

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

RENATA GOMES ALMEIDA

**OBTENÇÃO DE EXTRATO HIDROETANÓLICO DE GENGIBRE E
AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO
2019

RENATA GOMES ALMEIDA

**OBTENÇÃO DE EXTRATO HIDROETANÓLICO DE GENGIBRE E
AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, de Graduação em Engenharia de Alimentos, do Departamento Acadêmico de Alimentos – DALIM – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – *campus* Campo Mourão, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira de Alimentos.

Orientadora: Prof. Dra. Stéphanie Caroline Beneti.

CAMPO MOURÃO
2019



TERMO DE APROVAÇÃO

OBTENÇÃO DE EXTRATO HIDROETANÓLICO DE GENGIBRE E AVALIAÇÃO DA
ATIVIDADE ANTIOXIDANTE
POR
RENATA GOMES ALMEIDA

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado em 27 de Junho de 2019 as 16 hr como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos. A candidata foi argüida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Prof^a. Dr^a. Stéphanie Caroline Beneti

Prof^a. Dr^a.
Ailey Aparecida Coelho Tanamati

Prof^a. Dr^a.
Leila Larisa Medeiros Marques

Nota: O documento original e assinado pela Banca Examinadora encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos da UTFPR *Campus* Campo Mourão.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por ser a minha fonte de esperança, meu escudo, e minha força. Por tanto amor concedido, por me proteger, guiar e permitir chegar até aqui, sem todo seu amor e misericórdia, nada disso seria possível. O caminho não foi fácil, mas Deus esteve comigo o tempo todo. Obrigada Deus por ser amor, por me amar tanto. Porque Ele vive, posso crer no amanhã!

À minha mãe Piedade, e minha irmã Ludiana, que nunca mediram esforços para me dar suporte, e sempre acreditaram em mim, quando nem eu mesma acreditava mais. Amos vocês duas incondicionalmente. Em especial à minha mãe, a quem agradeço e reconheço todo seu esforço, dedicação, amor e compreensão. Obrigada mãe por seu amor incondicional, por sempre fazer o possível e o impossível por nós, por me dar suporte nos momentos difíceis e vibrar comigo a cada conquista como se fosse sua. Através de cada roupa feita, por cada pontinho costurado foi que cheguei até aqui, essa conquista é nossa, te amo com todo amor que há em mim.

Ao meu namorado Elio Renato, que com muito carinho sempre me incentivou, ajudou e acreditou em mim. Que me encorajou para que eu me mantivesse firme em todas as situações. Obrigada por me amar de uma maneira tão pura e verdadeira, e por sermos tão companheiros, tão um do outro, e me acolher tão bem em sua família, e me fazer ser uma pessoa melhor a cada dia. Sua presença na minha vida durante esta etapa foi fundamental. Te amo muito, você sabe bem o quanto.

Aos amigos que me acompanharam durante esta caminhada, em especial a Amanda Gesser e a Valéria Castro, vocês são e foram muito importantes durante esses anos. Obrigada pela amizade, pelas risadas, pelos dias de bar, sejam eles pra comemorar ou chorar junto, pelos altos e baixos que passamos juntas sem nunca deixarmos de rir de nós mesmas. Amo vocês e levarei vocês pela vida inteira.

À minha orientadora Prof.^a Dra. Stéphanie Caroline Beneti que com muita paciência, eficiência e disposição me auxiliou ao longo desse trabalho com ensinamentos e sugestões que foram indispensáveis.

À banca examinadora, professoras Dra. Ailey Aparecida Coelho Tanamati e Leila Larisa Medeiros Marques pelas correções e sugestões.

Á todos os professores do departamento de Engenharia de Alimentos e dos demais departamentos que me ensinaram, encorajaram e inspiraram. Á todos os servidores do *campus* que sempre foram muito prestativos e gentis. E agradeço a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, por fazer tanto por nós acadêmicos.

Por fim, agradeço de coração todas as pessoas que acreditaram em mim e me apoiaram ao longo desses anos, de uma forma ou de outra, e contribuíram para o meu crescimento até aqui.

A vida de quem inventa de voar é paradoxal, todo dia. É o peito eternamente dividido. É chorar porque queria estar lá, sem deixar de querer estar aqui. É ver o céu e o inferno na partida, o pesadelo e o sonho na permanência. É se orgulhar da escolha que te ofereceu mil tesouros e se odiar pela mesma escolha que te subtraiu outras mil pedras preciosas (...)

O preço é alto. A gente se questiona, a gente se culpa, a gente se angustia. Mas o destino, a vida e o peito às vezes pedem que a gente embarque. Alguns não vão. Mas nós, que fomos, viemos e iremos, não estamos livres do medo e de tantas fraquezas. Mas estamos para sempre livres do medo de nunca termos tentado.

Ruth Manus

RESUMO

ALMEIDA, R. G. **OBTENÇÃO DE EXTRATO HIDRETANÓLICO DE GENGIBRE E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE.** 2019. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos), Departamento de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2019.

A aplicação de antioxidantes é um dos métodos mais utilizados para a redução e retardo de oxidação de óleos e gorduras. O crescente interesse na substituição de antioxidantes sintéticos por naturais em alimentos tem fomentado a pesquisa para identificação de novos compostos antioxidantes de fontes vegetais. As plantas da família *Zingiberaceae*, como o gengibre (*Zingiber Officinale Roscoe*), em geral, apresentam propriedade antioxidante, conferindo aumento de vida de útil de produtos alimentícios. O rizoma do gengibre é um componente comum no emprego alimentar e industrial, especialmente como matéria-prima, para o setor alimentício e farmacêutico. Com base neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial antioxidante do extrato hidroetanólico, etanólico e aquoso de gengibre, utilizando rizomas de gengibre *in natura*. Os extratos foram analisados quanto à capacidade antioxidante por meio do método DPPH, e comparados ao antioxidante Trolox, com resultados expressos em TEAC (Atividade antioxidante equivalente ao Trolox). A atividade antioxidante foi avaliada de duas maneiras, em concentração de compostos antioxidantes presentes no extrato, expressa em equivalente de Trolox por grama de amostra ($\mu\text{mol ET. g}^{-1}$), e pelo percentual de inibição de oxidação do radical DPPH, dado em porcentagem de atividade antioxidante. O extrato aquoso, hidroetanólico e etanólico de gengibre apresentaram concentração de compostos antioxidantes de 2,45, 2,75, e 2,47 $\mu\text{mol ET.g}^{-1}$, respectivamente. Em termos de porcentagem apresentaram 29,25 %, 38,97 % e 34,87 % para o extrato aquoso, hidroetanólico e etanólico, respectivamente. Os resultados em (%AA) indicam que o gengibre tem potencial fonte de antioxidantes naturais, possivelmente podendo ser utilizado como substituinte aos antioxidantes sintéticos amplamente utilizados pela indústria de alimentos, tendo em consideração a preocupação dos consumidores com a toxicidade desses aditivos.

Palavras-chaves: Gengibre, antioxidantes, antioxidante natural, método DPPH.

ABSTRACT

ALMEIDA, R. G. **OBTAINING HYDROETHANOLIC EXTRACT OF GINGER AND EVALUATION OF ANTIOXIDANT ACTIVITY**. 2019. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos). Departamento de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2019.

The antioxidants application is one of the most used method for decreasing and retarding oils and fats oxidation. The food industry growing interest in replacing synthetic antioxidants for natural ones demands continuous research to identify novel antioxidant compounds from plant sources. Plants from the *Zingiberaceae* family, like the ginger (*Zingiber Officinale Roscoe*), often displays antioxidant property, increasing the useful life of food products. Ginger rhizome is an ordinary component in food and industrial applications, especially as a raw material for the food and pharmaceutical industry. In addition, it is popularly known as medicinal treatment for colds and flu. Based on that, the aim of this work was to evaluate the antioxidant potential of hydroethanolic, ethanolic and aqueous ginger extracts obtained from in nature ginger rhizomes. The antioxidant capacity of the extracts were analyzed through the DPPH method, and compared to the Trolox antioxidant, with results expressed in TEAC (Antioxidant activity equivalent to Trolox). The antioxidant activity of the extracts were evaluated through both concentration of antioxidant compounds present in the extract, expressed in Trolox equivalent per gram of sample ($\mu\text{mol ET.g}^{-1}$), and by the percentage of radical oxidation inhibition DPPH, expressed in percentage of antioxidant activity. The aqueous, hydroethanolic and ethanolic ginger extracts obtained showed antioxidants compounds concentrations of 2.45, 2.75, and 2.47 $\mu\text{mol ET.g}^{-1}$, respectively. In terms of percentage it was found 29.25%, 38.97% and 34.87% for the aqueous, hydroethanolic and ethanolic extract, respectively. The results in terms of (% AA) indicates that ginger is a potential source for natural antioxidants, that may be used as substitute of synthetic ones, widely used in the food industry nowadays and constantly source of concern due to its toxicity.

