

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE TECNOLOGIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
CAMPUS CAMPO MOURÃO – PARANÁ

RAFAELA CRISTINA TUROLA BARBI

**EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS E
ANTIOXIDANTES DA CHIA (*SALVIA HISPÂNICA L*) USANDO
DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SOLVENTES**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2016

RAFAELA CRISTINA TUROLA BARBI

**EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS E
ANTIOXIDANTES DA CHIA (*SALVIA HISPÂNICA L*) USANDO
DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SOLVENTES**

Trabalho de conclusão de curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Engenharia de Alimentos da Coordenação dos Cursos de Tecnologia e Engenharia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, *campus* Campo Mourão, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ailey A. C. Tanamati

CAMPO MOURÃO

2016



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento Acadêmico de Alimentos



TERMO DE APROVAÇÃO

EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS E ANTIOXIDANTES
DA CHIA (*SALVIA HISPANICA L*) USANDO DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE
SOLVENTES

POR

RAFAELA CRISTINA TUROLA BARBI

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado em 22 de Fevereiro de 2016 às 10h 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. Ailey Aparecida Coelho Tanamati
Orientadora

Profa. Dr^a. Renata Hernandez Barros Fuchs
Membro da banca

Profa. Dr^a. Augusto Tanamati
Membro da banca

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter aberto as portas da faculdade e por ter me guiado e me dado forças ao longo dos anos da minha graduação.

Agradeço a minha família, a minha mãe Márcia Cristina Turola Barbi, ao meu pai Irineu Rodrigues Barbi e a minha irmã Juliana Turola Barbi, que em todo momento acreditaram em mim. Nos momentos de dificuldades, tristeza e cansaço estiveram ao meu lado me apoiando e me ajudando a passar de cabeça erguida por todos os obstáculos. Papai e mamãe meu sincero obrigada, vocês são meus exemplos de vida!

Não podia deixar de agradecer ao meu namorado Marlos Dalla Valle que não mediu esforços para estar comigo, sempre me ajudando no que foi preciso. Você foi muito importante nesta etapa da minha vida.

Agradeço a minha família de Campo Mourão: Kamila Procópio, Solange Procópio, tio Luís Procópio, tia Maria Procópio, me faltam palavras para descrever o meu sentimento por vocês, a caminhada teria sido muito mais árdua se eu não tivesse pessoas como vocês ao meu lado, obrigada por tudo! Eu amo vocês, nunca se esqueçam disso!

À Prof^a. Dr^a. Ailey A. C. Tanamati, agradeço pelos dois anos de iniciação científica sob sua orientação, período o qual foi crucial em minha vida acadêmica. Também lhe agradeço pela atenção, paciência e pela generosa amizade. Espero um dia me tornar uma profissional tão boa quanto a senhora.

Agradeço a Prof^a. Dr^a. Karla Silva por ter aceitado ser minha orientadora de estágio e também lhe agradeço por todo incentivo dado ao longo da graduação.

Agradeço a professora Prof^a. Dr^a. Angela Gozzo, coordenadora do curso de Engenharia de Alimentos, por ter me incentivado a concorrer uma vaga de mestrado e por não medir esforços para que este sonho o tornasse realidade.

Meu muito obrigada ao meu companheiro e amigo de iniciação científica Adenilson Rudke, pela paciência e pelo incentivo. Sua dedicação e paixão pela pesquisa me cativa. Muito sucesso e luz na sua vida!

À minha querida amiga Gabriela Rodrigues de Souza, em todo momento apesar da distância se fez presente, agradeço imensamente por Deus ter colocado você em minha vida. Você é um exemplo a ser seguido!

Às minhas amigas de longa e curta data que tive o privilégio de conhecer na faculdade Giseli Pante e Isabella Oliveira, obrigada pela amizade, compreensão,

ajuda nos momentos difíceis, pelos desabafos e carinho. Vocês duas são importantes para mim.

Agradeço a você minha irmã Tamyris Barbi, por ter me ajudado com o estágio, jamais esquecerei isso. Deus sabe o que faz e tudo acontece no tempo dele, pode contar comigo irmã.

Agradeço também ao pessoal do estágio, Grupo JBS – Andradina, pelo aprendizado, pelas manhãs alegres e pela paciência. Em especial a Janahina dos Santos Veiga, a qual me ensinou que tudo que formos fazer, que façamos com dedicação e amor, obrigada pela amizade!

