



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**

**CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL**

**CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**MAYARA KUASNEI**

**ESTUDO PARA A OTIMIZAÇÃO DA EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS  
FENÓLICOS PRESENTES NA ERVA MATE (*Ilex paraguariensis*) UTILIZANDO  
LÍQUIDOS IÔNICOS**

**LARANJEIRAS DO SUL**

**2017**

**MAYARA KUASNEI**

**ESTUDO PARA A OTIMIZAÇÃO DA EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS  
FENÓLICOS PRESENTES NA ERVA MATE (*Ilex paraguariensis*) UTILIZANDO  
LÍQUIDOS IÔNICOS**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado  
como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia de Alimentos da Universidade Federal da  
Fronteira Sul

Orientador: Prof.º Dr.º Gustavo Henrique Fidelis dos  
Santos

**LARANJEIRAS DO SUL**

**2017**

**PROGRAD/DBIB - Divisão de Bibliotecas**

Kuasnei, Mayara

Estudo para a otimização da extração de compostos fenólicos presentes na erva mate (*Ilex paraguatiensis*) utilizando líquidos iônicos / Mayara Kuasnei. -- 2017. 24 f.:il.

Orientador: Gustavo Henrique Fidelis dos Santos.  
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Engenharia de alimentos , Laranjeiras do Sul, PR, 2017.

1. Extrações de compostos fenólicos . 2. Líquido iônico. 3. Planejamento experimental . I. Santos, Gustavo Henrique Fidelis dos, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

MAYARA KUASNEI

**ESTUDO PARA A OTIMIZAÇÃO DA EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS  
FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PRESENTES NA ERVA  
MATE (*Ilex paraguariensis*) UTILIZANDO LÍQUIDOS IÔNICOS**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos na Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Laranjeiras do Sul-PR.

Orientador: Professor Dr. Gustavo Henrique Fidelis dos Santos

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 07/12/2017

BANCA EXAMINADORA

Gustavo dos Santos

Prof. Dr. Gustavo Henrique Fidelis dos Santos

Vânia Pinto

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vânia Zanella Pinto

Leda Battestin Quast

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Leda Battestin Quast

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, à minha mãe Bernadete e a minha irmã Mara, por todo apoio, amor e carinho. Tudo que tenho eu devo a vocês. Amo-as acima de tudo!

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades, a minha mãe e as minhas irmãs, que estiveram sempre presentes me apoiando e me motivando para que eu continuasse na luta durante essa etapa da minha vida. Estendo meus agradecimentos para todos os demais familiares que sempre me incentivaram a correr atrás dos meus objetivos.

Muito obrigado também ao meu namorado, Wallace, que compartilhou comigo esse momento, foi muito paciente em minhas ausências e me ajudou bastante me dando dicas e apoio para todos os trabalhos realizados na Universidade.

Agradeço ao meu orientador Gustavo Henrique Fidelis dos Santos, por toda confiança depositada à mim para a realização deste trabalho, por sempre estar à disposição para me auxiliar, me guiando e dando todo o suporte necessário para a realização do mesmo. Obrigada professor por repartir seu conhecimento, vivência, experiência e me fazer acreditar nas minhas capacidades.

Agradeço a professora Leda e a professora Vania por aceitarem fazer parte da banca, pela disponibilidade de tempo e também por todo conhecimento compartilhado para a realização deste trabalho.

Agradeço aos professores que me deram a oportunidade de ser monitora da suas disciplinas e de participar de projetos de pesquisa e extensão, Thiago Bergler Biterncourt, Carlos José Raupp Ramos, Vivian Menezes, Andresa Freitas e Vânia Zanella Pinto. Além destes agradeço também os professores Carlos Augusto Fernandes Dagnone, Cátia Tavares dos Passos Francisco, Eduarda Molardi Bainy, Larissa Canhadas Bertan, Leda Battestin Quast Luciano Tormen, Marcos Felicetti, Marjory Xavier Rodrigues, por todos os ensinamentos, conselhos e brincadeiras, vocês foram fantásticos.

Quero agradecer os meus irmãos que a Universidade me proporcionou e dizer que eu não sei o que seria de mim sem vocês. Obrigada Eduardo, Fernanda,

Thainara, Polliana e Tauana por estar comigo em todos os momentos felizes e tristes. Espero do fundo do meu coração que vocês sejam muito felizes e tenham uma carreira profissional e pessoal maravilhosa vocês são muito especial pra mim amo cada um de vocês.

Agradeço a Alexia pelo auxílio e apoio neste trabalho. As minhas amigas que sempre levarei comigo Naiara, Cintia, Flávia Letícia, Ana Camila, Daniele, Larissa da Silva, Anna F., Larissa Alves e Juliana Cabral obrigado por tudo.

Empresa Erva Mate Laranjeiras, muito obrigado pela doação da erva mate.

## RESUMO

Extratos de tecidos vegetais têm se apresentado uma fonte rica em compostos considerados benéficos para a saúde do ser humano. A erva mate é um vegetal que possui em sua composição elevada concentração de compostos fenólicos que atuam como antioxidantes. Atualmente, o interesse do consumidor por produtos alimentícios que possuam elevada concentração de compostos fenólicos tem crescido, resultando em pesquisas que busquem melhorar as metodologias de extração destes componentes. Desta forma, o trabalho teve por finalidade avaliar a eficiência de extração de compostos fenólicos presentes na erva mate, utilizando líquidos iônicos como solvente. A erva mate obtida na cidade de Laranjeiras do Sul – PR foi higienizada e seca em estufa a 30 °C, triturada e separada em diferentes granulometrias. Inicialmente foram realizados ensaios preliminares de extração com líquidos iônicos (acetato de 2-hidroxietanolaminina, acetato de 2-hidroxidietanolaminina e cloreto de colina) e etanol, a fim de avaliar a eficiência de extração de compostos fenólicos de cada solvente. Em seguida foi realizado um planejamento composto central rotacional (DCCR), para verificar a influência da temperatura, da granulometria e da concentração de solvente para a extração de compostos fenólicos da erva mate, utilizando o álcool etílico e o acetato de 2-hidroxietanolaminina. Por fim foi elaborado o estudo cinético com as melhores condições do planejamento experimental para identificar qual tempo é necessário para que a extração sólido líquido entre em equilíbrio. Os resultados obtidos nos testes preliminares mostraram que o álcool etílico foi o solvente que apresentou menor eficiência de extração e que o acetato de 2-hidroxietanolaminina foi o solvente que mais extraiu compostos fenólicos, aproximadamente 117% a mais que o álcool etílico. No planejamento experimental utilizando o etanol, verificou-se que em temperaturas mais elevadas e em uma faixa de concentração de solvente entre 30 e 70%, houve uma maior extração de compostos fenólicos. Enquanto que no planejamento experimental com o acetato de 2-hidroxietanolaminina, a extração tendeu ser mais eficiente utilizando elevadas concentrações do líquido iônico, tanto em baixas como em altas temperaturas. O estudo cinético mostrou que a extração dos compostos fenólicos da erva mate utilizando o acetato de 2-hidroxietanolamina é rápida e que o tempo de equilíbrio foi de aproximadamente 5 horas.

Palavras-chaves: Compostos fenólicos, extrato, líquidos iônicos, planejamento experimental



## ABSTRACT

Extracts of plant tissues have been presented a rich source in compounds considered beneficial for the health of the human being. The herb mate is a plant that has in its composition high concentration of phenolic compounds that act as antioxidants. Currently, consumer interest in food products that have a high concentration of phenolic compounds has been increasing, resulting in research that seeks to improve the extraction methodologies of these components. Thus, the purpose of this work was to evaluate the extraction efficiency of phenolic compounds present in mate grass, using ionic liquids as solvent. The herb mate obtained in the city of Laranjeiras do Sul - PR was sanitized and dried in an oven at 30 °C, crushed and separated in different granulometries. Initially, preliminary extraction experiments with ionic liquids (2-hydroxyethanolamine acetate, 2-hydroxydiethanolamine and choline chloride) and ethanol were carried out in order to evaluate the extraction efficiency of phenolic compounds from each solvent. Then, a central rotational compound (DCCR) was used to verify the influence of temperature, grain size and solvent concentration on the extraction of phenolic compounds from mate grass, using ethyl alcohol and 2-hydroxyethanolamine acetate. Finally, the kinetic study with the best experimental design conditions was developed to identify the time required for solid liquid extraction to enter into equilibrium. The results obtained in the preliminary tests showed that ethyl alcohol was the solvent that had the lowest extraction efficiency and that 2-hydroxyethanolamine acetate was the solvent that most extracted phenolic compounds, approximately 117% more than ethyl alcohol. In the experimental design using ethanol, it was found that at higher temperatures and in a solvent concentration range between 30 and 70%, there was a greater extraction of phenolic compounds. While in the experimental design with 2-hydroxyethanolamine acetate, the extraction tended to be more efficient using high ionic liquid concentrations, both in low and high temperatures. The kinetic study showed that extraction of phenolic compounds from mate grass using 2-hydroxyethanolamine acetate is rapid and that the equilibrium time was approximately 5 hours.

Keywords: Phenolic compounds, extract, ionic liquids, experimental planning

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1.</b> Preparação do líquido iônico acetado de 2-hidroxietanolamina .....	21
<b>Figura 2.</b> Diagrama de Pareto dos efeitos do planejamento para a resposta de compostos fenólicos em função da temperatura, da granulometria e da concentração do álcool etílico .....	30
<b>Figura 3.</b> Superfície de resposta para o efeito da granulometria ( $\mu\text{m}$ ) e da temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) sobre a extração de compostos fenólicos ( $\text{mg AG } 100 \text{ g}^{-1}$ ) .....	32
<b>Figura 4.</b> Superfície de resposta para o efeito das concentração do solvente (%) e temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) sobre a extração de compostos fenólicos ( $\text{mg AG } 100 \text{ g}^{-1}$ ) .....	34
<b>Figura 5.</b> Superfície de resposta para o efeito das concentração do solvente (%) e granulometria ( $\mu\text{m}$ ) sobre a extração de compostos fenólicos ( $\text{mg AG } 100 \text{ g}^{-1}$ ) ..	35
<b>Figura 6.</b> Diagrama de Pareto dos efeitos do planejamento para a resposta de compostos fenólicos em função da temperatura, granulometria e concentração do acetado de 2-hidroxietanolamina .....	37
<b>Figura 7.</b> Superfície de resposta para o efeito da temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) e granulometria ( $\mu\text{m}$ ) sobre a extração de compostos fenólicos ( $\text{mg AG } 100 \text{ g}^{-1}$ ) .....	39
<b>Figura 8.</b> Superfície de resposta para o efeito da temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) e concentração (%) sobre a extração de compostos fenólicos ( $\text{mg AG } 100 \text{ g}^{-1}$ ) .....	40
<b>Figura 9.</b> Superfície de resposta para o efeito da concentração (%) e granulometria ( $\mu\text{m}$ ) sobre a extração de compostos fenólicos ( $\text{mg AG } 100 \text{ g}^{-1}$ ) ..	42
<b>Figura 10.</b> Curvas de cinética de extração para o Teste 1 (a) e para o Teste 2 (b) .....	43

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Níveis codificados e valores reais das variáveis temperatura, granulometria e concentração de solvente utilizadas no delineamento DCCR .....	22
<b>Tabela 2.</b> Delineamento experimental composto central rotacional (DCCR) .....	23
<b>Tabela 3.</b> Condições utilizadas para o estudo cinético .....	24
<b>Tabela 4.</b> Concentração de compostos fenólicos extraídos da erva mate, na temperatura de 50 °C, granulometria de 150 µm e concentração de solvente de 50%, para diferentes solventes .....	26
<b>Tabela 5.</b> Delineamento experimental composto central rotacional (DCCR): concentração de compostos fenólicos e volume de extrato obtido para os solventes acetado de 2-hidroxidetanolamina e álcool etílico.....	29
<b>Tabela 6.</b> ANOVA e coeficientes de regressão para a resposta de compostos fenólicos extraídos pelo álcool etílico .....	31
<b>Tabela 7.</b> ANOVA e coeficientes de regressão para a resposta de compostos fenólicos .....	38

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	19
2.1 MATERIAIS.....	19
2.2 MÉTODOS.....	19
2.2.1 Preparo da erva mate .....	19
2.2.2 Preparo dos líquidos iônicos.....	20
2.2.3 Ensaio preliminar .....	21
2.2.4 Planejamento experimental .....	22
2.2.5 Estudo cinético.....	24
2.2.6 Determinação de compostos fenólicos .....	24
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	26
3.1 ENSAIO PRELIMINAR.....	26
3.2 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL.....	27
3.2.1 Efeito da temperatura, granulometria e concentração do álcool etílico na extração de compostos fenólicos.....	29
3.2.2 Efeito da temperatura, granulometria e concentração do acetado de 2-hidroxietanolamina na extração de compostos fenólicos.....	36
3.2.3 Estudo cinético.....	42
<b>4. CONCLUSÕES</b> .....	46
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	47
<b>6. ANEXO 1</b> .....	50

## **ESPECIFICAÇÕES DA REVISTA QUE SERÁ ALVO PARA A SUBMISSÃO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi redigido em forma de um artigo de acordo com as normas da revista *Brazilian Journal of Food Technology*. As normas da revista que foram utilizadas como base para a formatação deste trabalho de conclusão de curso se encontram no ANEXO I.