Keywords: Ginger, antioxidants, natural antioxidant, DPPH method.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: <i>Zingiber officinale</i> Roscoe: visão geral da planta e detalhes das flores.....	13
Figura 2: Estrutura química dos antioxidantes sintéticos BHA, BHT, PG, TBHQ.....	17
Figura 3: Estrutura química do gingerol e shogaol.....	18
Figura 4: Curva padrão de trolox para a concentração de antioxidantes dos extratos de gengibre avaliados pelo método DPPH	25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL.....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1 GENGIBRE	13
3.2 ANTIOXIDANTES.....	15
3.3 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO ANTIOXIDANTE	20
3.3.1 Método DPPH	20
4 MATERIAIS E MÉTODOS	22
4.1 MATERIAL	22
4.2 PREPARO DAS SOLUÇÕES E OBTENÇÃO DO EXTRATO	22
4.3 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE ATRAVÉS DO MÉTODO DPPH.....	23
4.3.1 Atividade Antioxidante	23
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
6 CONCLUSÃO	30
7 REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

A rancidez oxidativa é a degradação de gorduras devido à presença de oxigênio, é a principal responsável pela deterioração de alimentos ricos em lipídios, pois resulta na alteração de suas características sensoriais. Com a finalidade de adiar o processo de oxidação em alimentos, são utilizadas substâncias capazes de preservá-los por meio do retardamento ou inibição do processo, substâncias essas chamadas de antioxidantes (ORDÓÑEZ, 2005).

Os antioxidantes são de origem sintética ou natural, e podem estar presentes naturalmente ou serem adicionados intencionalmente aos alimentos. Os sintéticos são os mais utilizados pelas indústrias alimentícias e mostram-se eficientes, dentre eles destacam-se o BHT, BHA e TBHQ. No Brasil, o uso destes antioxidantes é controlado pelo Ministério da Saúde, que limita a 200 mg.kg⁻¹ para uso de BHA e TBHQ, e 100 mg.kg⁻¹ para o uso de BHT, como concentrações máximas permitidas (SOUSA et al., 2007; RAMALHO; JORGE, 2006; ANVISA, 2005).

Embora a legislação estabeleça limites para o consumo de antioxidantes sintético, estudos demonstram que o uso frequente destes pode acarretar danos à saúde humana. Visto que alguns compostos dos antioxidantes sintéticos podem causar o desenvolvimento de efeitos colaterais como alergias, envelhecimento precoce e possíveis ações promotoras de câncer. Com isso, pesquisas vêm sendo realizadas com o intuito de substituí-los por antioxidantes naturais, em virtude destes questionamentos (CRUZ, 2014; MESOMO, 2013; ANDREO, 2007; BAUER et al., 2001).

Os antioxidantes naturais estão presentes nos alimentos, e possuem a capacidade de interromper a formação de radicais livres, sendo capazes de reduzir a velocidade das reações de oxidação dos compostos lipídicos presentes nos produtos. Entre os mais utilizados na indústria de alimentos, podem ser citados os tocoferóis, os ácidos fenólicos e os extratos de plantas, como alecrim e sálvia (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2009; RAMALHO; JORGE, 2006).

Os tocoferóis, por ser uns dos mais eficientes antioxidantes naturais, são amplamente aplicados como meio para inibir a oxidação dos óleos e gorduras comestíveis, prevenindo a oxidação dos ácidos graxos insaturados. A legislação

brasileira permite a adição de 500 mg.kg^{-1} de tocoferóis em óleos e gorduras, como aditivos intencionais, com função de antioxidante (DEL RÉ; JORGE, 2012; FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2009; ANVISA, 2005).

Com o aumento da procura por produtos de origem natural, o uso de antioxidantes nas indústrias alimentícias e seus mecanismos funcionais, tem sido amplamente estudado, por estes apresentarem compostos que possuem capacidade antioxidante considerável (BIASSI, 2016; DALGÊ, 2014; CASAROTTO, 2013; BEAL, 2006).

Dentre as matérias primas vegetais empregadas nos estudos dos processos de extração, encontra-se o gengibre. O gengibre é uma planta herbácea, seu rizoma é considerado uma especiaria, sendo comercializado *in natura*, em conserva, cristalizado, seco ou desidratado. O uso comercial envolve setores alimentícios, cosméticos e farmacêuticos, pois suas propriedades medicinais e terapêuticas estão difundidas popularmente há anos (CHAVES et al., 2012; NEGRELLE et al., 2005; ELPO 2004; MAGALHÃES et al., 1997).

O extrato de gengibre pode ser considerado um possível substituto para antioxidantes sintéticos, por apresentar um elevado teor de compostos fenólicos, que atuam tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo de degradação (OLIVEIRA et al., 2009; MURCIA et al., 2004).

Andreo (2007), avaliou a capacidade antioxidante do extrato de gengibre adicionado ao óleo de soja em teste de estocagem acelerada e concluiu que o extrato etanólico de gengibre foi capaz de prevenir a oxidação lipídica à temperatura de 60°C . Este autor indicou o extrato como um possível antioxidante natural em óleos, gorduras e alimentos gordurosos, ressaltando ainda a necessidade de se aprofundar mais nos estudos do mesmo.

Com o crescente interesse na substituição de antioxidantes sintéticos por naturais, tendo em vista as objeções em torno da adição destes em função de seus efeitos prejudiciais à saúde, a busca por fontes vegetais, e levando-se em consideração que o gengibre contém substâncias com propriedades potencialmente antioxidantes, observou-se a necessidade de estudar mais sobre o efeito do extrato de gengibre. Deste modo, este trabalho tem por objetivo a obtenção do extrato hidroetanólico de gengibre e quantificação de sua atividade antioxidante por meio do

método DPPH. De modo, este trabalho visa contribuir para o aumento dos estudos sobre a utilização do gengibre como um possível antioxidante natural.

2 OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo a obtenção do extrato aquoso, hidroetanólico e etanólico de gengibre e avaliação de sua atividade antioxidante.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obtenção dos extratos de gengibre *in natura*, utilizando como solvente água e etanol nas proporções: água pura, etanol puro, mistura água e etanol na proporção de 50:50, para extração dos compostos antioxidantes;
- Avaliação da atividade antioxidante por meio do método DPPH, comparados ao antioxidante Trolox, com resultados expressos em TEAC (Atividade antioxidante equivalente ao Trolox).

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. GENGIBRE

O gengibre é uma herbácea chamada *Zingiber Officinale Roscoe*, pertencente à família *Zingiberaceae*, composta por parte aérea e por rizoma (Figura 1). Sua parte aérea é constituída por caules articulados eretos, de 30 a 150 cm de altura, com folhas grandes, distintamente dispostas, com larga bainha na base que envolve o caule (LUCIO et al., 2010; GONZAGA; RODRIGUES, 2001; MAGALHÃES et al., 1997). O rizoma do gengibre é articulado, carnoso, revestido de epiderme rugosa e de cor parda, apresenta corpo alongado, um pouco achatado, com ramos fragmentados irregulares (MATOS, 2004).

Figura 1: *Zingiber officinale Roscoe*: visão geral da planta e detalhes das flores.



Fonte: DALGÊ, 2014.

O gengibre é nativo do Sudeste Asiático e Arquipélago Malaio, onde tem sido cultivado e utilizado há anos. Sua propagação e adaptação aconteceram perfeitamente em quase todas as regiões tropicais do mundo, com destaque para a

Jamaica, Nigéria e China (BIASSI, 2016; PRATO, 2010). Atualmente é cultivado em diversos países tropicais e subtropicais, sendo a Índia, China, Nepal, Indonésia e Nigéria, respectivamente, os maiores produtores mundiais de gengibre (MEDEIROS, 2017).

