato de sódio e extrato de erva-mate nas condições desse estudo.

$$Z = 0,93 - 7,05*x_1 + 499,20*x_1^2 - 4,61*x_2 + 16,75*x_2^2 + 40,37*x_1*x_2$$

Dentre os ensaios desenvolvidos, os ensaios ES0EM6 e ES1EM6 foram aqueles com menor formação de MDA/kg de embutido no 28º dia de vida útil, sendo que estas formulações não possuem diferença significativa  $p \leq 0,05$  entre elas. No entanto, o aumento da concentração de eritorbato, na presença do extrato de erva-mate resultou em uma maior concentração de MDA/kg de embutido no final dos 28 dias de armazenamento.

Quando equiparados frente ao teste de captura do radical DPPH, as concentrações de extrato de erva-mate mostraram uma tendência de inibir a oxidação da linguiça suína de forma mais eficiente que o eritorbato de sódio quando se aumenta sua concentração. As formulações ES1EM0 e ES0EM3 não possuem diferença significativa  $p \leq 0,05$  no 28º dia de armazenamento, no entanto, os ensaios ES2EM0 e ES0EM6 possuem diferença significativa, sendo que o ensaio com erva-mate foi mais eficiente em retardar a oxidação lipídica até o final do período de armazenamento.

As condições de fabricação, embalagem e armazenamento das linguiças foram tais que simulassem com maior veracidade as condições de produção e comercialização praticadas comumente. Estas condições acabam por facilitar as reações de oxidação, além dos altos níveis de gordura que são permitidos neste tipo de produto.

Ahmad e Srivastava (2007) relataram que no intervalo de valores de TBARS entre 0,5 e 1,0 mg de MDA/kg de amostras de carne, não é possível detectar odor de ranço no produto. Entretanto, os autores também relataram que valores de TBARS entre 1 e 2 mg de MDA/kg de produto inicia-se a detecção sensorial de oxidação lipídica. Todas as formulações desenvolvidas, ao final dos 28 dias de armazenamento, apresentaram concentrações de MDA/kg de linguiça acima do que estes autores mostraram iniciar a percepção sensorial da oxidação lipídica.

Stefanello et al. (2005) observaram que o extrato hidroetanólico de cogumelo do sol (*Agaricus blazei Murrii*) mostrou ser efetivo sobre a estabilidade oxidativa de linguiça de carne suína quando adicionado na concentração de 2,0 % estendendo a vida útil até 21 dias de armazenamento, nas condições de embalagem permeável ao oxigênio e temperatura de 4°C, e que concentrações menores apresentaram oxidação igual ou maior que o controle.

Ferreira et al. (2011) observaram que a aplicação de 0,1% de extrato etanólico de erva-mate, verde ou tostada, mostraram-se eficientes contra a oxidação lipídica em hambúrgueres de carne bovina armazenados sob refrigeração por 90 dias, com uma performance semelhante ao controle positivo (BHT 100 ppm), sem prejuízo sensorial ao produto final.

Segundo a legislação vigente (BRASIL, 2014), não é permitido à aplicação de nenhuma substância com uma finalidade específica, se esta não for legalizada pela ANVISA. Neste estudo, o extrato de erva-mate não pode ser aplicado em alimentos como antioxidante especificamente, mas como um condimento, visando a atividade antioxidante que ela irá exercer. O antioxidante sintético eritorbato de sódio aplicado em alimentos não pode ser substituído totalmente pelo extrato de erva-mate, mas seu uso pode ser reduzido se combinado com o extrato, evidenciado nas condições deste estudo.

#### 5.4 ANÁLISE SENSORIAL

A Tabela 12 apresenta as notas da análise sensorial realizada entre as formulações ES1EM0 e ES1EM3 para os atributos cor, sabor e nota global, avaliados por provadores não treinados, por meio de escala hedônica estruturada com 11 pontos, cujos extremos apresentam (0) Desgostei muitíssimo e (10) Gostei muitíssimo.