## 1. INTRODUÇÃO

A erva mate (*Ilex paraguariensis*), pertencente à família Aquifoliaceae, teve origem na América do Sul, sendo encontrada principalmente em países como Argentina, Brasil e Paraguai. No entanto, aproximadamente 80% da área de ocorrência pertence ao Brasil, distribuindo-se entre os Estados do Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A região com maior produção de erva mate é a região Sul, onde 596 municípios desenvolvem a atividade ervateira (ESMELINDRO, et al. 2002). Os principais destinos da erva mate (folhas e ramos finos) são o chimarrão, o mate gelado e o chá-mate, produtos consumidos principalmente na região sul do país, influenciados pelos hábitos culturais (ZAMPIER, 2001).

Atualmente, há um crescente interesse no estudo de alimentos que desempenhem mais que a função puramente nutritiva, ou seja, apresentem atividades funcionais, tais como prevenir ação de radicais livres, hipertensão entre outros. Na composição destes alimentos encontram-se compostos químicos que, mesmo em pequenas quantidades, podem exercer efeitos preventivos e curativos em distúrbios fisiológicos. Entre as estruturas químicas às quais se atribui atividade antioxidante e conseqüentemente sua função fisiológica, destacam-se os compostos fenólicos. A determinação dos níveis de compostos fenólicos totais em tecidos vegetais é a etapa inicial de qualquer investigação de funcionalidade fisiológica para posterior estímulo ao consumo, visando a prevenção de doenças crônico-degenerativas (FURLONG, et al., 2003).

Estudos mostram que o consumo da infusão de erva mate proporciona benefícios à saúde humana, que estão relacionados principalmente a presença de compostos fenólicos, metabólitos secundários produzidos pelas plantas, que atuam como antioxidantes (DUTRA; HOFFMANN-RIBANI; RIBANI; 2010). A presença destes compostos presentes na erva-mate é um fator importante para estimular o cultivo desta planta e também despertar o interesse da indústria de alimentos, da indústria química da farmacêutica, em extrair esses compostos (WENDLING; DUTRA; GROSSI, 2007).

Pesquisas verificaram que o extrato de erva-mate contribuiu na prevenção do câncer, na capacidade de inibição da auto-oxidação da lipoproteína de baixa densidade, além de apresentar uma eficácia no tratamento contra a obesidade (DUTRA; HOFFMANN-RIBANI; RIBANI; 2010).

Segundo Shaidi e Naczk (1995), devido a diversos fatores não existe sistema de extração com solventes que seja eficiente para o isolamento de todos antioxidantes naturais. Dentre estes fatores, destaca-se a natureza química desses compostos que variam do simples ao altamente polarizado, a diversidade de compostos bioativos encontrados nos vegetais (ácidos fenólicos, antocianinas e taninos), a diferença na quantidade em que estes compostos são encontrados, a possibilidade de interagirem com carboidratos, proteínas e outros componentes dos alimentos, além de que alguns desses compostos são altamente insolúveis em água. Logo, no processo de extração de compostos fenólicos, deve-se avaliar a solubilidade destes compostos no solvente escolhido.

Os solventes mais utilizados para a extração dos compostos fenólicos são metanol, etanol, acetona, água, acetato de etila, propanol, dimetilformaldeído e



suas combinações (ANGELO; JORGE, 2007). De acordo com Andreo e Jorge (2006), álcool etílico e água são os solventes mais empregados para extração de compostos com ação antioxidante por razões de higiene e de abundância, respectivamente.

Até a década de 70, a maioria das extrações químicas eram realizadas com solventes orgânicos. A partir deste período, uma nova classe de solventes constituída apenas por íons passaram a ser muito utilizados para diferentes extrações. Estes compostos foram chamados de sais orgânicos líquidos à temperatura ambiente, ou simplesmente líquidos iônicos, como são atualmente conhecidos (CONSORTI, et al. 2001; FRANZOI, et al. 2011).

O interesse no estudo do processo de extração utilizando líquidos iônicos vêm aumentando devido a algumas propriedades que estes solventes apresentam. Estas propriedades são, baixa pressão de vapor, estabilidade térmica e química, baixa inflamabilidade, alta condutividade iônica, capacidade de atuarem como catalisadores e de serem reciclados e reutilizados (VASCONCELOS; PIZZUTI, 2012). Além disso, a utilização de líquidos iônicos na extração de compostos fenólicos é coerente com os preceitos da Química Verde, em que busca-se processos químicos mais limpos e que tenha impacto ambiental reduzido. Desta forma, os líquidos iônicos apresentam vantagens que podem torna-los substituto dos solventes orgânicos, pois estes são geralmente muito voláteis e nocivos ao meio ambiente. A utilização de líquidos iônicos como substituto de solventes orgânicos pode-se dar em inúmeras aplicações, tais como reações orgânicas, processos de extração, cromatografia e estudos

eletroquímicos (FRANZOI, et al. 2011). Desta forma, este trabalho teve por principal objetivo avaliar a eficiência de extração de compostos fenólicos presente na erva mate, utilizando líquidos iônicos como solventes.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 MATERIAIS**

A erva mate foi obtida por doação da empresa Erva Mate Laranjeiras na cidade de Laranjeiras do Sul – PR. Para o preparo dos extratos foram utilizados as soluções de álcool etílico 99% (Alphatec®), monoetanolamina 99,9% (Neon), dietanolamina 98% (Neon), cloreto de colina 99% (sigma-aldrich) e ácido acético 99,7% (Exodo científico). Na análise de compostos fenólicos foram empregados os reagentes de Carbonato de sódio (P.A) 99,5% (Dinâmica), Folin Ciocauteau (Dinâmica) e ácido gálico anidro 98% P.A (Vetec®). Todos os demais reagentes foram de grau analítico.

### **2.2 MÉTODOS**

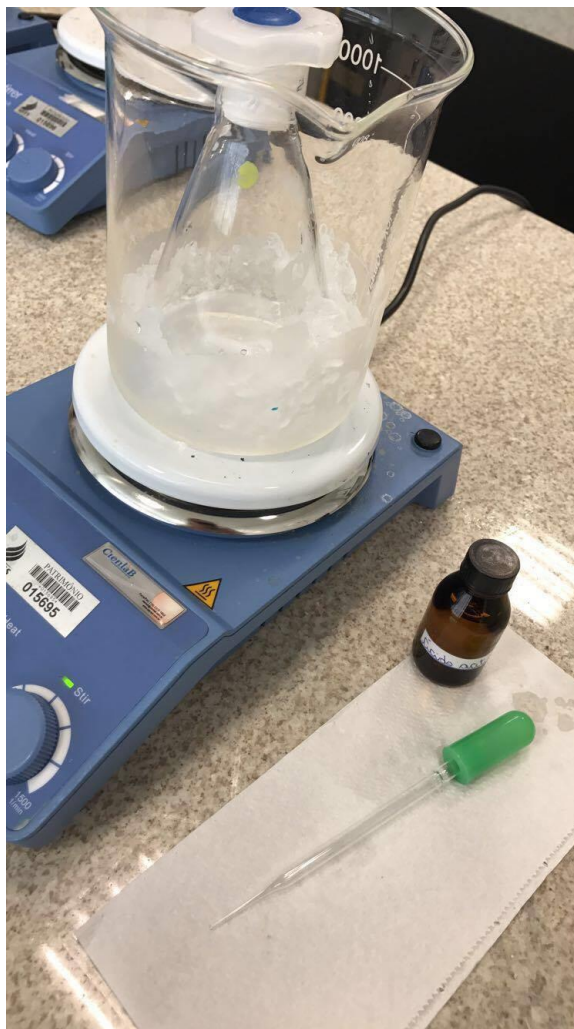
#### **2.2.1 Preparo da erva mate**

As folhas da erva mate foram colhidas de forma manual no mês de março de 2017, sendo selecionadas as que não apresentavam danos mecânicos. Em seguida, estas folhas foram higienizadas e sanitizadas, em solução de hipoclorito na concentração de 1%, por 5 minutos. Posteriormente as folhas foram imersas em água para a retirada do excesso de hipoclorito de sódio. Depois de retirado o excesso de hipoclorito de sódio, as folhas foram colocadas em estufas (30 °C) durante 4 dias. Após a secagem, foi realizada a trituração das folhas em moinho

de faca (American Lab) e então as partículas de erva mate foram separadas utilizando peneiras nas seguintes granulometrias: 400 Mesh (75  $\mu\text{m}$ ), 140 Mesh (106  $\mu\text{m}$ ), 100 Mesh (150  $\mu\text{m}$ ), 60 Mesh (250  $\mu\text{m}$ ), e 38 Mesh (500  $\mu\text{m}$ ). As folhas de erva mate nas diferentes granulometrias foram estocadas em temperatura ambiente sem o contato com a luz.

### **2.2.2 Preparo dos líquidos iônicos**

A síntese do líquido iônico acetato de 2-hidroxietanolaminina (2-HEAA) se deu a partir de uma reação de neutralização ácido-base utilizando como reagentes ácido acético e monoetanolamina. A monoetanolamina foi adicionada em um erlenmeyer o qual foi imerso em um béquer com gelo. O ácido acético foi adicionado gota a gota à solução monoetanolamina e o sistema foi mantido em agitação a 30 °C por 24 horas em uma chapa de agitação magnética, conforme ilustrado na Figura 1. A síntese do líquido iônico acetato de 2-hidroxi-dietanolaminina (2-HDEAA) se deu pelo mesmo procedimento citado anteriormente, utilizando como reagentes, o ácido acético e a dietanolamina. O preparo do líquido iônico cloreto de colina (CHCl) se deu pela diluição do reagente em água destilada.



**Figura 1.** Preparação do líquido iônico acetado de 2-hidroxietanolamina

### **2.2.3 Ensaio preliminar**

Inicialmente foi aferido aproximadamente 2 g de erva mate com granulometria de 150  $\mu\text{m}$  em Erlenmeyers de 250 mL e em seguida adicionado os solventes (álcool etílico, acetato de 2-hidroxietanolamina, acetato de 2-hidroxidietanolamina e cloreto de colina) diluídos em água na proporção 1:1. O ensaio de extração foi conduzido em um agitador orbital (Dubnoff Nova) com

temperatura controlada de 50 °C e agitação 100 rpm durante 5 horas. Após esse período, os extratos foram centrifugados (3-16KL, Sigma, Alemanha) para separá-los das partículas de erva mate, e então armazenados em frascos âmbar.

#### 2.2.4 Planejamento experimental

Um delineamento composto central rotacional (DCCR) foi realizado para avaliar a influência dos fatores temperatura, granulometria e concentração do solvente na extração de compostos fenólicos presentes na erva mate. O delineamento foi realizado para a extração utilizando como solvente o álcool etílico (EtOH) e o acetado de 2-hidroxietanolamina (2-HEAA). Ambos os delineamentos foram organizados com planejamento fatorial  $2^3$ , 6 pontos axiais com 3 repetições no ponto central, totalizando em 17 ensaios para cada delineamento. Na Tabela 1 estão descritos os níveis codificados e os valores reais de cada variável utilizadas nos ensaios.

**Tabela 1.** Níveis codificados e valores reais das variáveis temperatura, granulometria e concentração de solvente utilizadas no delineamento DCCR

Variáveis independentes	Níveis codificados e valores reais				
	-2	-1	0	1	2
Temperatura	20 °C	35 °C	50 °C	65 °C	80 °C
Granulometria	75 µm	106 µm	150 µm	250 µm	500 µm
Concentração	0%	25%	50%	75%	100%

O planejamento experimental, com as variáveis reais e codificadas, para avaliar a influência de extração de compostos fenólicos em relação à temperatura, granulometria e concentração do solvente estão apresentados na Tabela 2. A variável dependente analisada foi a concentração de compostos fenólicos.

**Tabela 2.** Delineamento experimental composto central rotacional (DCCR)

Ensaio	Variáveis codificadas		
	Temperatura	Granulometria	Concentração
1	-1	-1	-1
2	+1	-1	-1
3	-1	+1	-1
4	+1	+1	-1
5	-1	-1	+1
6	+1	-1	+1
7	-1	+1	+1
8	+1	+1	+1
9	-2	0	0
10	+2	0	0
11	0	-2	0
12	0	+2	0
13	0	0	-2
14	0	0	+2
15	0	0	0
16	0	0	0
17	0	0	0

### 2.2.5 Estudo cinético

O estudo da cinética de extração foi conduzido nas condições de operação descritas na Tabela 3.

**Tabela 3.** Condições utilizadas para o estudo cinético

	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Granulometria (µm)</b>	<b>Concentração do Solvente (%)</b>
<b>Teste 1</b>	80	500	80
<b>Teste 2</b>	20	75	80

Misturas de 2 g de erva mate e 20 mL de solvente foram preparadas em Erlenmeyers e colocadas sob agitação constante de 100 rpm. Os ensaios de extração foram conduzidos nos seguintes tempos: 1, 5, 10, 30, 60, 180, 300, 420 e 540 minutos. Após cada ensaio foi realizada a centrifugação da mistura para separar o extrato das partículas de erva mate, para em seguida realizar a análise de concentração de compostos fenólicos presentes no extrato. Com os dados obtidos de tempo e de concentração de compostos fenólicos, foram construídos gráficos com as curvas cinéticas de extração.

### 2.2.6 Determinação de compostos fenólicos

A concentração de compostos fenólicos foi determinada com base no método de Folin-Ciocauteau, de acordo com Bucic-Kojic et al., (2007).