O Brasil, embora seja considerado um dos grandes fornecedores mundiais de gengibre, sua produção é considerada pequena, quando comparado às outras culturas. Está entre os pequenos produtores, sendo a maior parte de sua produção, cerca de 70 – 80 %, voltada para a exportação e comercialização *in natura* (ELPO et al., 2008).

Os principais estados brasileiros produtores de gengibre são Espírito Santo, São Paulo, Santa Catarina e Paraná. No estado do Paraná, a produção concentra-se no município de Morretes, atendendo o comércio interno e externo, sendo o responsável pelo maior volume de exportações brasileiras (TORRES et al., 2012; LUCIO et al., 2010).

O gengibre possui odor aromático, agradável, sabor forte e pungente, é amplamente comercializado em função de seu emprego alimentar e industrial, especialmente como matéria-prima para fabricação de bebidas, perfumes, produtos alimentícios, medicamentos, na indústria farmacêutica por suas propriedades anti-inflamatórias, antibacteriana e antitumoral, e na forma *in natura* (PRATO, 2010; ELPO; NEGRELLE, 2004; MACHADO et al., 2003; GONZAGA, 2001).

Em sua composição, o gengibre apresenta alto teor de água (80 a 90 %) e de amido e fibras (5,4 a 16,2 %). Os rizomas secos apresentam de 1 a 3 % de óleo essencial, sendo este responsável pelo seu sabor característico (MAGALHÃES et al., 1997). A composição do gengibre varia com a espécie, condições de plantio, características do solo, tempo de colheita e armazenamento (ANDREO, 2007; GOVINDARAJAN, 1982).

Embora o gengibre seja comercializado principalmente fresco, também se encontra produtos derivados, como o óleo essencial e a oleorresina. O óleo essencial contém os componentes voláteis responsáveis pelo aroma, enquanto a oleorresina contém, além dos constituintes aromáticos voláteis, os componentes não voláteis, responsáveis pela pungência característica do gengibre (MAGALHÃES et al., 1997).

Os compostos fenólicos presentes no gengibre que conferem o seu sabor forte e peculiar, são principalmente dados pelos gingeróis e shogaóis, responsáveis pela atividade antioxidante da oleorresina (ZANCAN et al., 2002). O gingerol é identificado como principal componente ativo no gengibre fresco. Os shogaóis são os constituintes polifenólicos mais abundantes no rizoma seco, pois são derivados do gingerol após o processamento térmico ou armazenamento em longo prazo (AN et al., 2016; WOHLMUTH et al., 2005).

3.2. ANTIOXIDANTES

Antioxidantes são compostos que diminuem ou impedem a oxidação de substratos oxidáveis. São substâncias capazes de prevenir ou retardar o desenvolvimento do processo oxidativo em lipídios ou outras moléculas responsáveis por alterações na cor, sabor, textura e valor nutricional dos alimentos. Evitando ou bloqueando o início da propagação das reações de oxidação em cadeia. Estruturalmente são compostos aromáticos que possuem pelo menos uma hidroxila (ORDÓÑEZ, 2005).

Os antioxidantes podem ser classificados de acordo com seu mecanismo de ação em primários ou secundários. Alguns exibem mais de um mecanismo de ação ou atividade e, devido a isso, podem ser considerados como antioxidantes de múltipla função. Os antioxidantes primários são compostos fenólicos que promovem a remoção ou inativação dos radicais livres formados durante a iniciação ou propagação da reação, por meio da doação de átomos de hidrogênio a estas moléculas, interrompendo a reação em cadeia (ANDREO, 2007; REISCHE et al., 2002).

Os antioxidantes secundários atuam por meio de vários mecanismos possíveis e não convertem os radicais livres em molécula estáveis. Eles agem como quelantes de metais pró-oxidantes desativando-os, doadores de átomos de hidrogênio a antioxidantes primários, absorvedores da radiação ultravioleta e são capazes de decompor hiperóxidos em espécies não radicais. Comumente promovem a melhora na atuação dos antioxidantes primários (CUTRIM, 2016; REISCHE et al., 2008).

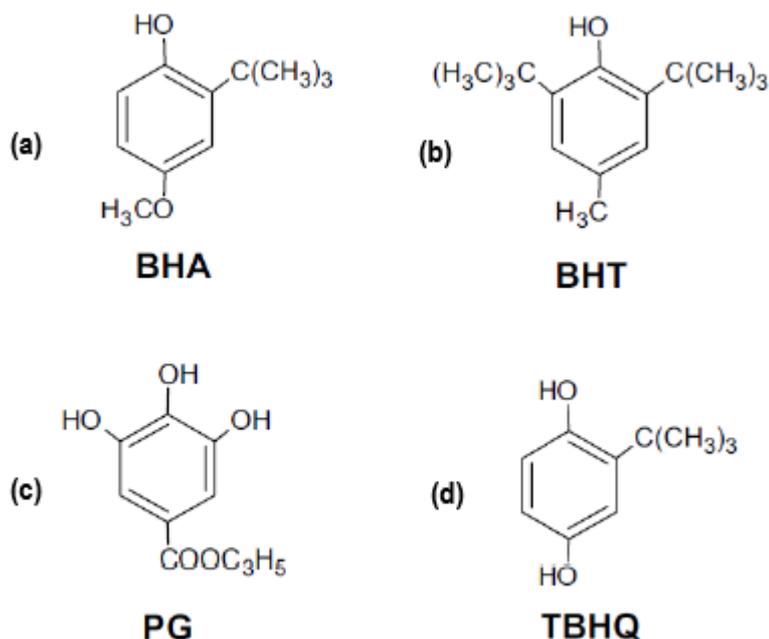
Diante das classificações, os antioxidantes primários mais comumente utilizados em alimentos são compostos sintéticos. Alguns compostos naturais também exercem esta função, no entanto, por meio de mecanismos diferentes. Pertencem a este grupo os tocoferóis e os carotenoides. Os compostos presentes em plantas podem ser incluídos como antioxidantes mistos (CUTRIM, 2016; TIVERON, 2010).

De origem natural ou sintética, os antioxidantes se apresentam naturalmente ou são adicionados intencionalmente aos produtos alimentícios e farmacológicos. Quando adicionados, não devem causar efeitos fisiológicos negativos, nem produzir cores, odores ou sabores anormais. Além de prolongar a vida útil do produto, os antioxidantes reduzem o desperdício de matéria prima, minimizam as perdas nutricionais e aumentam a gama de lipídeos que podem ser utilizados em produtos específicos (DAMODARAN et al., 2010; ORDÓÑEZ, 2005).

Os antioxidantes sintéticos são principalmente compostos fenólicos, e amplamente utilizados em virtude de sua alta capacidade antioxidante e atuação no retardo das reações oxidativas (RIAL, 2014; SILVA et al., 2010). Na indústria de alimentos são os mais empregados para estabilizar óleos, gorduras e alimentos lipídicos (TAKEMOTO et al., 2009).

Os mais empregados na indústria alimentícia são os polifenóis, representados na Figura 2, sendo (a) o butilado hidroxianisol (BHA), (b) o butilado hidrotolueno (BHT), (c) o galato de propila (PG) e (d) o terc-butil hidroquinona (TBHQ). A estrutura fenólica destes compostos permite a doação de um próton a um radical livre gerado no processo de oxidação, interrompendo o mecanismo pelo qual a reação ocorre, e a geração de compostos indesejáveis acontece (DAMODARAN et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2009).

Figura 2: Estrutura química dos antioxidantes sintéticos BHA, BHT, PG, TBHQ.



Fonte: DAMODARAN et al., 2010.

Os antioxidantes sintéticos são substâncias que tiveram seu uso aprovado em alimentos após averiguações que comprovaram sua segurança dentro de um limite de ingestão diária. Diante disso, estão sujeitas às legislações específicas de cada país ou normas internacionais (CUTRIM, 2016; TAKEMOTO et al., 2009). No Brasil, as concentrações máximas permitidas em óleos e gorduras são de 100 mg.kg⁻¹ para o BHT e GP, e 200 mg.kg⁻¹ para o BHA e o TBHQ, e de 200 mg.kg⁻¹ (sobre o teor lipídico) de BHA, BHT, GP e TBHQ em margarinas (ANVISA, 2005).