**Tabela 12 – Média das notas atribuídas na análise sensorial da linguiça suína com diferentes concentrações de eritorbato de sódio e extrato de erva-mate.**

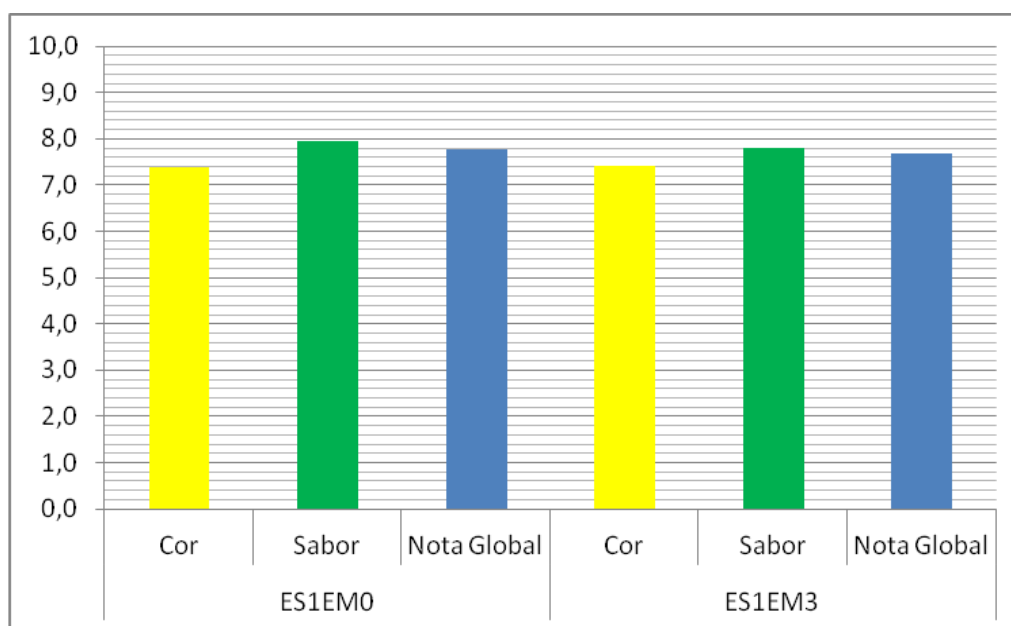
Formulação	Cor	Sabor	Nota Global
ES1E0	7,4±1,3*	7,9±1,2	7,8±1,1
ES1EM3	7,4±1,4	7,8±1,2	7,7±1,2

\*Valor médio das triplicatas seguidos do desvio padrão.

Conforme demonstrado na Tabela 12, ao nível 5% de probabilidade estatística, os atributos avaliados não apresentaram diferença significativa pelos provadores.

O grupo de provadores não treinados foi composto de 32 homens e 28 mulheres, com idade entre 17 e 48 anos, sendo que 66% deles consomem linguiça suína ao menos uma vez por mês.

A Figura 9 demonstra os índices de aceitabilidade baseados nas médias das notas atribuídas pelos provadores.



**Figura 9- Índice de aceitabilidade dos atributos testados na análise sensorial das amostras de linguiça suína fresca com extrato de erva-mate e eritorbato de sódio.**

Segundo Teixeira, Meinert e Barbeta (1987), o índice de aceitabilidade é de no mínimo 70%, para que uma amostra seja bem aceita. Em todos os atributos os índices de aceitabilidade foram superiores a 70%. Portanto, ambas as formulações foram bem aceitas.

## 6 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo demonstram que a produção de extrato de erva-mate com assistência de um banho com ultrassom visam melhores condições para um extrato com melhor capacidade antioxidante e reduzindo tempo e temperatura de extração.