Enfim, agradeço todas as pessoas que acreditaram em mim e me apoiaram ao longo desses quatro anos, de uma forma ou de outra, agradeço a todos os professores que contribuíram para minha formação acadêmica e a Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

*"Saber esperar é uma virtude,
aceitar sem questionar que cada
coisa tem um tempo certo para
acontecer é ter FÉ."*

RESUMO

BARBI, R. C. T. **Extração e quantificação de compostos fenólicos e antioxidantes da chia (*Salvia hispânica L*) usando diferentes concentrações de solventes.** 37 f. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. (Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

Nativa da América Central a chia (*Salvia Hispanica L.*) apresenta propriedades antioxidantes, sendo composta por tocoferóis e polifenóis que dão a ela essa capacidade. Os solventes mais utilizados para extrair os compostos fenólicos nos vegetais são água, éter, etanol e metanol. Realizou-se um estudo utilizando os solventes metanol e etanol, em diferentes concentrações, para determinar-se qual solvente seria mais eficiente na extração dos compostos bioativos, bem como o componente com maior atividade antioxidante presente na chia. O solvente metanol é tóxico, seu uso em alimentos não é recomendado, por isso foi utilizado também outro solvente na pesquisa, no caso o etanol para avaliar sua capacidade de extração frente ao metanol. Os extratos etanólicos, hidroetanólicos, metanólicos e hidrometanólicos foram obtidos da semente de chia desengordurada. O teor de fenólicos totais nos extratos etanólicos das sementes variou de $11,63 \pm 0,42$ a $16,60 \pm 2,54$ mg EAG.L⁻¹, respectivamente, sem diferença significativa ($p > 0,05$) entre os resultados. Já o metanol foi capaz de extrair maior quantidade de compostos fenólicos, com valores entre $15,93 \pm 0,19$ a $32,50 \pm 3,15$ mg EAG.L⁻¹, sendo maior no extrato a 70%. No caso da atividade antioxidante a relação foi a mesma, pois os compostos fenólicos apresentam correlação direta com a atividade antioxidante. Os valores variaram de $40,25 \pm 1,77$ (%) a $86,33 \pm 0,47$ (%) para as soluções etanólicos e $61,33 \pm 0,94$ a $91,00 \pm 1,41$ para as metanólicos. Na concentração inibitória (IC₅₀), empregando o radical livre DPPH, o solvente Metanol 70% contribuiu com uma quantidade maior de compostos fenólicos, demonstrando atividade antioxidante mais elevada ($0,16$ mg.ml⁻¹). Conclui-se que o melhor solvente para a extração de compostos fenólicos presente na semente de chia foi o metanol, pois apresentou maiores valores se comparados com o etanol. Entretanto, devido a toxicidade do metanol, recomenda-se o uso do solvente etanol para futuras pesquisas.

Palavras-Chaves: Chia, Compostos fenólicos, Atividade antioxidante, Etanol, Metanol.

ABSTRACT

BARBI, R. C. T. **Extraction and quantification of the phenolic compounds and antioxidants of chia (*Salvia hispanica L*) using different solvent concentrations.** 37 f. 2016. Completion of course work. (Food Engineering), Federal Technological University of Paraná. Campo Mourão, 2016.

Native to Central America chia (*Salvia hispanica L.*) has antioxidant properties, consisting of tocopherols and polyphenols that give it that capability. The solvents used to extract more phenolic compounds in plants water, ether, ethanol and methanol. A study was conducted using the solvents methanol and ethanol at different concentrations to be determined which would be more efficient solvent for extraction of bioactive compounds, and the component with the highest antioxidant activity present in creaky. The solvent methanol is toxic, its use in food is not recommended, so it was also used another solvent in research, if the ethanol to evaluate their ability to forward extraction to methanol. The ethanol extracts, hydroethanolic, Methanol and hydromethanolic were obtained from defatted chia seed. The total phenolic content of ethanol extracts of seeds ranged from 11.63 ± 0.42 to 16.60 ± 2.54 mg EAG.L⁻¹, respectively, with no significant difference ($p > 0.05$) between the results. Since methanol was able to extract greater amount of phenolic compounds, ranging from 15.93 ± 0.19 to 32.50 ± 3.15 mg EAG.L⁻¹, being higher in the 70% extract. In the case of antioxidant activity, relationship was the same as the phenolic compounds have direct correlation with antioxidant activity. The values ranged from 40.25 ± 1.77 (%) of 86.33 ± 0.47 (%) for ethanol solutions and 61.33 ± 0.94 to 91.00 ± 1.41 to methanolic. In inhibitory concentration (IC₅₀), using the free radical DPPH. The solvent methanol 70% contributed to an increased amount of phenolic compounds showing higher antioxidant activity (0.16 mg.mL⁻¹). It is concluded that the best solvent for extraction of phenolic compounds present in chia seed was methanol, it showed the highest value compared with ethanol. However, due to methanol toxicity, it is recommended the use of ethanol solvent for future research.

Keywords: Chia, Phenolic compounds, Antioxidant activity, Ethanol, Methanol

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo Geral	3
2.2 Objetivos Específicos	3
3 REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1 Semente de chia	4
3.2 Compostos fenólicos e Atividade antioxidante	6
3.3 Ácidos graxos essenciais na semente de chia.....	7
4 MATERIAL E MÉTODOS	10
4.1 Amostragem	10
4.2 Desengorduramento da semente de chia.....	10
4.3 Obtenção dos extratos da semente de chia	11
4.4 Determinação dos compostos fenólicos	12
4.5 Determinação da atividade antioxidante método DPPH (2,2 – difenil – 1 – picrilhidrazil)	12
4.6 Análises estatísticas	13
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
6 CONCLUSÃO	20
7 REFERÊNCIAS	21

1 INTRODUÇÃO

Os estudos das propriedades antioxidantes dos alimentos aumentaram consideravelmente, o que pode ser justificado pelo interesse dos consumidores sobre os efeitos benéficos a saúde, tais como a prevenção do câncer, doenças cardiovasculares e outras doenças de natureza inflamatória (MATTOS, 2013). A chia vêm sendo largamente produzida principalmente devido as suas contribuições para a saúde e nutrição humana devido ao seu alto teor de ácidos graxos essenciais, fibra alimentar e proteínas (UTPOTT, 2012).