Embora, os antioxidantes sintéticos sejam efetivos e estáveis, seu uso apresenta à possibilidade de gerar inflamações e efeitos indesejáveis a saúde do consumidor (DAMODARAN et al., 2010; BAUER et al., 2001). A toxicidade apresentada pelos sintéticos e a crescente conscientização dos consumidores pela busca de alimentos com efeitos benéficos e seguro para saúde, e com maior durabilidade, além da preocupação com o caráter não renovável dos antioxidantes sintéticos, têm levado pesquisadores em busca de compostos bioativos que apresentem bom desempenho e que possam ser obtidos de fontes naturais e renováveis (CUTRIM, 2016; RIAL, 2014; BEAL, 2006; BAUER et al., 2001).

Os antioxidantes naturais são moléculas presentes nos alimentos, em pequenas quantidades, que possuem a capacidade de interromper a formação de radicais livres. Desta maneira, são capazes de reduzir a velocidade das reações de oxidação dos compostos lipídicos presentes em determinado produto (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2009).

O termo antioxidante natural é geralmente empregado para definir antioxidantes que ocorrem naturalmente ou que podem ser extraídos de plantas e vegetais. Os principais utilizados em alimentos são o ácido ascórbico, os carotenoides e os compostos fenólicos (tocoferóis, flavonoides, ácidos fenólicos) e extratos de plantas como alecrim e sálvia (CASAROTTO, 2013; POKORNY et al., 2008). Os tocoferóis, por ser um dos melhores da classe, são amplamente aplicados em óleos e gorduras comestíveis e estão presentes na maioria dos óleos vegetais, em alguns tipos de pescado e atualmente são fabricados por síntese (RAMALHO; JORGE, 2006).

Os antioxidantes vegetais são de natureza variada, mas os compostos fenólicos têm sido apontados como responsáveis por maior capacidade antioxidante, sendo representados pelos tocoferóis, flavonóides e isoflavonóides, e outros (MESOMO, 2013; RAZAVI et al., 2008; SACCHETTI et al., 2005).

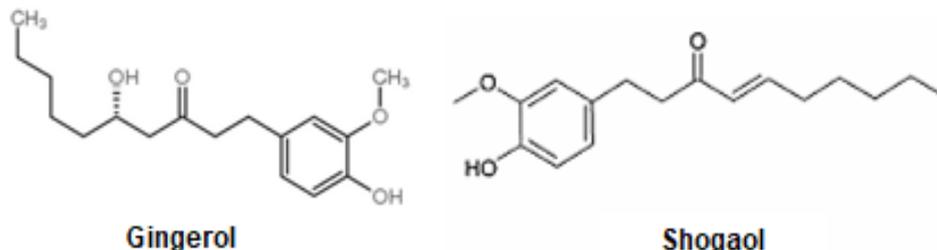
Os compostos fenólicos ou polifenóis, quimicamente são definidos como substâncias que apresentam um anel aromático unido a um ou mais grupos hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais que os confere o poder antioxidante (JIMÉNEZ, 2010; SOUSA et al., 2007). São substâncias amplamente distribuídas na natureza, no reino vegetal existem cerca de cinco mil fenóis, os que mais prevalecem são os flavonoides (antocianinas, flavonóis e seus derivados), ácidos fenólicos (ácido benzoico, cinâmico e seus derivados), cumarinas, fenóis simples, taninos, ligninas e tocoferóis (JIMÉNEZ, 2010).

A atividade antioxidante de compostos fenólicos deve-se principalmente às suas propriedades redutoras e estrutura química. Estas características desempenham um papel importante na neutralização ou sequestro de radicais livres e quelação de metais de transição, agindo tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo (SOUSA et al., 2007; BURNS et al., 2001).

Além de vegetais, plantas, e frutas, ervas e especiarias, como o alecrim e a sálvia, o gengibre também pode ser considerado importante fonte de antioxidantes tendo em conta a elevada quantidade de compostos fenólicos e flavonoides em sua composição (OLIVEIRA et al., 2009). O gengibre apresenta em sua composição os fenólicos gingeróis e shogaóis, o extrato de gengibre tem condições de apresentar uma capacidade antioxidante considerável (KIKUZARI; NIKATANI, 1993). Assim torna-se importante ampliar os conhecimentos sobre a utilização do gengibre como um antioxidante natural que pode exercer proteção contra danos oxidativos.

Na Figura 3, os compostos gingerol e o shogaol, presentes no gengibre apresentam em sua estrutura química, um anel aromático unido a uma hidroxila, e, portanto, são estruturalmente semelhantes aos compostos com propriedades antioxidantes conhecidas em que existe um grupo hidroxilo ligado ao anel aromático. Os quais são responsáveis pela propriedade antioxidante, uma vez que atuam como agentes redutores e doadores de hidrogênio (MESOMO, 2013).

Figura 3: Estrutura química do gingerol e shogaol.



Fonte: MESOMO, 2013.

Como, para identificação de compostos bioativos em fontes naturais é preciso obter um extrato, a extração pode ser realizada por métodos distintos, dentre eles, sendo os tradicionais os métodos de extração utilizando solventes orgânicos (como água, etanol, cetona, éter e metanol) e a extração supercrítica. Comumente etanol e água são os solventes mais empregados para a extração de antioxidantes por razões de higiene e abundância (ANDREO; JORGE, 2006; SHAIKI; NACZK, 1995).

Estudos comparativos para a seleção do solvente ótimo são necessários, pois a atividade dessas substâncias depende dos compostos polifenólicos, uma vez

que a atividade antioxidante máxima é exigida para cada substrato (MOURE et al., 2001). A extração dos compostos fenólicos depende da polaridade do solvente empregado. O rendimento da extração e a determinação da atividade antioxidante dos extratos dependem do tipo de solvente, devido à diferença nos potenciais antioxidantes e à polaridade dos compostos (ANDREO; JORGE, 2006).

3.3. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO ANTIOXIDANTE

A determinação da atividade antioxidante permite conhecer o potencial antioxidante dos alimentos, para avaliar a proteção contra oxidação e deterioração que os compostos antioxidantes presentes neles conferem aos alimentos, contribuindo com a qualidade e o valor nutricional do produto (RIBEIRO, 2011). Apesar do potencial antioxidante de compostos bioativos não poderem ser medidos diretamente, existem técnicas analíticas (químicas, físicas e/ou físico-químicas) para determinação da capacidade antioxidante de compostos bioativos (PEREIRA, 2009).

Há várias metodologias para determinar a atividade antioxidante, entretanto não há uma metodologia universal que possa quantificá-la com precisão, em virtude dos distintos tipos de radicais livres e as suas diferentes formas de atuação nos organismos. Assim é necessário avaliar por ensaios diferentes, contudo existem critérios para a escolha da metodologia, tais como: utilizar moléculas biologicamente relevantes, ser tecnicamente simples, mecanismos químicos bem definidos, instrumentação facilmente disponível, boa reprodutibilidade, adaptável para ensaios de antioxidantes hidrofílicos e lipofílicos, dentre outros (ANDREO; JORGE, 2006).

Os métodos ABTS, FRAP, DPPH e ORAC são mais utilizados para determinar a capacidade antioxidante. Deste modo, uma das metodologias mais utilizadas é o método DPPH, que avalia a atividade sequestradora do radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH) (PIRES et al., 2017; SUCUPIRA et al., 2012).

3.3.1. Método DPPH

O método DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) é um método químico aplicado para determinar a atividade antioxidante de um composto em sequestrar radicais

livres. Pode ser usado para avaliar a atividade antioxidante de compostos específicos, como compostos fenólicos, ou de um extrato e substâncias isoladas, em um curto período de tempo (PIRES et al., 2017; SUCUPIRA et al., 2012; SOUSA et al., 2007).

Este método baseia-se na captura do radical DPPH produzindo um decréscimo da absorvância entre 515 e 520 nm. Nesse processo ocorre uma reação de oxirredução, a qual é monitorada pelo decréscimo da absorvância durante a reação. O sequestro de radicais livres é um dos mecanismos reconhecidos pelo qual ocorre a ação dos antioxidantes. O radical DPPH apresenta coloração púrpura/violeta, e quando reduzido e formando a hidrazina, (DPPH-H - reduzido e estável), modifica sua coloração de violeta para amarelo, podendo a mesma ser monitorada pelo decréscimo da absorvância (PIRES et al., 2017; SOUSA et al., 2007).