Das variáveis utilizadas, somente o aumento da temperatura mostrou influencia significativa positiva no extrato produzido, condição esta não demonstrada pela variável tempo. Desta forma, optou-se por produzir um extrato de erva-mate, utilizando a temperatura de 60°C, por 10 minutos.

Os resultados oxidação lipídica pelo método do TBAR's demonstraram que a aplicação de extrato de erva-mate favoreceu positivamente a inibição da oxidação da linguiça suína frescal. E que concentrações mais elevadas de extrato de erva-mate inibem a oxidação lipídica de forma mais eficiente do que concentrações maiores de eritorbato de sódio, quando estes não estão na mesma formulação.

A combinação do extrato de erva-mate com menores concentrações de eritorbato de sódio, aonde se observou melhores respostas de inibição da oxidação lipídica que as formulações com maiores concentrações de eritorbato, justificam a aplicação do extrato na produção de embutidos frescais, uma vez que não pode haver a substituição total do antioxidante regulamentado por outra substância, com a mesma finalidade, porém sem autorização dos órgãos competentes.

Como sugestão de estudos posteriores, a aplicabilidade do extrato de erva-mate assistida de ultrassom em produtos cárneos que empregam processos industriais térmicos, como cozimento ou defumação e a estabilidade oxidativa destes produtos.

## REFERENCIAS

ALMEIDA, Cleide O. de. **Avaliação físico-química e microbiológica de linguiça toscana porcionada e armazenada em diferentes embalagens, sob condições de estocagem similares às praticadas em Supermercado**. 2005. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2005.

ANDRADE, Fabrício M. Exploração, manejo e potencial socioeconômico da erva-mate. In: SIMÕES, L. L.; LINO, C. F. (Org.). **Sustentável Mata Atlântica: a exploração de seus recursos florestais**. São Paulo: SENAC, 2002.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA ERVA MATE. Santa Cruz do Sul: **Gazeta Grupo de Comunicações**, 1999.

AHMAD, Saghir; SRIVASTAVA, Pramod K. Quality and shelf life evaluation of fermented sausages of buffalo meat with different levels of heart and fat. **Meat Science**, Barking, v. 75, n. 4, p. 603-609, 2007.

BENELLI, Patrícia. **Agregação de valor ao bagaço de laranja (Citrus sinensis L. Osbeck) mediante obtenção de extratos bioativos através de diferentes técnicas de extração**. 2010. 233f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos – Desenvolvimento de Processos da Industria de Alimentos) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

BORILLE, Angela Maria W. Relação entre compostos fitoquímicos e o nitrogênio em morfotipos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St.Hil.). **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos da UFPR**. v.23 n.1, Curitiba, 2005.

BRASIL. Instrução Normativa n.4, de 31 de março de 2000. Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade de carne mecanicamente separada, de mortadela, de linguiça e de salsicha. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, p.6, 05 abr. 2000. Seção 1.

\_\_\_\_\_. Portaria n.1.004, de 11 de dezembro de 1998. Regulamento Técnico: Atribuição de Função de Aditivos, Aditivos e seus Limites Máximos de uso para a Categoria 8 - Carne e Produtos Cárneos. **Agencia Nacional de Vigilância Sanitária**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>. Acesso em: 8 de junho de 2014.

CAMPOS, Rogério Manuel L., et al. Fatty acid and volatile compounds from salami manufactured with yerba mate (*Ilex paraguariensis*) extract and pork back fat and meat from pigs fed on diets with partial replacement of maize with rice bran. **Food Chemistry**, v. 103, p. 1159–1167, 2007.

CORTES, J. C. Perez. **Humaitá: cultura espontânea de sua gente**. Porto Alegre: Instituto Gaúcho de Tradição e Folclore; Prefeitura Municipal de Humaitá, 1983.

CORRALES, Margarita, et al. Extraction of anthocyanins from grape by-products assisted by ultrasonics, high hydrostatic pressure or pulsed electric fields: a comparison. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**. vol. 9, no. 1. pp. 85–91. 2008.