Primeiramente, foi realizada diluição do extrato de erva mate. Uma alíquota de 1 mL do extrato diluído foi transferido para um balão volumétrico de 25 mL, protegido da luz (envoltos em papel alumínio), com 3 mL de água destilada, 4 mL de solução de Folin-Ciocalteu a 10 % (v/v) e 2 mL de solução de carbonato de sódio a 7,5% (m/v). O volume foi complementado com água destilada e a mistura homogeneizada. Os frascos foram mantidos em repouso, na ausência de luz, por 2 horas. Posteriormente foi realizada a leitura em espectrofotômetro (Evolution 201, Thermo China) a 765 nm, descontando o valor do branco de cada medida. Foi necessário realizar a curva padrão com ácido gálico (AG) nas concentrações de 0; 0,2; 0,5; 1,0 e 2,5 mg de AG L<sup>-1</sup>.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 ENSAIO PRELIMINAR

A primeira etapa deste trabalho consistiu em avaliar a capacidade de extração de compostos fenólicos presentes na erva mate utilizando como solventes, diferentes líquidos iônicos e um solvente orgânico convencionalmente utilizado no processo de extração. A Tabela 4 mostra a quantidade de compostos fenólicos extraídos da erva mate utilizando como líquido iônico, o acetato de 2-hidroxietanolamina, o acetado de 2-hidroxi-dietanolamina e o cloreto de colina, e como solvente orgânico, o álcool etílico.

**Tabela 4.** Concentração de compostos fenólicos extraídos da erva mate, na temperatura de 50 °C, granulometria de 150 µm e concentração de solvente de 50%, para diferentes solventes

<b>Amostras</b>	<b>Volume de Extração (mL)</b>	<b>Compostos Fenólicos (mg AG/100g)</b>	<b>Eficiência (%)</b>
<b>Acetato de 2-hidroxietanolaminina</b>	12,2	6962±63	117,1
<b>Acetato de 2-hidroxi-dietanolaminina</b>	12,0	5691±51	77,5
<b>Cloreto de colina</b>	12,1	4923±39	53,6
<b>Álcool etílico</b>	10,7	3206±35	*REF

\*REF: solvente orgânico convencional utilizado como referência para avaliar a eficiência dos líquidos iônicos.

Como pode ser observado na Tabela 4, ao comparar-se as concentrações de compostos fenólicos extraídos pelos líquidos iônicos e álcool etílico, todos líquidos iônicos avaliados apresentaram maior eficiência de extração. O líquido iônico que extraiu a maior quantidade de compostos fenólicos foi o acetato de 2-hidroxi-etanolamina, extraindo aproximadamente 6962 mg AG 100 g<sup>-1</sup>, que representa 117,1% a mais que a extração pelo álcool etílico. O acetato de 2-hidroxi-dietanolamina obteve valores de compostos fenólicos inferiores quando comparado com o acetato de 2-hidroxi-etanolamina (5691 mg AG 100 g<sup>-1</sup>), mas extraiu aproximadamente 77,5% a mais que o álcool etílico. O cloreto de colina foi o que apresentou menor extração entre os líquidos iônicos, (4923 mg AG 100 g<sup>-1</sup>), mas mesmo assim extraiu 53,6% a mais que o solvente orgânico convencionalmente utilizado no processo de extração.

Segundo Turkmen et al. (2006), o solvente líquido iônico dimetilformamida utilizado na extração de chá mate e chá preto afetou significativamente o conteúdo total de compostos fenólicos. Neste trabalho observou-se que o dimetilformamida é mais eficiente quando comparado com os solventes comumente utilizados, acetona e álcool etílico. Ribeiro et al. (2013), também evidenciam que a extração de compostos fenólicos utilizando líquidos iônico como solvente obtém resultados consideravelmente eficiente em metabólitos das plantas.

### 3.2 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

A partir dos resultados obtidos no ensaio preliminar, em que o acetato de 2-hidroxi-dietanolamina apresentou maior eficiência de extração de compostos

fenólicos, foi realizado um planejamento composto central rotacional (DCCR), a fim de verificar a temperatura, a granulometria e a concentração de solvente mais adequada para a extração de compostos fenólicos presentes na erva mate utilizando como solvente este líquido iônico. Um planejamento DCCR também foi realizado para a extração de compostos fenólicos, utilizando álcool etílico como solvente, com o objetivo de comparar este solvente orgânico com o solvente líquido iônico (acetado de 2-hidroxi-dietanolamina). Os resultados desses planejamentos experimentais estão apresentados na Tabela 5. Este delineamento experimental foi empregado para a otimização do processamento de extração de compostos presentes na erva mate.

Na Tabela 5, para todos os ensaios o solvente que melhor extraiu compostos fenólicos foi o líquido iônico (acetado de 2-hidroxi-dietanolamina), quando comparado com o solvente orgânico (álcool etílico). Este resultado pode ser justificado devida à maior penetração do líquido iônico na extensa rede de ligações de hidrogênio entre as cadeias de erva mate, permitindo uma dissolução mais rápida dos compostos fenólicos presentes no vegetal (OGEDA, 2010).

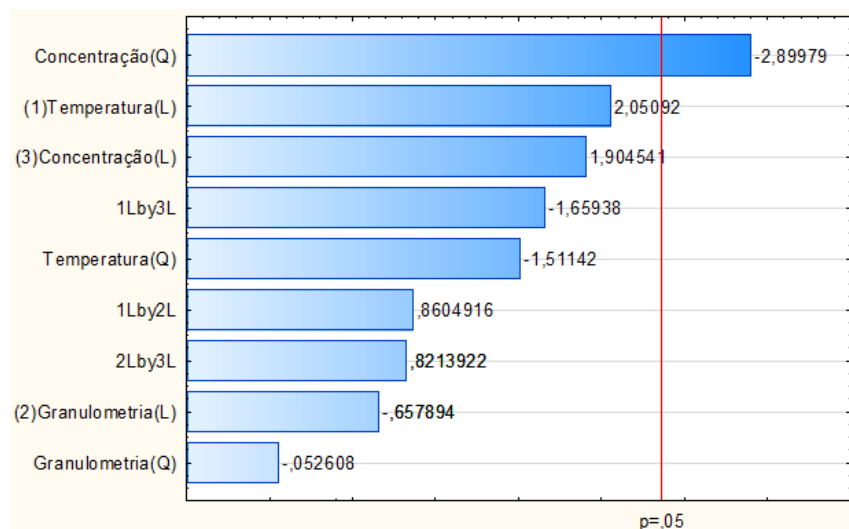
Pode-se verificar que o volume dos extratos utilizando o líquido iônico não apresentou grande diferença quando comparado com o álcool etílico. O rendimento do volume de extrato são os mesmos obtidos em solventes orgânicos. No entanto os líquidos iônicos apresentam a vantagem de serem reutilizados e facilmente recuperados, podendo ser empregado novamente sem perder sua performance catalítica (DUPONT, 2000).

**Tabela 5.** Delineamento experimental composto central rotacional (DCCR): concentração de compostos fenólicos e volume de extrato obtido para os solventes acetado de 2-hidroxidetanolamina e álcool etílico

<b>Ensaio</b>	<b>Volume de Extrato (mL) do 2-HEAA</b>	<b>Compostos Fenólicos (mg AG 100 g<sup>-1</sup>) do 2-HEAA</b>	<b>Volume de Extração (mL) do EtOH</b>	<b>Compostos Fenólicos (mg AG 100 g<sup>-1</sup>) do EtOH</b>
1	12,5	4423	10,3	1532
2	11,3	4979	10,2	3477
3	12,1	3022	10,5	929
4	9,5	3829	11,0	3065
5	11,2	6266	10,5	3241
6	9,8	6643	10,2	3622
7	10,2	6496	10,3	2910
8	10,2	6646	9,8	3627
9	11,4	7852	10,4	2686
10	8,2	4968	5,2	2504
11	9,7	5002	9,8	3403
12	10,2	5240	9,1	2769
13	12,9	2502	12,4	1803
14	7,6	6517	11,9	1832
15	10,3	5216	10,7	3206
16	12,2	6962	10,4	3764
17	10,5	5549	10,5	3506

### 3.2.1 Efeito da temperatura, granulometria e concentração do álcool etílico na extração de compostos fenólicos

A estimativa dos efeitos principais que contribuíram de forma significativa para a extração de compostos fenólicos da erva mate é apresentada na Figura 2.



**Figura 2.** Diagrama de Pareto dos efeitos do planejamento para a resposta de compostos fenólicos em função da temperatura, da granulometria e da concentração do álcool etílico

Por meio do diagrama de Pareto foi possível observar que apenas o efeito quadrático da concentração de solvente (Concentração (Q)) foi significativo para o intervalo de confiança de 95%, influenciando de forma inversamente proporcional a resposta da extração de compostos fenólicos. Assim, reduzindo o valor desta variável, maior será o valor final de compostos fenólicos presente no extrato de erva mate. As outras variáveis não se mostraram significativas. Na Tabela 6 são apresentados os resultados da ANOVA e dos coeficientes de regressão para a concentração de compostos fenólicos extraídos. O p-valor menor que 5% mostrado na Tabela 6, também indicou que o efeito do termo de concentração do solvente orgânico quadrático é estatisticamente significativo no modelo quadrático.

**Tabela 6.** ANOVA e coeficientes de regressão para a resposta de compostos fenólicos extraídos pelo álcool etílico

	<b>Soma do Quadrados</b>	<b>Graus de liberdade</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>F calculado</b>	<b>p-valor</b>	<b>Coeficiente de regressão</b>
<b>Intercepto</b>						-2083,86
<b>Temperatura(L)</b>	1699749	1	1699749	4,206	0,079	135,46
<b>Temperatura(Q)</b>	923120	1	923120	2,284	0,174	-0,94
<b>Granulometria(L)</b>	174904	1	174904	0,433	0,532	-15,17
<b>Granulometria(Q)</b>	1118	1	1118	0,003	0,960	0,00
<b>Concentração(L)</b>	1465777	1	1465777	3,627	0,099	109,56
<b>Concentração(Q)</b>	3397970	1	3397970	8,409	0,023	-0,65
<b>Temp. X Gran.</b>	299213	1	299213	0,740	0,418	0,17
<b>Temp. X Conc.</b>	1112695	1	1112695	2,754	0,141	-0,99
<b>Gran. X Conc.</b>	272639	1	272639	0,675	0,438	0,10
<b>Regressão</b>	8360321	9	928925	2,299		
<b>Erro</b>	2828688	7	404098			
<b>Total</b>	11189009	16				

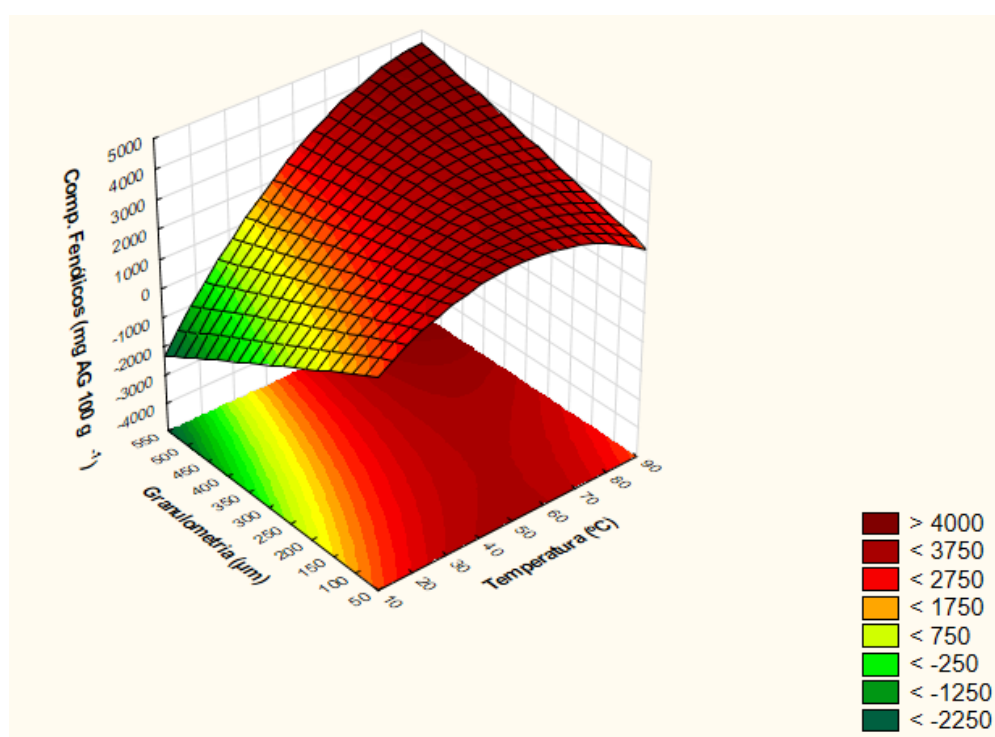
$$F_{\text{tab}}(9;7;0,05) = 3,677 \text{ e } R^2 = 0,747$$

A partir da análise de variância (ANOVA) e comparando-se o valor de F calculado ( $F_{\text{calc}}$ ) com F tabelado ( $F_{\text{tab}}$ ) é possível avaliar se o modelo proposto é válido estatisticamente e também se o modelo se ajusta aos dados experimentais.

Na Tabela 6 os resultados da ANOVA para a extração de compostos fenólicos da erva mate, o valor tabelado de F para um intervalo de confiança de 95% foi de  $F_{\text{tab}}(9;7;0,05) = 3,677$ .