O método DPPH foi o escolhido para realização das análises em virtude de ser considerado um método rápido, prático e com boa estabilidade para avaliação da capacidade antioxidante, além de ser um dos procedimentos mais antigos e mais utilizados (SOUSA, 2013; SUCUPIRA et al., 2012; WOJDYLO et al., 2007).

Os resultados dos ensaios antioxidantes, como o DPPH, podem ser expressos em atividade antioxidante equivalente ao Trolox. Trolox é um composto sintético, hidrossolúvel análogo da vitamina E. As leituras realizadas no comprimento de onda específico, para o radical específico, formado pelo ensaio são interpoladas em uma curva de calibração e expressas em capacidade antioxidante equivalente de Trolox (PEREIRA, 2009).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1. MATERIAL

Para a execução deste trabalho foram usados materiais e equipamentos dispostos no laboratório C004, da Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, *campus* Campo Mourão. Os rizomas de gengibre *in natura* utilizados foram adquiridos no comércio local da cidade de Campo Mourão – PR, em dezembro de 2018. Para realização das análises utilizou-se os seguintes equipamentos liquidificador doméstico Britânia 400 W, agitador de tubos *vortex* QL- 901, agitador magnético Q221M, centrífuga refrigerada NT 825, marca Nova Técnica, refrigerador, espectrofotômetro modelo UV-M51 UV/Vis Spectrophotometer, marca BEL Engineering. Os reagentes utilizados foram água destilada, etanol (92,8%), metanol (99,8%), 2,2-difenil-1-picril hidrazil (DPPH), Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8 tetrametilcromano-2-ácido carboxílico) (97%).

4.2. PREPARO DAS SOLUÇÕES E OBTENÇÃO DO EXTRATO

Para a obtenção do extrato preparou-se as soluções de água destilada, etanol e a mistura água destilada-etanol (50-50 v/v), todas em duplicata. Empregou-se o método de extração de acordo com Dalgê (2014), com modificações, onde se utilizou 300 g de gengibre fresco, os rizomas foram higienizados em água corrente, depois de lavados foram fatiados e triturados em um liquidificador, até que se obtivessem partículas pequenas. Após, adicionou-se 5 g de amostra, separadamente a 30 mL de cada solvente. Posteriormente foram homogeneizadas em *vortex* por 2 minutos e colocadas em agitador com banho de gelo por 1 hora, a aproximadamente 75 rpm. Após este período, os extratos foram centrifugados por 15 minutos, a 4000 rpm e 20°C, em centrífuga com temperatura controlada. O sobrenadante foi transferido para o balão volumétrico, e seu volume foi completando para 50 mL e filtrado em papel filtro qualitativo. Este procedimento foi repetido em

todos os solventes e suas concentrações, respectivamente. Depois de filtradas, as amostras foram armazenadas em refrigerador, com ausência de luz a 4°C, até o momento da análise.

4.3. DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE POR MEIO DO MÉTODO DPPH

Para fins de determinação da concentração dos compostos antioxidantes, empregou-se uma curva padrão de Trolox. Para a curva de calibração, preparou-se, em triplicata, em ambiente escuro uma solução padrão de Trolox com 97% de pureza, de acordo com a metodologia utilizada por Nogueira (2017). Onde, utilizou-se valores de concentração de 50, 275, 500, 700, 850 e 1000 $\mu\text{mol.L}^{-1}$. Assim, juntou-se 100 μL de solução padrão, com 3.900 μL de solução de DPPH 60 $\mu\text{mol.L}^{-1}$. Após, 30 minutos realizou-se a leitura em espectrofotômetro a 515 nm. Metanol foi usado como branco, para calibração do espectrofotômetro. Foi construída a curva padrão de Trolox plotando-se o valor médio das absorbâncias obtidas versus solução de Trolox.

4.3.1 Atividade Antioxidante

A partir dos extratos de gengibre, determinou-se a atividade antioxidante empregando o método do radical livre DPPH, descrito por Brand Williams et al. (1995). Foram homogeneizados, em tubos de ensaio, em duplicata, 100 μL de cada extrato e 3.900 μL de solução de DPPH 60 $\mu\text{mol.L}^{-1}$. Para o branco foi utilizado metanol puro, o controle negativo foi preparado misturando 100 μL de metanol com 3.900 μL de solução de DPPH 60 $\mu\text{mol.L}^{-1}$. Após o período de 30 minutos, as absorbâncias das amostras foram medidas em cubetas de quartzo a 515 nm, em espectrofotômetro UV-VIS.

A capacidade antioxidante foi expressa em termos de porcentagem de atividade antioxidante (%AA), por meio do percentual de inibição de oxidação do radical DPPH, por meio da Equação (1).

$$(\% AA) = \left[\left(\frac{Abs_{controle} - Abs_{amostra}}{Abs_{controle}} \right) \cdot 100 \right] \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde, ($Abs_{controle}$) é absorvância do controle negativo da solução de DPPH sem a amostra, e ($Abs_{amostra}$) é a absorvância da amostra. O ensaio baseia-se na alteração da coloração roxa para amarela; ou seja, quanto mais o radical DPPH (violeta) for reduzido para DPPH-H menor será o valor da absorvância na mistura de reação em 515 nm (PIRES et al., 2017).

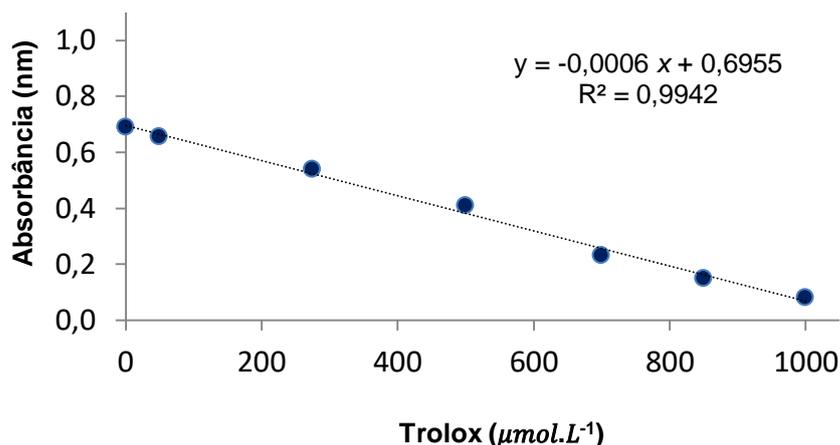
Os resultados também foram expressos em TEAC (atividade antioxidante equivalente ao Trolox). Depois de realizadas as leituras, foram interpoladas na curva de calibração e expressas em capacidade antioxidante equivalente de Trolox por grama de amostra.

Para as amostras de extrato analisadas, foram realizados os cálculos de média e desvio padrão dos dados obtidos entre as duplicatas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A curva de calibração, apresentada na Figura 4 foi obtida a partir das diferentes concentrações da solução padrão de Trolox.

Figura 4: Curva padrão de Trolox para a concentração de antioxidantes dos extratos de gengibre.



A equação da reta Equação (2) obtida a partir do gráfico da curva padrão de Trolox apresentou um coeficiente de correlação de $R^2 = 0,9942$, demonstrando que o modelo proposto ficou ajustado. A mesma foi utilizada para calcular a atividade antioxidante das amostras, sendo está expressa em equivalente de Trolox por grama de amostra, (TEAC.g⁻¹), ($\mu\text{mol ET.g}^{-1}$).

$$y = -0,0006 x + 0,6955 \quad (\text{Eq. 2})$$

Os valores médios da concentração de compostos antioxidantes presentes nas amostras analisadas encontram-se descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Concentração de compostos antioxidantes presente nas amostras.

Extrato	Concentração ($\mu\text{mol ET.g}^{-1}$)
Água	2,45 \pm 0,52
Água + EtOH (1:1)	2,75 \pm 0,09
Etanol	2,47 \pm 0,13

Nota: Resultados obtidos das análises expressos com média \pm desvio padrão (duplicata).

Ao analisar os resultados pode-se notar que o teor encontrado nos extratos foi semelhante, porém o extrato hidroalcolico apresentou um resultado maior sendo 2,75 $\mu\text{mol ET.g}^{-1}$. O extrato aquoso e etanólico apresentaram valores de concentração de compostos antioxidantes menores, sendo 2,45 e 2,47 $\mu\text{mol ET.g}^{-1}$, respectivamente.