D'ALESSANDRO, Leandro G. et al. Ultrasound assisted extraction of polyphenols from black chokeberry. **Separation and Purification Technology**, v.93 p.42-47, 2012.

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

FERREIRA, Erica L. et al. Natural antioxidant from yerba mate (*Ilex paraguariensis* St.Hil) prevents hamburger peroxidation. **Brazilian Archives of biology and technology**. v.54, n.4, p.803-809.jul/aug, 2011.

GEORGANTELIS, Dimitrios, et al. Effect of rosemary extract, chitosan and  $\alpha$ -tocopherol on microbiological parameters and lipid oxidation of fresh pork sausages stored at 4°C. **Meat Science**, v. 76, p. 172–181, 2007.

HEINRICH, Reges; MALAVOLTA, Eurípedes. Composição mineral do produto comercial erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 31, n. 05, p. 781-785. 2001.

IBGE. **Produção agrícola municipal** – Culturas temporárias e permanentes. Brasil 2010. v.37. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2010/PAM2010\\_Publicacao\\_completa.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2010/PAM2010_Publicacao_completa.pdf). 2014.

KÄNZIG, R.G. Transformación primaria. In: Yerba Mate: Curso de Capacitación en Producción, 3., 1996, Misiones. **Resúmenes...** Cerro Azul: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, p.129-139, 1996.

KHAN, Muhammad K. et al. Ultrasound-assisted extraction of polyphenols (flavanone glycosides) from orange (*Citrus sinensis* L.) peel. **Food Chemistry**. v.119 p.851-858, 2010.

KOTOVICZ, Valesca. **Extração rápida de compostos solúveis de erva-mate (Ilex paraguariensis) por ciclos de compressão e descompressão hidrostática: Experimentos, modelagem e simulação**. 2014. 115 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) Programa de Pós Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2014.

KUFNER, Danny Elson. **Atividade antioxidante do extrato aquoso de manjerona (Origanum majorana L.) em lingüiça frescal de frango**. 2010. 56f. Dissertação de mestrado (Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos) Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, campos Erechim, 2010.

LEAL, Patricia A. **Estudo comparativo entre os custos de manufatura e as propriedades funcionais do óleos voláteis obtidos por extração supercrítica e destilação por arraste de vapor.** Campinas: UNICAMP, 2008. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2008.

LIMA, Urgel de A. Bebidas estimulantes. In: VENTURI FILHO, Waldemar G. **Bebidas não alcoólicas: Ciência e Tecnologia.** São Paulo: Editora Blucher, p. 39-56. 2010.

MACCARI JUNIOR, Agenor. **Análise do pré-processamento da erva-mate para chimarrão.** 2005. 215 f. Dissertação (Doutor em Engenharia Agrícola) – Pós-Graduação em Tecnologia Pós-Colheita, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

MASTROMATTEO, Marianna, et al. Shelf life of reduced pork back-fat content sausages as affected by antimicrobial compounds and modified atmosphere packaging-Review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 150, p. 1–7, 2011.

MAZUCHOWSKI, Jorge. Z. **Manual da erva-mate.** Curitiba: Emater, 1991.

MILANI, Liana Inês G. et al. Bioproteção de linguiça de frango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.2, p.161-166, 2003.

MORAIS, Selene M. de et al. Ação antioxidante de chás e condimentos de grande consumo no Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia.** Fortaleza, v.19, n. 1B, p. 315-320, jan./mar. 2009.

MUÑIZ-MARQUES, Diana B. et al. Ultrasound-assisted extraction of phenolics compounds from *Lauros nobilis* L. and their antioxidant activity. **Ultrasonics Sonochemistry.** Feb, 2013.

NAVIGLIO, Daniele, et al. An innovative solid-liquid extraction technology: use of the Naviglio extractor for the production of lemon liquor. **African Journal of Food Science**, v.1, p. 42-50, 2007.