O coeficiente de correlação da análise de variância foi de 0,747 e o valor calculado de  $F_{\text{calc}} = 2,299$  inferior ao  $F_{\text{tab}}$ . Com esses resultados pode-se observar que o modelo não se ajustou adequadamente aos dados experimentais e que o

modelo matemático quadrático não é válido. No entanto, é possível estabelecer superfícies de resposta que auxiliam na avaliação dos efeitos de temperatura, granulometria e concentração de solvente sobre a extração de compostos fenólicos da erva mate, mostrando em quais condições pode-se conseguir maior eficiência de extração. Na Figura 3 é apresentada a superfície de resposta que avalia o efeito das variáveis dependentes (temperatura e granulometria) sobre a concentração de compostos fenólicos.



**Figura 3.** Superfície de resposta para o efeito da granulometria ( $\mu\text{m}$ ) e da temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) sobre a extração de compostos fenólicos ( $\text{mg AG } 100 \text{ g}^{-1}$ )

Como pode ser observado no gráfico de superfície de resposta (Figura 3), verificou-se uma tendência de aumento da extração de compostos fenólicos presentes na erva mate em uma faixa de temperatura entre 30 a 70  $^{\circ}\text{C}$ . Nesta



faixa de temperatura, a granulometria das partículas de erva mate não apresentou influência.

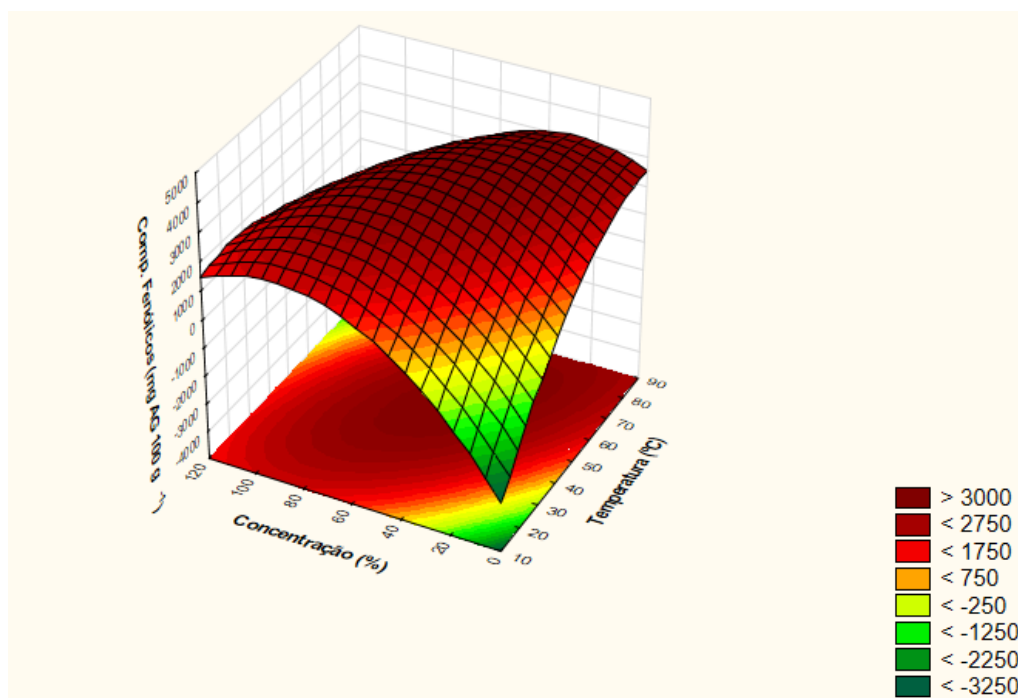
Segundo Berté (2011), na etapa de extração de sólidos solúveis podem ocorrer perdas de compostos químicos, devido a temperatura aplicada nesse processo. Isso ocorre porque certos compostos fenólicos presentes nos vegetais são sensíveis a algumas temperatura de extração.

Pela Figura 3, o ponto de maior concentração de compostos fenólicos é observado em altos valores de temperatura ( $> 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) e de granulometria ( $> 500\text{ }\mu\text{m}$ ). Em baixas temperatura ( $< 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), a extração de compostos fenólicos começa a ser eficiente para granulometrias menores que  $100\text{ }\mu\text{m}$ . Neste caso, a influência de extração deve-se ao tamanho da partícula que segundo Voigt (2005), quanto menor a granulometria da erva mate maior vai ser a superfície de contato, possibilitando maior interação com o solvente e favorecendo maior extração de sólidos solúveis.

Na Figura 4 é apresentada a superfície de resposta que avalia o efeito das variáveis independentes, temperatura e concentração de solvente sobre a concentração de compostos fenólicos.

De acordo com a superfície de resposta gerada, verificou-se que existe uma tendência de extração de compostos fenólicos em uma faixa de temperatura entre  $40\text{ a }80\text{ }^{\circ}\text{C}$  e concentração do solvente entre  $40\text{ a }80\%$ . Novamente, a temperatura que resultou em maiores concentrações de compostos fenólicos foi em uma faixa entre aproximadamente  $40\text{ a }70\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Figuras 3 e 4). Neste caso, temperaturas abaixo de  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  não devem possibilitar um grau de agitação suficiente para interação solvente-soluto, enquanto que em temperaturas superiores a  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , o

álcool etílico começa a volatilizar. Segundo Turkmen et al (2006), que estudou os efeitos de concentração de solventes na extração de polifenóis de chá preto, a concentração de melhor extração dos compostos fenólicos foi de 50 a 80% de álcool etílico. Desta forma, a extração de compostos fenólicos presentes nas folhas das plantas *Illex paraguariensis* e *Camellia sinensis* apresentaram resultados semelhantes ao utilizar como solvente o álcool etílico.

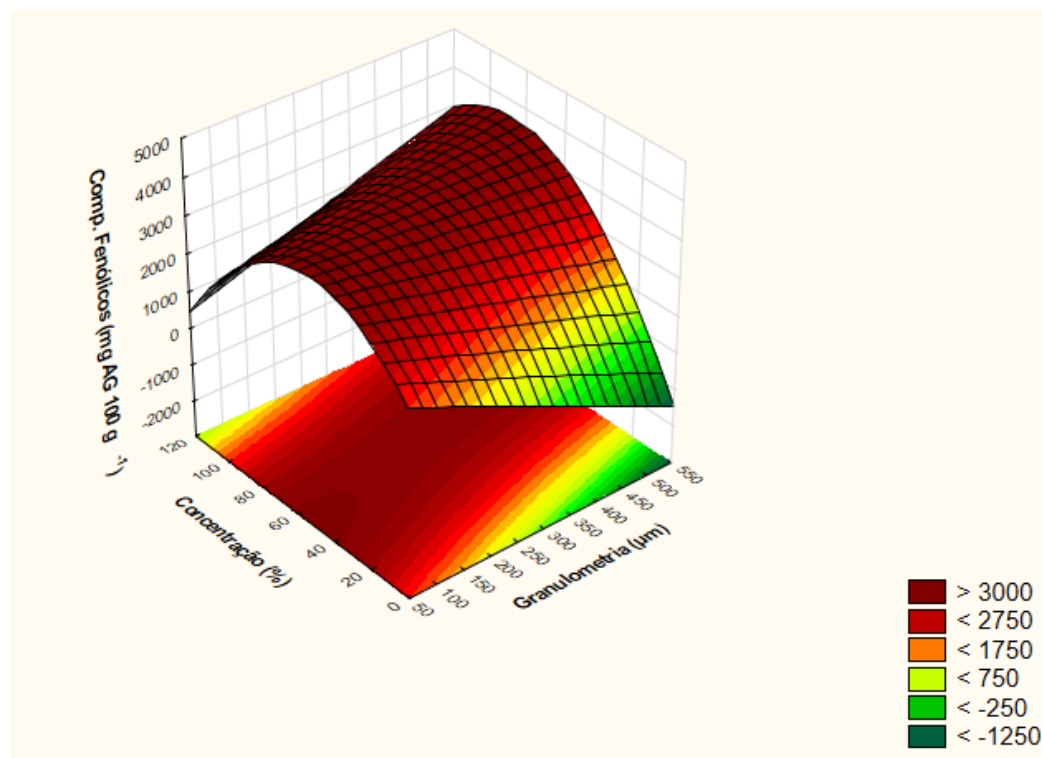


**Figura 4.** Superfície de resposta para o efeito das concentração do solvente (%) e temperatura (°C) sobre a extração de compostos fenólicos (mg AG 100 g<sup>-1</sup>)

Na Figura 5 é apresentada a superfície de resposta que avalia o efeito das variáveis dependentes (concentração de solvente e granulometria) sobre a concentração de compostos fenólicos.

Analisando o gráfico de superfície de resposta (Figura 5), pode-se observar que o ponto máximo de extração de compostos fenólicos ocorreu em uma faixa de

concentração de solventes entre 30 a 80%. Nesta faixa de concentração a temperatura não influenciou sobre a concentração de compostos fenólicos. Em baixos valores de concentração do solvente e altos valores de granulometria das partículas de erva mate, a tendência de extração de compostos fenólicos é minimizada. Este comportamento é resultado de que nestas condições a área superficial para contato é mínima e a quantidade de álcool etílico para penetrar na matriz sólida e extrair os compostos fenólicos também é mínima. Este mesmo comportamento foi observado em baixos valores de granulometria e elevados valores de concentração de solvente.



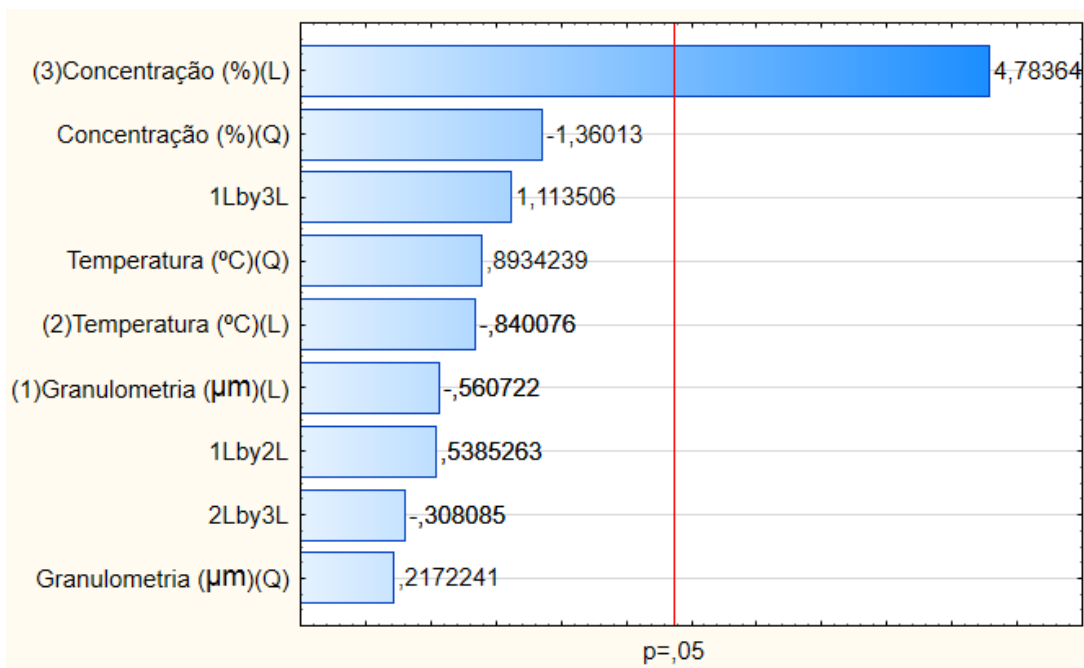
**Figura 5.** Superfície de resposta para o efeito das concentração do solvente (%) e granulometria (µm) sobre a extração de compostos fenólicos (mg AG 100 g<sup>-1</sup>)

Neste caso, mesmo a área superficial de contato seja maximizado pela baixa granulometria, o solvente ser composto principalmente pelo álcool etílico acaba extraindo apenas compostos apolares e não extraindo compostos polares, que são solúveis em água. Segundo Chaicouski et al (2014), na extração hidroalcoólica, a solução extratora não deve ser composta predominantemente por uma das espécies químicas (água ou álcool), para ser de carregar tanto compostos mais polares como os menos polares. Por isso que de forma geral, o ponto máximo de extração foi observado em uma faixa de solvente 40 a 80% (Figuras 4 e 5).

De forma geral, as melhores condições de extração foram em uma faixa de temperatura entre 40 a 70 °C e concentração do solvente entre 40 a 80%. Nos pontos ótimos, a granulometria não apresentou forte influência na extração dos compostos fenólicos. No entanto, em condições críticas, a granulometria acabou influenciando no sentido da área de contato superficial disponível.

### **3.2.2 Efeito da temperatura, granulometria e concentração do acetado de 2-hidroxietanolamina na extração de compostos fenólicos**

Utilizando o líquido iônico como solvente para a extração de compostos fenólicos, pode-se observar a estimativa dos efeitos principais que contribuíram de forma significativa para a extração de compostos fenólicos presentes na erva mate (Figura 6).



**Figura 6.** Diagrama de Pareto dos efeitos do planejamento para a resposta de compostos fenólicos em função da temperatura, granulometria e concentração do acetado de 2-hidroxietanolamina

Por meio do diagrama de Pareto (Figura 6) verificou-se que apenas o efeito linear da concentração do líquido iônico (Concentração (L)) para o intervalo de confiança de 95%, influenciou de forma proporcional à resposta da extração de compostos fenólicos. As outras variáveis não se mostraram significativas. Na Tabela 7 são apresentados os resultados da ANOVA e dos coeficientes de regressão para a concentração de compostos fenólicos extraídos. O p-valor menor que 5% mostrado na Tabela 7, evidencia que a concentração do líquido iônico é estatisticamente significativa no modelo quadrático.