Paschoal (2018) avaliou a extração do gengibre com a mistura ternária etanol:isopropanol:acetato de etila, em que a atividade antioxidante encontrada para os ensaios de DPPH foram de 61,39 $\mu\text{mol Trolox. g}^{-1}$, resultado este superior ao alcançado pelas análises deste trabalho. A mudança nas condições de extração, bem como o solvente extrator podem ter causado tamanha diferença entre os resultados (SOARES, 2008).

Analisando estudos de avaliação da atividade antioxidante com outras especiarias, pode-se encontrar resultados de pesquisas como o de Tiveron et al. (2012), que encontraram o valor de 57,6 $\mu\text{mol ET.g}^{-1}$ para o extrato da cúrcuma preparado com etanol. O qual ficou acima do que foi encontrado no presente trabalho para o ensaio do DPPH.

Salem et al., (2013) obtiveram 0,212 $\mu\text{mol Trolox.g}^{-1}$ de amostra com a extração da sálvia utilizando acetona-água como solvente, sendo este resultado inferior ao trabalho presente. O mesmo não ocorreu quando Neagu, Roman e Radu (2011) trabalharam com extrato hidroetanólico de sálvia obtendo 59,49 $\mu\text{mol Trolox.g}^{-1}$.

Silva (2016), encontrou em sua pesquisa com extratos etanólicos de ervas, dentre elas o tomilho 33,63 $\mu\text{mol Trolox.g}^{-1}$ de amostra, por meio do método DPPH. Sendo este valor superior quando comparado com este trabalho. Porém, Wojdylo, Oszmianski e Czemerzys (2007) encontrou para o extrato etanólico de tomilho 295 $\mu\text{mol Trolox}$ para cada 100 gramas de amostra, considerando esse valor, a cada grama de amostra tem-se 2,95 $\mu\text{mol Trolox. g}^{-1}$, resultado este semelhante ao encontrado no presente estudo.

Embora os resultados deste trabalho estejam de acordo com os dados relatados por Wojdylo, Oszmianski e Czemerzys (2007), a atividade antioxidante evidenciada para os extratos de gengibre obtidos pode ser considerada baixa, em relação à concentração de compostos antioxidantes, quando comparada a outras

análises de gengibre e especiarias encontradas na literatura, em sua maioria. Acredita-se que essa diferença quanto à atividade antioxidante seja devido a fatores distintos, segundo Soares (2008) a maturação, espécie, práticas de cultivo, origem geográfica, estágio de crescimento, condições de colheita e processo de armazenamento do produto. Além das peculiaridades relacionadas ao solvente extrator e as condições de extração as quais as análises foram realizadas podem contribuir para as discrepâncias observadas.

Os dados obtidos das porcentagens de atividade antioxidante (%AA), dos extratos analisados estão expressos na Tabela 2.

Tabela 2: Porcentagem de atividade antioxidante nos extratos de gengibre.

Extrato	Atividade antioxidante (%)
Água	29,25 ± 0,10
Água + EtOH (1:1)	38,97 ± 1,33
Etanol	34,87 ± 1,90

Notas: Resultados obtidos das análises expressos com média ± desvio padrão (duplicata).

Analisando os percentuais obtidos, pode-se notar que o extrato hidroalcolóico obteve o maior valor de atividade antioxidante, seguido do extrato etanólico. O extrato aquoso apresentou menor desempenho, sendo assim, menor atividade antioxidante.

Dudonné et al. (2009) ao analisar extrato aquoso de gengibre, obtiveram 0,25 % de atividade antioxidante. Magrin e Lima (2016) avaliaram a atividade antioxidante de extratos aquoso, etanólico e hidroetanólicos de plantas medicinais por meio do método DPPH, dentre elas o gengibre, o qual apresentou menor percentual médio de atividade antioxidante de 2,21 %. Sendo estes valores muito inferiores a todos os encontrados neste estudo. Porém, Maizura, Aminah e Wan Agiida (2011) em seus estudos com extratos de gengibre, com extrator de suco sem adição de água e sem a utilização de solventes, e obtiveram 79 % de inibição do radical DPPH.

Andreo e Jorge (2011) avaliaram a capacidade antioxidante e estabilidade oxidativa do extrato etanólico de gengibre desidratado, a atividade antioxidante determinada pelo método do radical livre DPPH foi 79,1%. Em seus estudos, Kaur e

Kapoor (2002), avaliaram a atividade antioxidante do extrato etanólico e aquoso de gengibre, por meio do método β -caroteno, e encontraram uma porcentagem de 71,8% e 65%, respectivamente. Os resultados citados acima apresentaram valores superiores aos encontrados neste trabalho. Acredita-se que essa diferença seja devido ao método e tempo de extração, bem como a origem da amostra, como citado anteriormente.

Martinhago e Aranha (2016), em sua pesquisa sobre a aplicação de extrato de gengibre em óleo de girassol, avaliaram o extrato etanólico de gengibre quanto à capacidade antioxidante pelo método do radical livre DPPH. O extrato apresentou 15,75 % de atividade antioxidante. Embora o percentual encontrado por Martinhago e Aranha (2016), tenha sido menor que todos os percentuais alcançados neste trabalho, os pesquisadores apontaram que o extrato de gengibre foi efetivo na proteção contra a formação de compostos de degradação oxidativa, quando comparado ao óleo de girassol sem antioxidante.

Tiveron (2010), em suas análises encontrou uma atividade pelo sequestro do radical livre DPPH no extrato etanólico de açafão-da-terra de 36,2 %. Oliveira (2017), em sua pesquisa alcançou um percentual de atividade antioxidante do extrato etanólico de açafão-da-terra de 35,41 %. Assim, percebe-se que esses dados da literatura são condizentes com os obtidos nos extratos deste estudo.

Acredita-se que a discrepância entre os resultados com as pesquisas de referência, seja devido às condições de extração realizada em cada uma delas, a não utilização de solventes, aos métodos de avaliação distintos, o uso da planta desidratada, bem como a origem do gengibre, pois sua composição varia dependendo de suas condições de plantio (SOUSA, 2008; ANDREO, 2007). Visto que a atividade antioxidante das especiarias está relacionada, principalmente, com a presença de compostos fenólicos, pois são os antioxidantes mais representativos do reino vegetal (DEL RÉ; JORGE, 2012).

Além disso, para uma melhor obtenção de compostos fenólicos e atividade antioxidante faz-se necessário uma escolha apropriada do solvente, uma vez que os compostos vegetais apresentam natureza distinta e polaridades diferentes (MATTOS, 2013). Porém, não existe um sistema de extração com solventes que seja satisfatório para obtenção de todos ou de classe específica de antioxidantes

naturais, devido a diversos fatores, dentre eles, a natureza química dos antioxidantes dos alimentos, a existência de ampla variedade e diferentes quantidades de compostos bioativos nos vegetais (ANDREO; JORGE, 2006; SHAIDI; NACZK, 1995).

No entanto, de acordo com Liu et al. (2000), para obtenção de uma eficiente extração de compostos fenólicos de uma matriz vegetal é necessário ser feita a combinação de solventes, como os hidrometanólicos, hidroalcólicos, entre outros e não apenas utilizá-los em sua natureza pura, pois a utilização de água pode otimizar a extração de flavonóides e compostos fenólicos, pois aumenta a polaridade da solução extrativa (RODRIGUES et al., 2004).

Embora a água seja considerada um solvente universal, para favorecer uma extração de polifenóis é trivial combiná-la com outros solventes orgânicos (LIYANA-PATHIRANA; SHAHIDI, 2005; VIZZOTTO; PEREIRA, 2011). O que justifica os resultados obtidos neste trabalho, pois, como pode ser visto, o extrato hidroalcólico apresentou melhor resultado, quando comparado com os extratos aquoso e etanólico, estando ambos em sua natureza pura.

6 CONCLUSÃO

Concluiu-se que os resultados alcançados, em termos de concentração de compostos antioxidantes, para os extratos de gengibre obtidos nesta pesquisa, estavam abaixo dos previstos na literatura. Contudo, em relação aos resultados obtidos em termos de porcentagem de atividade antioxidante, o extrato de gengibre apresentou resultados que se encontravam nas literaturas de referência.

Assim, sendo o gengibre de fonte natural e seu extrato obtido a partir de água e etanol, não sendo considerados tóxicos pela indústria alimentícia, pode-se dizer que o gengibre pode ser uma fonte promissora de compostos antioxidantes.