NAVIGLIO, Daniele; FERRARA, Lydia. Tecniche estrattive solido-liquido. Teoria e pratica. **Aracne:** Roma, 2008.

NYIREDY, S. Solid-liquid extraction strategy on the basis of solvent characterization. **Chromatographia Supplement**, v. 51, p. 289-296, 2000.

PEREIRA, Marlene G. **Aplicação de antioxidantes naturais em carne mecanicamente separada (CMS) de frango.** 2009. 128f. Dissertação de mestrado (Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2009.

PRASAD, Nagendra K., et al. Effects of high pressure extraction on the extraction yield, total phenolic content and antioxidant activity of longan fruit pericarp. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**. vol. 10, n. 2. pp. 155–159. 2009.

RAHARJO, Sri; SOFOS, John N.; SCHMIDT, Glenn R. Improved speed, specificity and limit of determination of an aqueous acid extraction thiobarbituric acid-C18 method for measuring lipid peroxidation in beef. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 40, n. 12, p. 2182-2185, 1992.

RAKOCEVIC, Miroslava et al. Intensity of bitterness of processed yerba mate leaves originated in two contrasted light environments. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. Curitiba, v. 51, n. 03, p. 569-579, maio-jun. 2008.

RAKOCEVIC, Miroslava; MARTIM, Simoni F. Time series in analysis of yerba-mate biennial growth modified by environment. **International Journal of Biometeorology**. v. 55, n. 02, p. 161-171, jun. 2010.

RUFINO, Maria do Socorro Moura; et al. Metodologia Científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. Embrapa Ceara, Comunicado Técnico on line 127. Jul. 2007 (a).

RUFINO, Maria do Socorro Moura; et al. Metodologia Científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS•. Embrapa Ceara, Comunicado Técnico on line 128. Jul. 2007 (b).

SALINAS, Yolanda, et al. A novel colorimetric sensor array for monitoring fresh pork sausages spoilage. **Food Control**, v. 35, p. 166-176, 2014.

SANTOS, Kleber A. dos. **Estabilidade da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) em embalagens plásticas**. 2004. 108 f. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos) – Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, 2004.

SCHIFFL, C.F. **Industrialização da erva-mate no Brasil**. Congresso Sul-Americano da Erva-Mate. Reunião Técnica do Cone Sul Sobre a Cultura da Erva-Mate, Curitiba. 1997.

SEAB-PR. **Departamento de Economia Rural – Produtos Florestais – Erva-mate**. Disponível em:  
[http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/erva\\_mate\\_2014\\_2015.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/erva_mate_2014_2015.pdf). Acesso em 02 de jul. de 2015.

SILVA, Francilene A. da. **Avaliação tecnológica e atividade antioxidante de produtos secos por spray-drying de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. – Aquifoliácea (erva-mate)**. 2007. 212 f. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2007.

STEFANELLO, Flávia S., et al. Efeito da adição de extrato de cogumelo do sol e avaliação da estabilidade oxidativa e microbiológica do produto. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina. v. 36, n.1, p.171-186, jan/fev. 2005.

TEIXEIRA, E; MEINERT, E. M; BARBETTA, Pedro A. **Análise sensorial de Alimentos**. Florianópolis: UFSC, 1987. 180p.

TRUEBA, Gilberto P.; SÁNCHEZ, Gregorio M. Los flavonoides como antioxidantes naturales. **Acta Farmacéutica Bonaerense**. v. 20, n. 04, p. 297-306, jul. 2001.

VALDUGA, Alice T., et al. **Processamento de Erva-Mate**. Erechim, RS: EdiFAPES. p.33-48, 2003.

VIEIRA, Melissa. A. et al. **Análise de compostos fenólicos, metilxantina, tanino e atividade antioxidante de resíduo de processamento da ervamate; uma nova fonte potencial de antioxidantes**. In: 2<sup>o</sup> International Workshop Advances in Cleaner Production, São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.advancesincleanerproduction.net/second/files/sessoes/5b/4/M.%20A.%20Vieira%20-%20Resumo%20Exp%20-%2005B-4.pdf>. Acesso em: 20/04/2012.