A Tabela 7 apresenta os resultados da ANOVA para a extração de compostos fenólicos da erva mate, na qual o valor tabelado de F para um intervalo de confiança de 95% foi de 3,677, valor este superior ao  $F_{\text{calc}} = 3,198$ . O

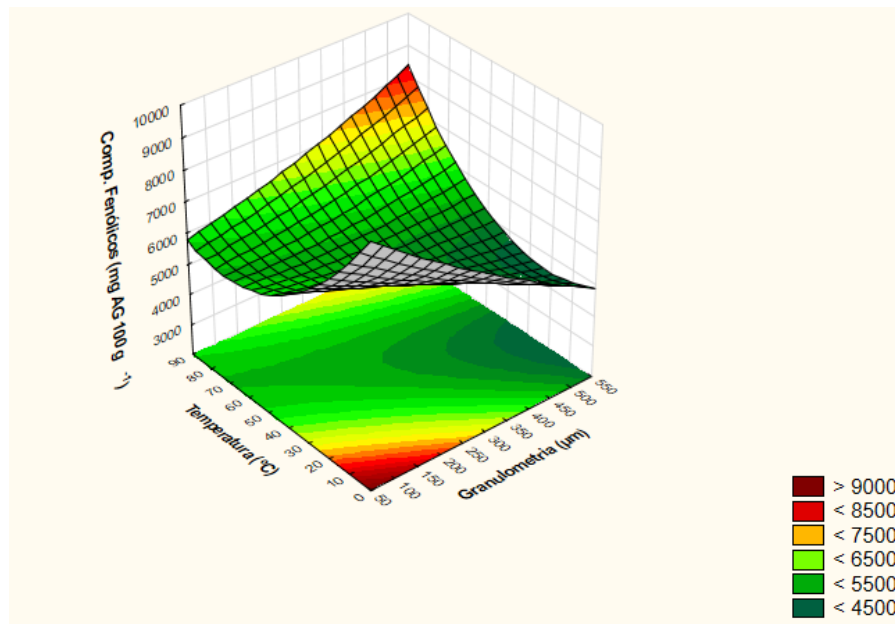
coeficiente de correlação da análise de variância foi de 0,804. Ambos os resultados indicam que o modelo não se ajustou adequadamente aos dados experimentais e que o modelo matemático quadrático não é válido.

**Tabela 7.** ANOVA e coeficientes de regressão para a resposta de compostos fenólicos

	<b>Soma dos Quadrados</b>	<b>Graus de liberdade</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>F calculado</b>	<b>p-valor</b>	<b>Coefficiente de regressão</b>
<b>Intercepto</b>						7835,027
<b>Granulometria(L)</b>	288388	1	288388	0,314	0,592	-21,948
<b>Granulometria(Q)</b>	43281	1	43281	0,047	0,834	0,004
<b>Temperatura(L)</b>	647319	1	647319	0,706	0,429	-112,642
<b>Temperatura(Q)</b>	732145	1	732145	0,798	0,401	0,837
<b>Concentração(L)</b>	20989353	1	20989353	22,883	0,002	71,229
<b>Concentração(Q)</b>	1696846	1	1696846	1,850	0,216	-0,459
<b>Gran. X Temp.</b>	266009	1	266009	0,290	0,607	0,163
<b>Gran. X Conc.</b>	1137279	1	1137279	1,240	0,302	0,202
<b>Temp. X Conc.</b>	87061	1	87061	0,095	0,767	-0,278
<b>Regressão</b>	26398736	9	2933193	3,198		
<b>Erro</b>	6420662	7	917237			
<b>Total</b>	32819398	16				

$$F_{\text{tab}}(9;7;0,05) = 3,677 \text{ e } R^2 = 0,804$$

No entanto, como já citado, é possível estabelecer superfícies de resposta para definição das condições em que pode-se conseguir maior eficiência de extração. Na Figura 7 é apresentada a superfície de resposta que avalia o efeito das variáveis dependentes (temperatura e granulometria) sobre a concentração de compostos fenólicos.



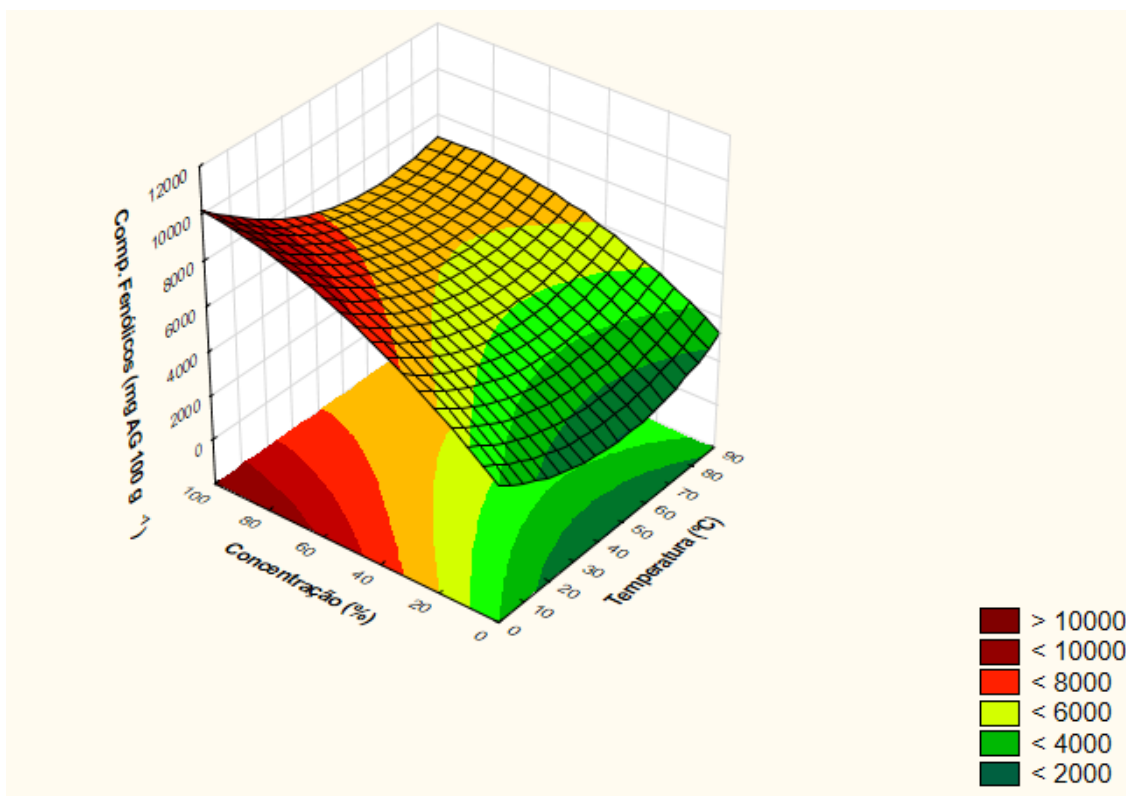
**Figura 7.** Superfície de resposta para o efeito da temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) e granulometria ( $\mu\text{m}$ ) sobre a extração de compostos fenólicos ( $\text{mg AG } 100 \text{ g}^{-1}$ )

Analisando o gráfico de superfície de resposta (Figura 7), utilizando o líquido iônico como solvente pode-se observar que ocorreu uma tendência de aumento de extração de compostos fenólicos em elevadas temperaturas e granulometrias, e também em baixas temperaturas e granulometrias.

De acordo com Prado (2006), os líquidos iônicos possuem propriedades muito atrativas, tais como pontos de fusão baixos, permitindo reações à temperatura ambiente. Desta forma, a elevada extração de compostos fenólicos em temperaturas baixas foi possível devido à estas propriedades do líquido iônico, e também devido a elevada área de contato disponível para extração (baixa granulometria). Para a outra situação, a extração também foi eficiente elevadas granulometrias ( $> 500 \mu\text{m}$ ), pois apesar da redução da área de contato, o elevado

grau de agitação das moléculas em altas temperaturas, resultou em maior interação solvente-soluto, favorecendo a extração dos compostos fenólicos.

Na Figura 8 é apresentada a superfície de resposta que avalia o efeito das variáveis dependentes (temperatura e concentração de solvente) sobre a concentração de compostos fenólicos.



**Figura 8.** Superfície de resposta para o efeito da temperatura (°C) e concentração (%) sobre a extração de compostos fenólicos (mg AG 100 g<sup>-1</sup>)

A superfície de resposta apresentada na Figura 8 mostrou que existe uma tendência de extração de compostos fenólicos em concentrações elevadas do líquido iônico, em baixas temperaturas. Para baixas concentração do solvente (< 40%), a temperatura não influenciou muito na extração de compostos fenólicos.

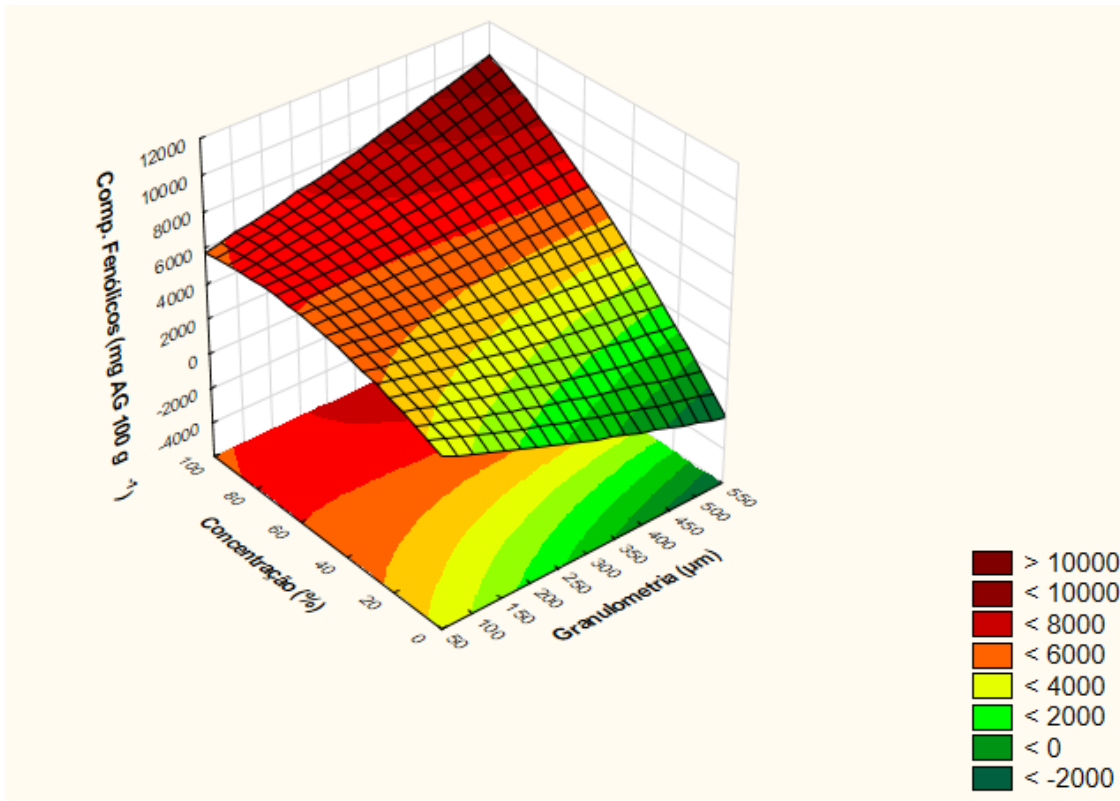


De forma geral, foi possível definir uma temperatura ótima de extração, uma vez que os resultados mostraram eficiência de extração para altas e baixas temperaturas (Figuras 7 e 8). No entanto, deve-se evidenciar que foi possível extrair elevadas concentrações de compostos fenólicos em baixas temperaturas (< 30 °C), tais como, temperatura ambiente, que resulta em economia de energia e facilidade de controle térmico.

Na Figura 9 é apresentada a superfície de resposta que avalia o efeito das variáveis independentes, concentração de solvente e granulometria sobre a concentração de compostos fenólicos.

Observando a superfície de resposta (Figura 9), verificou-se que existe uma tendência de extração com elevadas concentrações de líquido iônico e elevadas granulometrias. Em concentrações baixa de solvente, a granulometria não influenciou muito na extração dos compostos fenólicos.

De forma geral, a concentração de líquido iônico mostrou ser o principal fator na extração de compostos fenólicos, pois os pontos de máxima extração foram sempre observados para elevadas concentrações do solvente. Estes resultados são indicativos do grande potencial que os líquidos iônicos possuem como soluções extratoras de compostos fenólicos. A granulometria das partículas de erva mate mostrou-se influente para elevados valores (> 500  $\mu\text{m}$ ) ou para baixos valores (< 75  $\mu\text{m}$ ), dependendo das outras condições de operação.