Vale ainda ressaltar a importância de se estudar mais detalhadamente a composição química do gengibre e as substâncias responsáveis pelo seu mecanismo de atuação contra a oxidação lipídica, com a aplicação de técnicas de extração e métodos de avaliação antioxidante distintos.

7 REFERÊNCIAS

AN, K.; ZHAO, D.; WANG, Z.; WU, J.; XU, Y.; XIAO, G. Comparison of different drying methods on chinese ginger (*Zingiber Officinale Roscoe*): Changes in volatiles, chemical profile, antioxidant properties, and microstructure. **Food Chemistry**, v.197.p.1292–1300. 2016.

ANDREO, D.; JORGE, N. Antioxidantes naturais: técnicas de extração. **Boletim do centro de pesquisa de processamento de alimentos**, v.24, n.2, p.319-326, 2006.

ANDREO, Denise. **Efeito antioxidante do extrato de gengibre (*Gengiber Officinale*) em óleo de soja submetido ao aquecimento**. 98p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. São José do Rio Preto, 2007.

ANDREO, D.; JORGE, N. Capacidade antioxidante e estabilidade oxidativa de *Gengiber officinale*. **Ciências Biológicas e da Saúde – UNOPAR Científica**, v. 13 (1), p. 33-37, 2011.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância sanitária. Resolução RDC nº 23, de 15 de fevereiro de 2005. Disponível em: <www.portal.anvisa.gov.br>. Acesso em 09 de abril de 2019.

ANGELO, Priscila M.; JORGE, Neuza. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.66, n.1, p. 1-9. 2007.

BAUER, A.K. *et al.* The lung tumor promoter, butylated hydroxytoluene (BHT), causes chronic inflammation in promotion-sensitive BALB/Cbyj mice but not in promotion-resistant CXB4 mice. **Toxicology**, v.169, n.1, p.1-15, 2001.

BEAL, Bianca H. **Atividade antioxidante e identificação dos ácidos fenólicos do gengibre (*Zingiber officinale Roscoe*)**. 87p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.

BIASSI, Deise C. **Aplicação de extratos de gengibre e de alecrim em tirinhas empanadas de tilápia como agente antioxidante e antibacteriano**. 50f. Trabalho de Conclusão de Curso – (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul. Laranjeiras do Sul, 2016.

BURNS, J.; GARDNER, P.T.; MATTHEWS, D.; DUTHIE, G.G.; LEAN, M.E.J.; CROZIER, A. Extraction of Phenolics and Changes in antioxidant activity of red wines during vinification. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 5797 – 5898, 2001.

BRAND-WILIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v.28, p.25-30. 1995.

CASAROTTO, Julie. **Uso de antioxidantes naturais na preservação do estado oxidativo de salsichas**. 119p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, RS. Santa Maria, 2013.

CHAVES, F.C.M., FIGUEIRA, G.M., PRAL, Y.M., CRAVEIRO, E.R., VAZ, A.P.A. Avaliação agronômica e caracterização química de acessos de gengibre (*Zingiber Officinale*) nas Condições de Manaus, AM. **Horticultura Brasileira**, v.30, n.2, p.5805-5809, 2012.

CRUZ, Richtier G. da. **Atividade antioxidante de extratos vegetais: Estudo das condições de extração e aplicação em sistema lipídico**. 97p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2014.

CUTRIM, Elaine S. M. **Avaliação da atividade antimicrobiana e antioxidante dos óleos essenciais de *Zingiber officinale* Roscoe (gengibre) e *Rosmarinus officinalis* L. (alecrim) frente às bactérias patogênicas**. 69 p. Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2016.

DALGÊ, Jéssica J. **Estudo da capacidade antioxidante, antimicrobiana e anti-hemolítica do gengibre (*Zingiber Officinale*)**. 70 f. Dissertação (Mestrado) -

Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo. Pirassununga, 2014.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. Artmed, 4.ed. 900p. Porto Alegre, 2010.

DEL RÉ, P.V.; JORGE, N. Especiarias como antioxidantes naturais: aplicações em alimentos e implicação na saúde. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.14, n.2, p.389-399. Botucatu, 2012.

DUDONNÉ, S. et al. Comparative Study of Antioxidant Properties and Total Phenolic Content of 30 Plant Extracts of Industrial Interest Using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC Assays. **Agric. Food Chemistry**, p.1768-1774, 2009.

ELPO, Eliane R. S. **Cadeia produtiva do gengibre (*Zingiber Officinale* Roscoe) no Estado do Paraná: Análise e recomendações para melhoria da qualidade**. Tese (Doutorado) – Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, UFPR. Curitiba, 2004.

ELPO, Eliane R. S.; NEGRELLE, Raquel R. B. ***Zingiber Officinale* Roscoe: Aspectos botânicos e ecológicos**. Visão Acadêmica, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 27-32, Jan.- Jul. 2004.

ELPO, Eliane R. S.; NEGRELLE, Raquel R. B.; RÜCKER, Neusa G. A. Produção de gengibre no Município de Morretes, PR. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 2, p. 211-217, 2008.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Revista nº 6 – **Dossiê Dos Antioxidantes**. São Paulo: **Editora Insumos**, LTDA – 2009. Disponível em: <<http://revista-fi.com.br/artigos/antioxidantes/antioxidantes>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

GONZAGA, Dorila S.O. M.; RODRIGUES, Vanda G. **Gengibre – *Zingiber officinale* Roscoe**. Série Plantas Mediciniais, Folder 12, dez. EMBRAPA, 2001.

GOVINDARAJAN, V. S. Ginger-Chemistry, Technology and Quality Evaluation: Part1, **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Ed. Thomas E. Furia, California, USA, v. 17. N.1, p. 96, 1982.

JIMÉNEZ, F. E. G. **Caracterización de compuestos fenólicos presente en la semilla y aceite de chía (*Salvia Hispanica L.*), mediate electroforesis capilar.** 101p. Tese (Mestrado) - Instituto Politécnico Nacional Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Cidade do México, 2010.

KAUR, C.; KAPOOR, H.C. Antioxidant activity and total phenolic contend of some Asian vegetables. **International Journal of Food Science & Technology**, v.37. n. 2, p.153-161, 2002.

LIU, F. F.; ANG, C. Y. W.; SPRINGER, D. Optimization of extraction conditions for active components in *Hypericum perforatum* using surface methodology. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 48, p. 3.364-3.371. Washington, 2000.

LIYANA-PATHIRANA, C.; SHAHIDI, F. Optimization of extraction of phenolics compounds from wheat using response surfase methodology. **Food Chemistry**, v. 93, p. 45-56. Washington, 2005.

LUCIO, I. B.; FREITAS, R. J. S. de; WASZCZYNSKYJ, N. Composição físico-química e aceitação sensorial da inflorescência de gengibre orgânico (*Zingiber Officinale Roscoe*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, p. 652-656, jul.-set. Campinas. 2010.

MACHADO, G.C. et al. **Composição química de amostras de gengibre (*Zingiber Officinale*) de cultivo convencional e orgânico.** Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, n.26. Maringá, 2003.

MAGALHÃES, M.T.; KOKETSU, M.; GONÇALVES, S. L.; DUARTE, F.R.; GODOY, R. L. O.; LOPES, D. Gengibre (*Zingiber Officinale Roscoe*) brasileiro: Aspectos gerais, óleo essencial e oleorresina - Parte 1. Aspectos gerais, óleo essencial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.17, n.1, p.64-69, 1997.

MAGRIN, C. P.; LIMA F. O. Estudo da atividade antioxidante de extratos de plantas medicinais usadas em Realeza/PR. **VI Jornada de Iniciação Científica e Tecnológica**, UFFS – *campus* Chapecó. Realeza, 2016.

MAIZURA, M; AMINAH A.; AIDA, W M Wan. Total phenolic content and antioxidant activity of kesum (*Polygonum minus*), ginger (*Zingiber officinale*) and turmeric (*Curcuma longa*) extract. **International Food Research Journal**, v. 18, p.529-534,2011.

MARTINHAGO, B.; ARANHA, C. P. Aplicação de extrato de gengibre (*Zingiber officinale*) como antioxidante natural em óleo de girassol termoxidado. **Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão – ENEPEX – UFGD**. Ed. 10. Mato Grosso, 2016.

MATOS, Francisco. J. A. **Constituintes químicos ativos e propriedades biológicas de plantas medicinais brasileiras**. Editora: UFC, 2.ed., 448p. Fortaleza, 2004.