WANG, Xinsheng, et al. Optimisation of ultrasound assisted extraction of phenolic compounds from sparganii rhizoma with response surface methodology. **Ultrasonics Sonochemistry**. n. 3, v.20, p.846-854, maio, 2013.

YINHAI, L.; ZHENGMEI, C.; XINHUA, N. Extraction of organochlorine pesticides in sediments using Soxhlet, ultrasonic and accelerated solvent extraction techniques. **Journal of Ocean University of China**, v. 4, n. 2, p. 173-176, 2005.

YU, Yi, et al. Nitrogen-protected microwave-assisted extraction of ascorbic acid from fruit and vegetables. **Journal of Separation Science**. v. 32. p. 4227-4233. 2009.

## APÊNDICE A

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

**Título da pesquisa:** Avaliação da ação antioxidante de extrato de erva-mate aplicado em linguiça suína frescal

**Pesquisador(es), com endereços e telefones:** Rodolfo Angelo Serafim, residente na rua Cacilda Nasrala Neme, nº 360, Londrina – PR, Fone: (43)3348-9912 e (43)9938-1687.

**Engenheiro ou médico ou orientador ou outro profissional responsável:** Margarida Yamaguchi residente na rua Av. dos Pioneiros, nº 3131, Londrina – PR, Fone: 3315-6100.

**Local de realização da pesquisa:** Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**Endereço, telefone do local:** Av. dos Pioneiros, nº 3131, Londrina – PR, Fone: 3315-6100.

#### A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

##### 1. Apresentação da pesquisa.

Devido à exigência cada vez maior dos consumidores por produtos com menos adição de aditivos em alimentos, as recentes pesquisas que mostram a toxicidade de antioxidantes sintéticos e o desenvolvimento de um produto tipo frescal com maior vida de prateleira, além de agregar valor a industrialização da erva-mate é que se objetivou avaliar a ação antioxidante do extrato de erva-mate em linguiça suína frescal

##### 2. Objetivos da pesquisa.

Avaliar a ação antioxidante de extratos aquosos de erva-mate em linguiça suína do tipo frescal.

##### 3. Participação na pesquisa.

Caso concorde em participar, você será convocado para os testes sensoriais de aceitação e avaliação das características sensoriais (cor, sabor, textura, aparência e aceitação global), intenção de compra e Teste Duo Trio do produto desenvolvido, podendo os testes serem realizados na mesma ocasião ou em ocasiões diferentes. Não será necessário treinamento prévio dos provadores, apenas que estes estejam dispostos a comparecer ao Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

##### 4. Confidencialidade.

Os dados obtidos na pesquisa serão extremamente confidenciais e somente serão utilizados para estudo, para a divulgação dos resultados não há necessidade de se divulgar nenhum dado pessoal dos participantes.

##### 5. Desconfortos, Riscos e Benefícios.

##### 5a) Desconfortos e ou Riscos:

Caso não se enquadre em nenhum dos critérios de exclusão e se disponha voluntariamente para participar do teste, os riscos e desconfortos serão apenas aqueles associados a baixa aceitabilidade do produto, uma vez que



antes da realização de análise sensorial serão realizadas análises microbiológicas requeridas pela legislação.

**5b) Benefícios:**

Os benefício esperado com o presente projeto é o desenvolvimento de um produto natural, o extrato de erva-mate, que pode ser aplicado a alimentos visando a redução do uso de antioxidantes sintéticos.

**6. Critérios de inclusão e exclusão.**

**6a) Inclusão:**

Estão inclusos nesta pesquisa homens e mulheres, maiores de 18 anos, que possuam livre vontade de participar da mesma, que não apresentem nenhuma condição de saúde que interfira no processo de avaliação sensorial do produto desenvolvido, e que possuam apresso pelo mesmo.