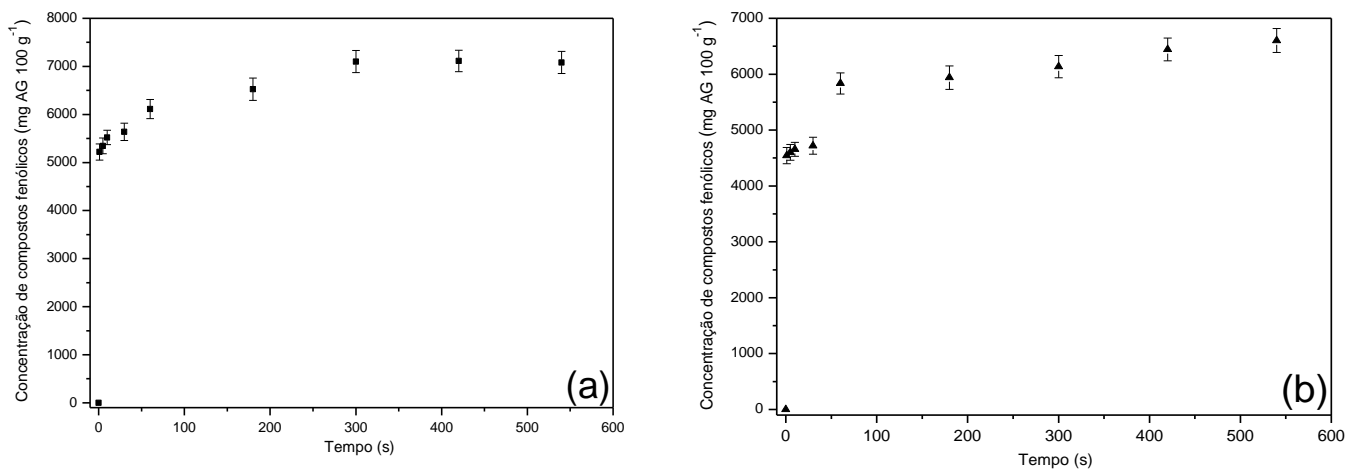


**Figura 9.** Superfície de resposta para o efeito da concentração (%) e granulometria ( $\mu\text{m}$ ) sobre a extração de compostos fenólicos ( $\text{mg AG } 100 \text{ g}^{-1}$ )

### 3.2.3 Estudo cinético

O estudo cinético para extração de compostos fenólicos utilizando o líquido iônico acetato 2-hidroxietanolamina foi realizado a partir das melhores condições do delineamento experimental. Inicialmente, pela Tabela 5, a concentração de compostos fenólicos extraídos pelo acetato de 2-hidroxietanolamina foi superior à de álcool etílico, em todos os 17 ensaios. Desta forma, a avaliação dos pontos ótimos foi baseada somente no delineamento experimental do líquido iônico.

O resultado deste delineamento experimental mostrou uma tendência de melhor extração de compostos fenólicos em duas condições. Pela Figura 7, foi observado dois pontos distintos em que houve elevada extração dos compostos fenólicos. A primeira em elevadas temperaturas e granulometria (Teste 1) e a segunda em baixas temperaturas e granulometrias (Teste 2). Desta forma, para compreensão destes resultados, foi realizada a avaliação da cinética de extração para os dois casos. A concentração de líquido iônico foi fixada em 80%, pois conforme já discutido, a extração é mais eficiente para elevadas concentrações deste solvente. Para o Teste 1, os ensaios cinéticos foram conduzido à 80 °C e com partículas de erva mate de 500  $\mu\text{m}$ , enquanto que o Teste 2 foi realizado à 20 °C com partículas de 75  $\mu\text{m}$  (Tabela 3). Os resultados das curvas cinéticas para as duas condições são ilustrados na Figura 7.



**Figura 10.** Curvas de cinética de extração para o Teste 1 (a) e para o Teste 2 (b)

Pela Figura 10, conforme esperado pelos resultados encontrados pelo delineamento experimental (Figura 7), ambos os estudos cinéticos foram eficientes na extração de compostos fenólicos presentes na erva mate.

O estudo cinético das duas condições de operação (Figura 10) apresentou já nos primeiros minutos, elevada concentração de compostos fenólicos. Logo, a extração de significativa quantidade destes compostos ocorreu muito rapidamente. Como mencionado anteriormente, isso pode ter acontecido devida à maior penetração do líquido iônico na erva mate, permitindo a dissolução mais rápida dos compostos fenólicos.

No Teste 1 (Figura 10.a), o tempo de equilíbrio de extração dos compostos fenólicos presentes na erva mate foi de 5 horas, extraindo aproximadamente 7000 mg AG 100 g<sup>-1</sup>. Este parâmetro é definido como o tempo necessário para que o sistema sólido-líquido entre em equilíbrio, sendo observado a partir do momento em que a concentração de compostos fenólicos presente no extrato permaneça constante.

No Teste 2 (Figura 10. b), a concentração de compostos fenólicos a partir de 1 hora continuou apresentando pequena variação em função do tempo. Neste caso, uma hipótese é que para este teste, o tempo de equilíbrio foi de 1 hora. Outra hipótese é que o tempo de equilíbrio é superior à 9 horas, uma vez que a concentração de compostos fenólicos continuou aumentando até este período de tempo que foi avaliado. A concentração de compostos fenólicos extraídas no tempo de 9 horas foi de 6500 mg AG 100 g<sup>-1</sup>, resultado muito próximo ao encontrado no Teste 1.

Segundo Lima, et al. (2017), verificou-se que a extração de compostos fenólicos presentes na uva forneceu uma extração eficiente em baixas temperaturas e o equilíbrio sólido-líquido foi atingido em um tempo de 1 hora, isso evidencia a primeira hipótese feita para a Figura 10 b. Salieta também que a solução aquosa de líquidos iônicos apresentam condições poderosas de extração.

Desta forma, a avaliação da cinética de extração mostrou que os tempos de equilíbrio foram diferentes para as duas condições de operação, indicando que o processo de extração dos compostos fenólicos foi diferente, quando conduzido com elevadas temperaturas e granulometrias das partículas de erva mate ou com baixas temperaturas e granulometrias dessas partículas.

#### 4. CONCLUSÕES

O ensaio preliminar e o delineamento experimental mostrou que os líquidos iônicos foram mais eficientes na extração de compostos fenólicos presentes na erva mate quando comparados com álcool etílico, solvente orgânico convencionalmente utilizado para este processo. Estes resultados confirmaram a hipótese de que os líquidos iônicos são uma nova alternativa de solvente de extração.

Na extração utilizando álcool etílico, a temperatura do processo, até a temperatura de ebulição do solvente, influenciou positivamente na quantidade de compostos fenólicos extraídos. No entanto, na extração utilizando o líquido iônico, a temperatura não exerceu muita influência. Para este solvente, a concentração foi o parâmetro que mais influenciou na extração dos compostos fenólicos. O delineamento experimental também mostrou que a extração de compostos fenólicos pode ser eficiente conduzindo o processo em baixas temperaturas. Neste caso, é necessário utilizar as partículas de erva mate com baixa granulometria.

A cinética de extração mostrou que conduzindo o processo em condições experimentais otimizadas, elevadas temperaturas, granulometrias e concentração do solvente, o tempo de equilíbrio desta operação é de aproximadamente 5 horas.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREO, D; JORGE, N. Antioxidantes naturais: técnicas de extração. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 24, n. 2, 2006.

ANGELO, M. P; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos-uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)**, v. 66, n. 1, p. 01-09, 2007.

BERTÉ, S. A Kleber A. **Tecnologia da erva-mate solúvel**. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Paraná. 2011.

Bucić-Kojić, A; Planinić, M; Tomas, S; Bilić, M; Velić, D. BUCIC-KOJIC, A, et al. Study of solid-liquid extraction kinetics of total polyphenols from grape seeds. **Journal of Food Engineering**, v. 81, n. 1, p. 236-242, 2007.

CHAICOUSKI, A; SILVA, J. E; TRINDADE, J. L. F; CANTERI, M. H. G. Determinação da quantidade de compostos fenólicos totais presentes em extratos líquidos e seco de erva-mate (*Ilex paraguariensis*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 16, n. 1, p. 33-41, 2014.

CONSORTI, C. S; SOUZA, R. D; DUPONT, J; SUAREZ, P. A. Líquidos iônicos contendo o cátion dialquilimidazólio: estrutura, propriedades físico-químicas e comportamento em solução. **Quim. Nova**, v. 24, n. 6, p. 830-837, 2001.

DUPONT, J. Economia de átomos, engenharia molecular e catálise organometálica bifásica: conceitos moleculares para tecnologias limpas. **Química nova**. São Paulo. Vol. 23, n. 6 (nov./dez. 2000), p. 825-831, 2000.

DUTRA, F. L. G; HOFFMANN-RIBANI, R.; RIBANI, M. Determinação de compostos fenólicos por cromatografia líquida de alta eficiência isocrática durante estacionamento da erva-mate. **Química Nova**, v. 33, n. 1, p. 119-123, 2010.

ESMELINDRO, M. C; TONIAZZO, G; WACZUK, A., DARIVA, C; OLIVEIRA, D. D. Caracterização físico-química da erva-mate: influência das etapas do

processamento industrial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 2, p. 193-204, 2002.

FRANZOI, A. C; BRONDANI, D; ZAPP, E; MOCCELINI, S. K; FERNANDES, S. C; VIEIRA, I. C; DUPONT, J. Incorporação de líquidos iônicos e nanopartículas metálicas na construção de sensores eletroquímicos. **Química Nova**, v. 34, n. 6, p. 1042-1050, 2011.

FURLONG, E. B; COLLA, E; BORTOLATO, D. S; BAISCH, A. L. M; SOARES, L. A. D. S. Avaliação do potencial de compostos fenólicos em tecidos vegetais. **Dep. de Química**, p. 105-114, 2003.

Lima, Á. S; Soares, C. M. F; Paltram, R; Halbwirth, H., Bica, K. Extraction and consecutive purification of anthocyanins from grape pomace using ionic liquid solutions. **Fluid Phase Equilibria**, v. 451, p. 68-78, 2017.

MAZUCHOWSKI, Z. J. **A cultura da Erva Mate**. 2ª edição. Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural. Paraná, 1991. 36 p.

Ogeda, T. L; Petri, D. F. Hidrólise enzimática de biomassa. **Química nova**, v. 33, n. 7, p. 1549-1558, 2010.

PRADO, A. G. Química verde, os desafios da química do novo milênio. **Química Nova**, v. 26, n. 5, p. 738-744, 2003.

Ribeiro, B. D; Coelho, M. A. Z; Rebelo, L. P. N; Marrucho, I. M. Ionic liquids as additives for extraction of saponins and polyphenols from mate (*Ilex paraguariensis*) and tea (*Camellia sinensis*). **Industrial e Engineering Chemistry Research**, v. 52, n. 34, p. 12146-12153, 2013.

SHAIKI, F; NACZK, M. Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications. Lancaster: **Technomic Publishing**, p. 281-319. 1995.

TURKMEN, N; SARI, F; VELIOGLU, Y. S. Effects of extraction solvents on concentration and antioxidant activity of black and black mate tea polyphenols



determined by ferrous tartrate and Folin–Ciocalteu methods. **Food chemistry**, v. 99, n. 4, p. 835-841, 2006.

VASCONCELOS, S. NS; PIZZUTI, L. Síntese do Líquido Iônico HEXAFLUOROFOSFATO de 1-BUTIL-3-METILIMIDAZÓLIO [BMIM][PF<sub>6</sub>]. Universidade Santa Cecília. **Revista Ceciliana Dez** 4(2): 90-93, 2012.

VOIGT, R. Pharmazeutische Technologie. 9.ed., Stuttgart: Deutsch Apotheker, 2005.

WENDLING, I; DUTRA, L. F; GROSSI, F. Notas Científicas Produção e sobrevivência de miniestacas e minicepas de erva-mate cultivadas em sistema semi-hidropônico. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v. 42, n. 2, p. 289-292, 2007.

ZAMPIER C. A. Avaliação dos níveis de nutrientes, cafeína e taninos após adubação mineral e orgânica, e sua relação com a produtividade. Tese de doutorado. **Setor de Ciências Agrárias**, Universidade federal do paraná. 2001.

**ANEXO 1.** Normas da Revista Brazilian Journal of Food Technology.**INSTRUÇÃO AOS AUTORES**

A Revista Brazilian Journal of Food Technology (BJFT) é uma publicação eletrônica de fluxo contínuo, com acesso livre, cujo propósito é publicar resultados de pesquisas originais e informações tecnológicas que contribuam para a disseminação de novos conhecimentos relacionados à produção e avaliação de alimentos nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia de alimentos e nutrição (não clínica) no Brasil. São aceitos manuscritos de abrangência nacional ou internacional, que apresentem novos conceitos ou abordagens experimentais e que não sejam apenas repositórios de dados científicos.

A revista publica em português, inglês e espanhol artigos inéditos e autênticos, notas científicas, artigos de revisão, relato de caso, resenha crítica de livro, comentário de artigo e comunicação rápida. A submissão do manuscrito pressupõe que o mesmo conteúdo não tenha sido publicado nem esteja em análise para publicação em qualquer outro veículo de divulgação. O conteúdo do artigo será de inteira responsabilidade do(s) autor(es), que serão obrigados a fornecer retrações ou correções de erros, se necessário.

Trabalhos que contemplam especificamente metodologias analíticas são aceitos para publicação desde que elas sejam inovadoras ou proporcionem aperfeiçoamentos significativos de métodos já existentes. Fica a critério dos editores, dependendo da relevância do tema, a aceitação de trabalhos que tenham resultados da análise de produtos industrializados sem informações que permitam reproduzir a sua fabricação. Não são aceitos para publicação trabalhos que visam essencialmente à propaganda comercial.