MATTOS, G. **Extração e quantificação de ácidos fenólicos e flavonóides de eugenia pyriformiscambess usando diferentes solventes**. 34 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação). Campo Mourão, 2013.

MEDEIROS, Raquel de O. N. B. de. **Estudo da aplicação na área da saúde do gengibre, sua caracterização química**. Dissertação (Mestrado) - Instituto Superior de Ciências Da Saúde Egas Moniz. 68f. Portugal, 2017.

MESOMO, Michele. C. **Obtenção de extrato de gengibre (*Zingiber Officinale Roscoe*) usando CO₂ supercrítico e propano comprimido: cinética de extração e atividade biológica**. 74p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

MOURE, A. et al. **Natural antioxidants from residual sources**. v. 72, n. 2, p. 145-171. London, 2001.

MURCIA, M. A. et al. Antioxidant evaluation in dessert spices compared with common food additives, influence of irradiation procedure. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 52, p. 1872-1881, 2004.

NEAGU, E.; ROMAN, G. P.; RADU, G. Lu. Antioxidant capacity of some salvia officinalis concentrated extracts. **Revue Roumaine de Chimie**, v. 56, n. 8, p. 777–782, 2011.

NEGRELLE, R. R. B.; ELPO, E. R. S.; RÜCKER, N. G. A. Análise prospectiva do agronegócio gengibre no estado do Paraná. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 4, p. 1022-1028, 2005.

NOGUEIRA, G. M. **Avaliação da extração de compostos antioxidantes da polpa de buriti (*Mauritia flexuosa*) por metodologia de superfície de resposta**. 76 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2017.

OLIVEIRA, A. C.; VALENTIM, I. B.; GOULART, M. O. F. Fontes vegetais naturais de antioxidantes. **Química Nova**, v. 32, n.3, pág.689-702, 2009.

OLIVEIRA, T. F. V. **Características químicas e microbiológicas do açafrão-da-terra (*Cúrcuma longa*)**. 62p. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Apucarana, 2017.

ORDÓÑEZ, Juan A. P. **Tecnologia De Alimentos – Componentes dos alimentos e processos**. Porto Alegre: Artmed. v.1, 2005.

PASCHOAL, S. G. **Efeito do solvente extrator sobre a atividade antioxidante de *Zingiber officinale* Roscoe, *Cúrcuma longa* Linn e *Pereskia aculeata* Miller**. 98p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2018.

PEREIRA, A.C.S. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante total de frutas tropicais e cítricas produzidas no Ceará**. 120 p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2009.

PIRES, J.; TORRES, P. B.; SANTOS, D. Y. A. C. dos; CHOW, F. Ensaio em microplaca do potencial antioxidante através do método de sequestro do radical livre DPPH para extratos de algas. **Instituto de Biociências**, p.1-6. ISBN 978-85-85658-71-7. Universidade de São Paulo – USP. São Paulo, 2017.

POKORNY, J.; YANISHLIEVA, N.; GORDON, M. **Antioxidants in Food – Practical Applications**. Boca Raton: CRC Press, 2008.

PRATO, Tiago S. **Influência da secagem sobre compostos medicinais e de pungência do gengibre**. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. São José do Rio Preto, 2010.

RAMALHO, V.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v.29, n.4, p. 755-760, 2006.

RAZAVI, S. M.; NAZEMIYEH, H.; HAJIBOLAND, R.; KUMARASAMY, Y.; DELAZAR, A.; NAHAR, L.; SARKER, S. D. Coumarins from the aerial parts of *Prangos uloptera* (Apiaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.18, p.1-5, 2008.

REISCHE, D. W.; LILLARD, D. A.; EITENMILLER, R. R. Antioxidants. In: AKOH, C.; C.; MIN, D. B. **Food lipids: chemistry, nutrition, and biotechnology**. 2th ed. Marcel Dekker, cap. 15, p. 489-516. New York, 2002.

REISCHE, D.W.; LILLARD, D.A.; EITENMILLER, R.R. Antioxidants. In: AKOH, C.C.; MIN, D.B. (Ed.). **Food Lipids: chemistry, nutrition and biotechnology**, 3rd ed. CRC Press, Chap. 15, p.409-434. Nova York, 2008.

RIAL, Rafael C. **Avaliação da ação do extrato de gengibre em biodiesel de soja: comparação com antioxidantes comerciais**. 99p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - Campo Grande, 2014.

RIBEIRO, E.M.G. **Atividade antioxidante e polifenóis totais do fruto de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC) com e sem casca**. 77 p. Dissertação (Mestrado) –

Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011.

SALEM, I. B.; FEKIH, S.; SGHAIER, Ha.; BOUSSELMI, M.; SAIDI, M.; LANDOULSI, A.; FATTOUCH, S. Effect of ionising radiation on polyphenolic content and antioxidant potential of parathion-treated sage (*Salvia officinalis*) leaves. **Food Chemistry**, v. 141, n. 2, p. 1398–1405, 2013.

SHAI, F.; NACZK, M. Foods phenolics: Sources, chemistry, effects and applications. **Lancaster: Technomic Publishing**, p.281-319, 1995.

SILVA, L. D. **Atividade antioxidante e antimicrobiana de extratos microencapsulados de ervas aromáticas**. 61p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2016.

SILVA, M.L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. dos S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**. v.31, p.669-682, jul./set. 2010.

SOARES, M.; WELTER, L.; KUSKOSKI, E.M.; GONZAGA, L.; FETT, R. Compostos fenólicos e atividade antioxidante da casca de uvas Niágara e Isabel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 059-064, Jaboticabal, 2008.

SOUSA, C. M. De M.; SILVA, H. R.; VIEIRA JUNIOR, G. M.; AYRES, M. C. C.; COSTA, C. L. S. Da.; ARAÚJO, D.S.; CAVALCANTE, L. C. D.; BARROS, E. D. S.; ARAÚJO, P. B. de M.; BRANDÃO, M. S.; CHAVES, M. H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Revista Química Nova**, v.30, n.2, p.351-355, 2007.

SOUSA, M. S. B. **Mecanismos de ação antioxidante de extratos de murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth)**. 134 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.

SUCUPIRA, N. R.; SILVA, A. B. da; PEREIRA, G.; COSTA, J. N. da. Métodos para determinação da atividade antioxidante de frutos. **Cient. Ciência Biologia e Saúde** 2012; 14(4): 263- 269. UNOPAR. Ceará, 2012.

TAKEMOTO, E.; FILHO, J.T.; GODOY, H.T. Validação de metodologia para a determinação simultânea dos antioxidantes sintéticos em óleos vegetais, margarinas e gorduras hidrogenadas por CLAE/UV. **Química Nova**, v.32, n.5, p.1189-1194. São Paulo, 2009.

TIVERON, A.P.; **Atividade Antioxidante e composição fenólica de legumes e verduras consumidos no Brasil**. 103p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

TIVERON, A. P.; MELO, P. S.; BERGAMASCHI, K. B.; VIEIRA, T. M.; REGITANOD’ARCE, M. A.; ALENCAR, S. M. Antioxidant activity of brazilian vegetables and its relation with phenolic composition. **International Journal Of Molecular Sciences**, v. 13, n. 7, p. 8943–8957, 2012.

TORRES, Livia M.; LEONEL, Magali; MISCHAN, Martha M. Concentração de enzimas amilolíticas na hidrólise do amido de gengibre. **Ciência Rural**, v.42, n.7 junho, 2012. Santa Maria, 2012.

VIZZOTTO, M. e PEREIRA, M. C. Amora-preta (*Rubus sp.*): otimização do processo de extração para determinação de compostos fenólicos antioxidantes. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 33, nº4, Jaboticabal, 2011.

WOHLMUTH, H. et al. Gingerol content of diploid and tetraploid clones of ginger (*Zingiber Officinale Roscoe*). **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. v. 14, p. 5772- 5778, 2005.

WOJDYŁO, A.; OSZMIAŃSKI, J.; CZEMERYYS, R. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. **Food Chemistry**, v. 105, n. 3, p. 940–949, 2007.

ZANCAN, K. C. et al. Extraction of ginger (*Zingiber Officinale* Roscoe) oleoresin with CO₂ and co-solvents: a study of the antioxidantaction of the extracts. **Journal of Supercritical Fluids**, v.24, 2002.