**6b) Exclusão:**

Estão excluídos desta pesquisa pessoas que não possuem apresso pelo produto desenvolvido, linguiça suína frescal, como também aquelas que apresentam alguma intolerância ou alergia aos ingredientes utilizados na fabricação da mesma: carne suína, água, toucinho, sal, condimento para linguiça toscana, cura rápida, antioxidante sintético BHT ou BHA ou extrato de erva mate em pó, alho em pó, glutamato monossódico, tempero verde e pimenta branca.

**7. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo.**

O participante possui o direito de se retirar sua participação na pesquisa no momento que desejar não mais participar, assim como receber quaisquer orientações e esclarecimentos com relação a pesquisa. Fica garantida sua liberdade de recusar ou retirar-se seu consentimento sem nenhuma penalização de qualquer tipo.

**8. Ressarcimento ou indenização.**

O participante fica garantido do ressarcimento de quaisquer danos que venha a ter com o decorrer da pesquisa assim como a garantia de indenização, quando necessário, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná

## B) CONSENTIMENTO

**Participante:** Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos e benefícios deste estudo. Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo. Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome

Completo: \_\_\_\_\_

RG: \_\_\_\_\_ Data de Nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

CEP: \_\_\_\_\_

Cidade: \_\_\_\_\_

Estado: \_\_\_\_\_

Assinatura:

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Pesquisador:** Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Assinatura:

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Rodolfo A. Serafim

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com Rodolfo, via e-mail: [rodolfoserafim\\_ras@hotmail.com](mailto:rodolfoserafim_ras@hotmail.com) ou telefone: (43) 9938-1687.

### Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa para recurso ou reclamações do sujeito pesquisado

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR)

REITORIA: Av. Sete de Setembro, 3165, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, telefone: 3310-4943, e-mail: [coep@utfpr.edu.br](mailto:coep@utfpr.edu.br)

**OBS:** este documento deve conter duas vias iguais, sendo uma pertencente ao pesquisador e outra ao sujeito de pesquisa.

## APÊNDICE B

### FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL ACEITAÇÃO GLOBAL COM ATRIBUTOS

Nome (opcional): \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_

Sexo:  Feminino  Masculino

Escolaridade:

- Ensino Médio incompleto  Ensino Médio Completo  
 Superior Incompleto  Superior Completo  Pós-graduação

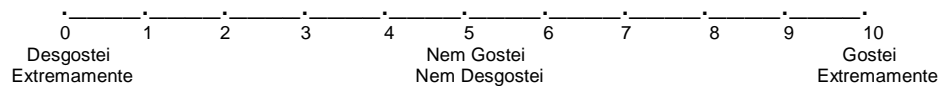
Com que frequência você consome linguiça suína?

- Diário  Semanal  Mensal  Esporadicamente  Nunca

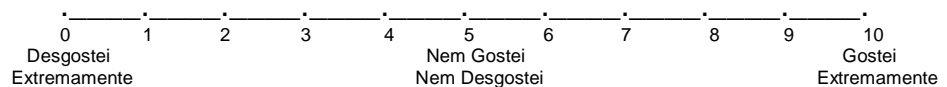
Você está recebendo 1 (uma) amostra codificada de linguiça suína. Por favor, prove a amostra e marque com um X em algum ponto da escala (incluindo entre os pontos) o qual melhor representa o quanto você gostou de cada um dos atributos avaliados.

**Amostra:** \_\_\_\_\_

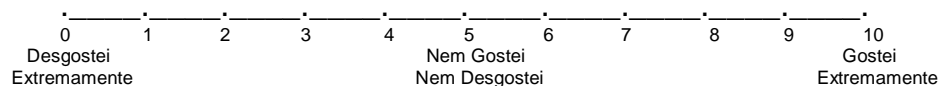
**Cor**



**Sabor**



**Nota Global**



**Comentários:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Grato pela participação!