O manuscrito submetido à publicação no BJFT é avaliado previamente por um Editor e, dependendo da qualidade geral do trabalho, nesta etapa pode ser rejeitado ou retornar aos autores para adequações ou seguir para revisão por dois Revisores ad hoc. Todo o processo de revisão por pares é anônimo (double blind review). Os pareceres dos revisores são enviados para o Editor Associado, que

emite um parecer para qualificar a pertinência de publicação do manuscrito. Caso haja discordância entre os pareceristas, outros Revisores poderão ser consultados. Quando há possibilidade de publicação, os pareceres dos revisores e do Editor Associado são encaminhados aos Autores, para que verifiquem as recomendações e procedam às modificações pertinentes. As modificações feitas pelos autores devem ser destacadas no texto em cor diferente. Não há limite para o número de revisões, sendo este um processo interativo cuja duração depende da agilidade dos Revisores e do Editor em emitir pareceres e dos Autores em retornar o artigo revisado. No final do processo de avaliação, cabe ao Editor Chefe a decisão final de aprovar ou rejeitar a publicação do manuscrito, subsidiado pela recomendação do Editor Associado e pelos pareceres dos revisores. Este sistema de avaliação por pares é o mecanismo de auto regulação adotado pela Revista para atestar a credibilidade das pesquisas a serem publicadas.

Quando o trabalho apresentar resultados de pesquisa envolvendo a participação de seres humanos, em conformidade a Resolução nº466/12 do Conselho Nacional de Saúde, informar o número do processo de aprovação do projeto por um Comitê de Ética em Pesquisa.

Os artigos são publicados em ordem de aprovação, na versão on-line da Revista <http://bjft.ital.sp.gov.br> e na biblioteca eletrônica SciELO - Scientific Electronic Library Online.

O BJFT recebe apoio do Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, vinculado à Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.

## AUTORIA

São considerados autores aqueles com efetiva contribuição intelectual e científica para a realização do trabalho, participando de sua concepção, execução, análise, interpretação ou redação dos resultados, aprovando seu conteúdo final. Havendo interesse dos autores, os demais colaboradores, como, por exemplo, fornecedores de insumos e amostras, aqueles que ajudaram a obter recursos e infraestrutura e

patrocinadores, devem ser citados na seção de agradecimentos. O autor de correspondência é responsável pelo trabalho perante a Revista e, deve informar a contribuição de cada coautor para o desenvolvimento do estudo apresentado.

## DOCUMENTAÇÃO EXIGIDA

### Termo de Responsabilidade

Assinando o Termo de Responsabilidade, os autores assumem o compromisso de:

- Que o manuscrito enviado para publicação na revista Brazilian Journal of Food Technology é um trabalho original e que não foi publicado nem está sendo considerado para publicação em outra revista, em parte ou na íntegra, independentemente do idioma, quer seja no formato impresso ou no eletrônico;
- Ter participado suficientemente do trabalho para tornar pública sua responsabilidade pelo seu conteúdo;
- Ter revisado e aprovado a forma final do manuscrito, na sua totalidade;
- Que cumpre com os critérios de autoria da revista Brazilian Journal of Food Technology e que não foram omitidos nomes de outros indivíduos qualificados para serem autores do artigo;
- Que, se solicitado, concorda em fornecer ou cooperar na obtenção de dados e de informações relacionadas à precisão e à integridade de qualquer parte do trabalho;
- Que está ciente de que o conteúdo do periódico, exceto onde está identificado, é licenciado sob uma Licença Creative Commons BY - Atribuição 4.0 Não Adaptada (CC BY 4.0);
- Que concorda com a indicação do Autor para Correspondência.

## NORMAS PARA SUBMISSÃO

### 1. CONTEÚDO E CLASSIFICAÇÃO DOS DOCUMENTOS PARA PUBLICAÇÃO

Serão aceitos manuscritos de abrangência nacional e/ou internacional que apresentem novos conceitos ou abordagens experimentais e que não sejam apenas repositórios de dados científicos. Trabalhos que contemplam especificamente metodologias analíticas serão aceitos para publicação desde que elas sejam inovadoras ou proporcionem aperfeiçoamentos significativos de métodos já existentes. Ficará a critério dos editores, a depender da relevância do tema, a aceitação de trabalhos que tenham resultados da análise de produtos industrializados sem informações que permitam reproduzir a sua obtenção. Não serão aceitos para publicação trabalhos que visam essencialmente à propaganda comercial.

Os documentos publicados no BJFT classificam-se nas seguintes categorias:

1.1. ARTIGOS CIENTÍFICOS ORIGINAIS: São trabalhos que relatam a metodologia, os resultados finais e as conclusões de pesquisas originais, estruturados e documentados de modo que possam ser reproduzidos com margens de erro iguais ou inferiores aos limites indicados pelo autor. O trabalho não pode ter sido previamente publicado, exceto de forma preliminar como nota científica ou resumo de congresso.

1.2. ARTIGOS DE REVISÃO: São extratos inter-relacionados da literatura disponível sobre um tema que se enquadre no escopo da revista e que contenham conclusões sobre o conhecimento disponível. Preferencialmente devem ser baseados em literatura publicada nos últimos cinco anos.

1.3 NOTAS CIENTÍFICAS: São relatos parciais de pesquisas originais que, devido à sua relevância, justificam uma publicação antecipada. Devem seguir o mesmo padrão do Artigo Científico, podendo ser, posteriormente, publicadas de forma completa como Artigo Científico.

1.4. RELATOS DE CASO: São descrições de casos, cujos resultados são tecnicamente relevantes.

1.5. RESENHAS CRÍTICA DE LIVRO: Trata-se de uma análise de um ou mais livros impressos ou online, que apresenta resumo e análise crítica do conteúdo.

1.6. COMENTÁRIOS DE ARTIGOS: Um documento cujo objeto ou foco é outro artigo ou outros artigos.

1.7. COMUNICAÇÕES RÁPIDAS: Atualização de uma pesquisa ou outros itens noticiosos.

Os manuscritos podem ser apresentados em português, inglês ou espanhol.

## 2. ESTILO E FORMATAÇÃO

### 2.1. FORMATAÇÃO.

- Editor de Textos Microsoft WORD 2010 ou superior, não protegido.
- Fonte Arial 12, espaçamento duplo entre linhas. Não formate o texto em múltiplas colunas.
- Página formato A4 (210 x 297 mm), margens de 2 cm.
- Todas as linhas e páginas do manuscrito deverão ser numeradas sequencialmente.
- A itemização de seções e subseções não deve exceder 3 níveis.
- O número de páginas, incluindo Figuras e Tabelas no texto, não deverá ser superior a 20 para Artigos Científicos Originais e de Revisão e a 9 para os demais tipos de documento. Sugerimos que a apresentação e discussão dos resultados seja a mais concisa possível.
- Use frases curtas.

2.2. UNIDADES DE MEDIDAS: Deve ser utilizado o Sistema Internacional de Unidades (SI) e a temperatura deve ser expressa em graus Celsius.

2.3. TABELAS E FIGURAS: Devem ser numeradas em algarismos arábicos na ordem em que são mencionadas no texto. Seus títulos devem estar imediatamente acima das Tabelas e imediatamente abaixo das Figuras e não devem conter unidades. As unidades devem estar, entre parênteses, dentro das Tabelas e nas

Figuras. Fotografias devem ser designadas como Figuras. A localização das Tabelas e Figuras no texto deve estar identificada.

As TABELAS devem ser editadas utilizando os recursos próprios do editor de textos WORD para este fim, usando apenas linhas horizontais. Devem ser autoexplicativas e de fácil leitura e compreensão. Notas de rodapé devem ser indicadas por letras minúsculas sobrescritas. Demarcar primeiramente as colunas e depois as linhas e seguir esta mesma sequência para as notas de rodapé.

As FIGURAS devem ser utilizadas, de preferência, para destacar os resultados mais expressivos. Não devem repetir informações contidas em Tabelas. Devem ser apresentadas de forma a permitir uma clara visualização e interpretação do seu conteúdo. As legendas devem ser curtas, auto-explicativas e sem bordas. As Figuras (gráficos e fotos) devem ser coloridas e em alta definição (300 dpi), para que sejam facilmente interpretadas. As fotos devem estar na forma de arquivo JPG ou TIF. As Figuras devem ser enviadas (File upload) em arquivos individuais, separadas do texto principal, na submissão do manuscrito. Estes arquivos individuais devem ser nomeados de acordo com o número da figura. Ex.: Fig1.jpg, Fig2.tif etc.

2.4. EQUAÇÕES: As equações devem aparecer em formato editável e apenas no texto, ou seja, não devem ser apresentadas como figura nem devem ser enviadas em arquivo separado.

Recomendamos o uso do MathType ou Editor de Equações, tipo MS Word, para apresentação de equações no texto. Não misture as ferramentas MathType e Editor de Equações na mesma equação, nem tampouco misture estes recursos com inserir símbolos. Também não use MathType ou Editor de Equações para apresentar no texto do manuscrito variáveis simples (ex.,  $a=b^2+c^2$ ), letras gregas e símbolos (ex.,  $\alpha$ ,  $-\infty$ ,  $\Delta$ ) ou operações matemáticas (ex.,  $x$ ,  $\pm$ ,  $\geq$ ). Na edição do texto do manuscrito, sempre que possível, use a ferramenta “inserir símbolos”.

Devem ser citadas no texto e numeradas em ordem sequencial e crescente, em algarismos arábicos entre parênteses, próximo à margem direita.

2.5. ABREVIATURAS e SIGLAS: As abreviaturas e siglas, quando estritamente necessárias, devem ser definidas na primeira vez em que forem mencionadas. Não use abreviaturas e siglas não padronizadas, a menos que apareçam mais de 3 vezes no texto. As abreviaturas e siglas não devem aparecer no Título, nem, se possível, no Resumo e Palavras-chave.

## 2.6 NOMENCALTURA:

Reagentes e ingredientes: preferencialmente use o nome internacional não-proprietário (INN), ou seja, o nome genérico oficial.

Nomes de espécies: utilize o nome completo do gênero e espécie, em itálico, no título (se for o caso) e no manuscrito, na primeira menção. Posteriormente, a primeira letra do gênero seguida do nome completo da espécie pode ser usado.

## 3. ESTRUTURA DO ARTIGO.

PÁGINA DE ROSTO: título, título abreviado, autores/filiação (deverá ser submetido como Title Page).

3.1. TÍTULO: Deve ser claro, preciso, conciso e identificar o tópico principal da pesquisa. Usar palavras úteis para indexação e recuperação do trabalho. Evitar nomes comerciais e abreviaturas. Se for necessário usar números, esses e suas unidades devem vir por extenso. Gênero e espécie devem ser escritos por extenso e itálico; a primeira letra em maiúscula para o gênero e em minúscula para a espécie. Incluir nomes de cidades ou países apenas quando os resultados não puderem ser generalizados para outros locais. Deve ser escrito em caixa alta e não exceder 150 caracteres, incluindo espaços. O manuscrito em português ou espanhol deve também apresentar o Título em inglês e o manuscrito em inglês deve incluir também o Título em português.

3.2. TITULO ABREVIADO (RUNNING HEAD): Deve ser escrito em caixa alta e não exceder 50 caracteres, incluindo espaços.

3.3. AUTORES/FILIAÇÃO: São considerados autores aqueles com efetiva contribuição intelectual e científica para a realização do trabalho, participando de



sua concepção, execução, análise, interpretação ou redação dos resultados, aprovando seu conteúdo final. Havendo interesse dos autores, os demais colaboradores, como, por exemplo, fornecedores de insumos e amostras, aqueles que ajudaram a obter recursos e infraestrutura e patrocinadores, devem ser citados na seção de agradecimentos. O autor de correspondência é responsável pelo trabalho perante a Revista e, deve informar a contribuição de cada coautor para o desenvolvimento do estudo apresentado.

Devem ser fornecidos os nomes completos e por extenso dos autores, seguidos de sua filiação completa (Instituição/Departamento, cidade, estado, país) e endereço eletrônico (e-mail). O autor para correspondência deverá ter seu nome indicado e apresentar endereço completo para postagem.

Para o autor de correspondência:

Nome completo (\*autor correspondência)

Instituição/Departamento (Nome completo da Instituição de filiação quando foi realizada a pesquisa)

Endereço postal completo (Logradouro/CEP / Cidade / Estado / País)

Telefone

e-mail (não utilizar os provedores hotmail e uol no cadastro do autor de correspondência, pois o sistema de submissão online ScholarOne, utilizado pela revista, não confirma a solicitação de envio de e-mail feita por estes provedores)

Para co-autores:

Nome completo

Instituição/Departamento (Nome completo da Instituição de filiação quando foi realizada a pesquisa)

Endereço (Cidade / Estado / País)

e-mail

DOCUMENTO PRINCIPAL: título, resumo, palavras-chave, texto do artigo com a identificação de figuras e tabelas

Artigo científico original, nota científica e relato de caso deverão conter os seguintes tópicos: Título; Resumo; Palavras-chave; Introdução com Revisão de Literatura; Material e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusões; Agradecimentos (se houver) e Referências.

Artigo de revisão bibliográfica deverá conter os seguintes tópicos: Título; Resumo; Palavras-chave; Introdução e Desenvolvimento (livre); Conclusão; Agradecimentos (se houver) e Referências.

A estruturação dos demais tipos de documentos é livre.

3.4. RESUMO: Deve incluir objetivo(s) ou hipótese da pesquisa, material e métodos (somente informação essencial para a compreensão de como os resultados foram obtidos), resultados mais significativos e conclusões do trabalho, contendo no máximo 2.000 caracteres (incluindo espaços). Não usar abreviaturas e siglas. Os artigos em português ou espanhol devem também apresentar Resumo em inglês e os artigos em inglês devem incluir também o Resumo em português.

3.5. PALAVRAS-CHAVE: Devem ser incluídas no mínimo 6, logo após o Resumo e Abstract, até no máximo 10 palavras indicativas do conteúdo do trabalho, que possibilitem a sua recuperação em buscas bibliográficas. Não utilizar termos que apareçam no título. Usar palavras que permitam a recuperação do artigo em buscas abrangentes. Evitar palavras no plural e termos compostos (com "e" e "de"), bem como abreviaturas, com exceção daquelas estabelecidas e conhecidas na área. Os artigos em português ou espanhol devem também apresentar as Palavras-chave em inglês e os artigos em inglês devem incluir também as Palavras-chave em português..

3.6. INTRODUÇÃO: Deve reunir informações para uma definição clara da problemática estudada, fazendo referências à bibliografia atual, preferencialmente de periódicos indexados, e da hipótese/objetivo do trabalho, de maneira que

permita situar o leitor e justificar a publicação do trabalho. Visando à valorização da Revista, sugere-se, sempre que pertinente, a citação de artigos publicados no BJFT.

3.7. MATERIAL E MÉTODOS: Deve possibilitar a reprodução do trabalho realizado. A metodologia empregada deve ser descrita em detalhes apenas quando se tratar de desenvolvimento ou modificação de método. Neste último caso, deve destacar a modificação efetuada. Todos os métodos devem ser bibliograficamente referenciados ou descritos.

3.8. RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os resultados devem ser apresentados e interpretados dando ênfase aos pontos importantes que deverão ser discutidos com base nos conhecimentos atuais. Deve-se evitar a duplicidade de apresentação de resultados em Tabelas e Figuras. Sempre que possível, os resultados devem ser analisados estatisticamente.

3.9. CONCLUSÕES: Neste item deve ser apresentada a essência da discussão dos resultados, com a qual se comprova, ou não, a hipótese do trabalho ou se ressalta a importância ou contribuição dos resultados para o avanço do conhecimento. Este item não deve ser confundido com o Resumo, nem ser um resumo da Discussão.

3.10. AGRADECIMENTOS: Deve ser feita a identificação completa da agência de fomento, constando seu nome, país e nº do projeto. Outros agradecimentos a pessoas ou instituições são opcionais.

3.11. REFERÊNCIAS.

3.11.1 Citações no Texto

Citação direta: Transcrição textual de parte da obra do autor consultado (Especificar no texto a(s) página(s), volume(s), tomo(s) ou seção(ões) da fonte consultada).

Citação indireta: Texto baseado na obra do autor consultado (Indicar apenas a data).

Nas citações bibliográficas no texto (baseadas na norma ABNT NBR 10520: 2002), as chamadas pelo sobrenome do autor, pela instituição responsável ou título incluído na sentença devem ser em letras maiúsculas e minúsculas e, quando estiverem entre parênteses, devem ser em letras maiúsculas (caixa alta).

Exemplos:

Guerrero e Alzamorra (1998) obtiveram bom ajuste do modelo.

Esses resultados estão de acordo com os verificados para outros produtos (CAMARGO; RASERAS, 2006; LEE; STORN, 2001).

As citações de diversos documentos de um mesmo autor, publicados num mesmo ano, são distinguidas pelo acréscimo de letras minúsculas, em ordem alfabética, após a data e sem espaçamento, conforme a lista de referências. Exemplos:

De acordo com Reeside (1927a)

(REESIDE, 1927b)

Para citação de citação deve-se utilizar a expressão “apud” (citado por, conforme, segundo) após o ano de publicação da referência, seguida da indicação da fonte secundária efetivamente consultada. Exemplos:

“[...] o viés organicista da burocracia estatal e o antiliberalismo da cultura política de 1937, preservado de modo encapuçado na Carta de 1946.” (VIANNA, 1986, p. 172 apud EGATTO, 1995).

Sobre esse assunto, são esclarecedoras as palavras de Silva (1986 apud CARNEIRO, 1981).

### 3.11.2 Referência.

A lista de referências deve seguir o estabelecido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Norma: NBR 6023, de agosto de 2002, na seguinte forma:

- As referências são alinhadas somente à margem esquerda do texto e de forma a se identificar individualmente cada documento, em espaço simples e separadas entre si por espaço duplo.

- O recurso tipográfico (negrito, grifo ou itálico) utilizado para destacar o elemento título deve ser uniforme em todas as referências de um mesmo documento.

- Citar o nome de todos os autores nas Referências, ou seja, não deve ser usada a expressão “et al.”

- Monografias (livros, manuais e folhetos como um todo)

Sobrenome e iniciais dos prenomes do autor (nomes de mais de 1 autor devem ser separados por ponto e vírgula). Título (em negrito): subtítulo. Edição (n. ed.), Local de Publicação: Editora, data de publicação. Número de páginas. Exemplos:

Impressos:

EVANGELISTA, J. Tecnologia de alimentos. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2008. 680 p.

HOROWITZ, W. (Ed.). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18th ed., 3rd rev. Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2010. 1 v.

PERFIL da administração pública paulista. 6. ed. São Paulo: FUNDAP, 1994. 317 p.

Eletrônicos:

SZEMPLENSKI, T. Aseptic packaging in the United State. 2008. Disponível em: <<http://www.packstrat.com>>. Acesso em: 19 maio 2008.

- Parte de monografias (Capítulos de livros, volume, fragmento, parte)

AUTOR DO CAPÍTULO. Título do capítulo. In: AUTOR DO LIVRO. Título do livro (em negrito). Edição. Local de publicação (cidade): Editora, data. Capítulo, página inicial-final da parte. Exemplo:

Impressos:

ZIEGLER, G. Product design and shelf-life issues: oil migration and fat bloom. In: TALBOT, G. (Ed.). Science and technology of enrobed and filled chocolate, confectionery and bakery products. Boca Raton: CRC Press, 2009. Chapter 10, p. 185-210.

Eletrônicos:

TAMPAS de elastômeros: testes funcionais. In: AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Farmacopéia Brasileira. 5. ed. Brasília: ANVISA, 2010. cap. 6, p. 294-299. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/hotsite/cd\\_farmacopeia/pdf/volume1%2020110216.pdf](http://www.anvisa.gov.br/hotsite/cd_farmacopeia/pdf/volume1%2020110216.pdf)>. Acesso em: 22 mar. 2012.

- Teses, dissertações e trabalhos de conclusão de curso

AUTOR. Título (em negrito). Ano de defesa. Número de folhas. Categoria (Grau e área) - Unidade da Instituição, Instituição, Cidade, Data de publicação. Exemplo:

CARDOSO, C. F. Avaliação do sistema asséptico para leite longa vida em embalagem flexível institucional do tipo Bag-in-box. 2011. 160 f. Dissertação (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

- Publicação periódica (Artigos de periódicos)

AUTOR DO ARTIGO. Título do artigo. Título do Periódico (por extenso e negrito), Local de publicação (cidade), volume, número, páginas inicial-final, ano de publicação. Exemplo:

Impressos:

KOMITOPOULOU, Evangelia; GIBBS, Paul A. The use of food preservatives and preservation. International Food Hygiene, East Yorkshire, v. 22, n. 3, p. 23-25, 2011.

Eletrônicos:

INVIOLÁVEL e renovável. EmbalagemMarca, São Paulo, v. 14, n. 162, p. 26, fev. 2013. Disponível em: <<http://issuu.com/embalagemmarca/docs/em162/26>>. Acesso em: 20 maio 2014.

- Trabalho apresentado em evento

AUTOR. Título do trabalho apresentado, seguido da expressão In: NOME DO EVENTO, numeração do evento (se houver), ano e local (cidade) de realização. Título do documento (anais, proceedings, atas, tópico temático, etc.), local: editora, data de publicação. Página inicial e final da parte referenciada. Exemplos:

Impressos:

ALMEIDA, G. C. Seleção classificação e embalagem de olerícolas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA, 2., 2007, Viçosa. Anais... Viçosa: UFV, 2007. p. 73-78.

IUFOST INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CHEMICAL CHANGES DURING FOOD PROCESSING, 1984, Valencia. Proceedings... Valencia: Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, 1984.

Eletrônicos:

MARTARELLO, V. D. Balanço hídrico e consumo de água de laranjeiras. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 5., 2011, Campinas. Anais... Campinas: IAC; ITAL, 2011. 1 CD-ROM.

LUIZ, M. R.; AMORIN, J. A. N.; OLIVEIRA, R. Bomba de calor para desumificação e aquecimento do ar de secagem. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE ENGENHARIA MECÂNICA, 8., 2007, Cusco. Anais eletrônicos... Cusco: PUCP, 2007. Disponível em: <<http://congreso.pucp.edu.pe/cibim8/pdf/06/06-23.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2011.

- Normas técnicas

ÓRGÃO NORMALIZADOR. Número da norma (em negrito): título da norma. Local (cidade), ano. nº de páginas. Exemplos:

ASTM INTERNATIONAL. D 5047-09: standard specification for polyethylene terephthalate film and sheeting. Philadelphia, 2009. 3 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15963: alumínio e suas ligas - chapa lavrada para piso - requisitos. Rio de Janeiro, 2011. 12 p.

- Legislação (Portarias, decretos, resoluções, leis)

Jurisdição (ou cabeçalho da entidade, no caso de se tratar de normas), título, numeração, data e dados da publicação. Exemplos:

Impressos:

BRASIL. Medida provisória no 1.569-9, de 11 de dezembro de 1997. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 14 dez. 1997. Seção 1, p. 29514.

Eletrônicos:

COMISSÃO EUROPÉIA. Regulamento (UE) n. 202/2014, de 03 de março de 2014. Altera o Regulamento (UE) n. 10/2011 relativo aos materiais e objetos de matéria plástica destinados a entrar em contacto com os alimentos. Jornal Oficial da União Europeia, Bruxelas, L 62, 04 abr. 2014. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2014:062:0013:0015:PT:PDF>>. Acesso em: 21 mar. 2014

#### 4. PROCESSO DE AVALIAÇÃO.

O manuscrito submetido à publicação no BJFT é avaliado previamente por um Editor e, dependendo da qualidade geral do trabalho, nesta etapa pode ser rejeitado ou retornar aos autores para adequações ou seguir para revisão por dois Revisores ad hoc. Todo o processo de revisão por pares é anônimo (double blind review). Os pareceres dos revisores são enviados para o Editor Associado, que emite um parecer para qualificar a pertinência de publicação do manuscrito. Caso haja discordância entre os pareceres, outros Revisores poderão ser consultados. Quando há possibilidade de publicação, os pareceres dos revisores e do Editor Associado são encaminhados aos Autores, para que verifiquem as



recomendações e procedam às modificações pertinentes. As modificações feitas pelos autores devem ser destacadas no texto em cor diferente. Não há limite para o número de revisões, sendo este um processo interativo cuja duração depende da agilidade dos Revisores e do Editor em emitir pareceres e dos Autores em retornar o artigo revisado. No final do processo de avaliação, cabe ao Editor Chefe a decisão final de aprovar ou rejeitar a publicação do manuscrito, subsidiado pela recomendação do Editor Associado e pelos pareceres dos revisores. Este sistema de avaliação por pares é o mecanismo de auto regulação adotado pela Revista para atestar a credibilidade das pesquisas a serem publicadas.

Quando o trabalho apresentar resultados de pesquisa envolvendo a participação de seres humanos, em conformidade a Resolução nº 466 de 12 de outubro de 2012, publicada em 2013 pelo Conselho Nacional de Saúde, informar o número do processo de aprovação do projeto por um Comitê de Ética em Pesquisa.

A avaliação prévia realizada pelos Editores considera: Atendimento ao escopo e às normas e da revista; Relevância do estudo; Abrangência do enfoque; Adequação e reprodutibilidade da metodologia; Adequação e atualidade das referências bibliográficas e Qualidade da redação.

A avaliação posterior por Revisores e Editores/Conselheiros considera originalidade, qualidade científica, relevância, os aspectos técnicos do manuscrito, incluindo adequação do título e a qualidade do Resumo/Abstract, da Introdução, da Metodologia, da Discussão e das Conclusões e clareza e objetividade do texto.

A submissão do artigo deve ser online, pelo sistema ScholarOne, acessando no link: <https://mc04.manuscriptcentral.com/bjft-scielo>

Caso não seja usuário do ScholarOne, crie uma conta no sistema via Create an Account na tela de Log in. Ao criar a conta, atente para os campos marcados com \*req.\* pois são obrigatórios. Caso já seja usuário mas esqueceu a senha, utilize o Reset Password na mesma tela.

Caso tenha dúvidas na utilização do sistema use o tutorial (Resources - Help / Site Support) abaixo do Log in. Caso necessite de ajuda use o Help no cabeçalho da página, à extrema direita superior.

Durante a submissão, não usar o botão back do navegador.

Uma carta de apresentação (cover letter) do manuscrito deve ser submetida online via ScholarOne, descrevendo a hipótese/mensagem principal do trabalho, o que apresenta de inédito, a importância da sua contribuição para a área em que se enquadra e sua adequabilidade para a revista Brazilian Journal of Food Technology.

O Termo de Responsabilidade ([http://bjft.ital.sp.gov.br/instrucao\\_autores.php](http://bjft.ital.sp.gov.br/instrucao_autores.php)) deve ser submetido online via ScholarOne, juntamente com os demais arquivos, no item File upload, como “Supplemental file NOT for Review”. Caso não seja possível reunir as assinaturas de todos os autores em um só Termo, cada autor pode enviar seu Termo de Responsabilidade devidamente preenchido e assinado para a Secretaria da Revista ([bjftsec@ital.sp.gov.br](mailto:bjftsec@ital.sp.gov.br)). Vale ressaltar que a submissão não será considerada finalizada, caso algum dos autores não envie o Termo de Responsabilidade