Nativa da América Central de uma região que vai desde o centro oeste do México até o Norte da Guatemala a chia (*Salvia Hispanica L*), foi durante muito tempo utilizada pelos astecas principalmente como alimento e para fabricação de tintas (MARTÍNEZ et al., 2012).

No Brasil a chia vem sendo produzida no oeste Paranaense e no noroeste do Rio Grande do Sul, e apesar do não conhecimento por parte dos produtores de algumas exigências nutricionais da planta, os resultados obtidos nas últimas safras, podem ser considerados bons (MIGLIAVACCA et al., 2014).

Em sua pesquisa, Mohd Ali (2012) detectou dois componentes ativos na semente de chia, os ácidos graxos Ômega 6 (20% do total do óleo) e Ômega 3 (60% do total do óleo). Sabe-se que os ácidos graxos essenciais são indispensáveis para uma boa saúde, e que os mesmos não são produzidos artificialmente (TOMBINI, 2013).

A composição química da semente de chia é composta por proteínas (15- 25%), lipídios (30 a 33%), fibras dietéticas (18-30%), carboidratos (26-41%), cinzas (4-5%), minerais e vitaminas. Além de dispor de uma quantidade elevada de componentes antioxidantes (MIGLIAVACCA et al.,2014), sendo o beta-caroteno, tocoferol, ácido clorogénico, ácido caféico e flavonóides (quercetina, miricetina e kaempferol) o que previne a rancificação dos ácidos graxos insaturados presentes nos alimentos (IXTAINA et al, 2011). A semente de chia também é fonte de vitaminas, como riboflavina, niacina, tiamina, e minerais, tais como o cálcio, fósforo, potássio, zinco, magnésio e cobre. As sementes possuem níveis seguros de metais pesados para serem utilizadas na alimentação (MUNOZ et al, 2012).

Podem ser extraídos os compostos fenólicos de vegetais e plantas. Existem inúmeras ervas e especiarias que são excelentes fontes de compostos fenólicos. Tais substâncias têm apresentado alto potencial antioxidante, podendo ser usadas como conservantes naturais para alimentos (WANG, 2001).

Para extração dos compostos antioxidantes de plantas e vegetais existem diversos métodos, dentre esses, podem ser citados os tradicionais métodos de extração utilizando solventes orgânicos (como água, etanol, cetona, éter e metanol) e a extração supercrítica, com a alternância na pressão e na temperatura transforma o dióxido de carbono (CO₂) em fluido supercrítico para a extração (Leal et al., 2003; Rehman, Habib e Shah, 2004).

Andreo e Jorge (2006), afirmam que a extração dos compostos fenólicos dependem da polaridade do solvente empregado. O rendimento da extração e a determinação da atividade antioxidante dos extratos dependem do tipo de solvente, devido a diferença nos potenciais antioxidantes e à polaridade dos compostos.

A utilização de diferentes solventes, para se extrair os antioxidantes, vêm sendo utilizada, por vários autores (Mattos, 2013; Haminiuk et al, 2011; Nessa et al., 2004; Azizah et al., 1999; Anagnostopoulou et al., 2006; Jung et al., 2006) para determinar o melhor solvente a ser aplicado para cada matriz vegetal, isto porque a natureza química dos antioxidantes variam desde as mais simples até altamente polarizada, assim como as suas quantidades variam de vegetal para vegetal (ANDREO e JORGE, 2006).

Diversas pesquisas utilizam soluções de metanol para a extração de compostos fenólicos; entretanto, na análise de alimentos a solução de metanol deve ser substituída por etanol, uma vez que o mesmo apresenta menor grau de toxicidade em contrapartida ao metanol (MARÇO et al, 2008). O metanol pode ser confundido pelo etanol, uma vez que também é transparente, apresenta um cheiro semelhante e é entorpecente, além de apresentar um baixo custo. Porém, o uso deste pelos seres humanos pode ser letal (BARCELOUX, 2002).

Devido a essa problemática o objetivo do presente trabalho foi extrair e quantificar o teor dos fenólicos totais e atividade antioxidante nos extratos da semente de chia utilizando metanol e etanol, e as misturas de etanol/água e metanol/água como solventes. Uma vez comprovado que a semente de chia apresenta alta quantidade de compostos fenólicos, a mesma pode ser empregada no processamento de alimentos, com o objetivo de aumentar ou melhorar as características nutricionais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a eficiência dos solventes metanol e etanol, hidratados e puros, na extração dos compostos fenólicos totais e atividade antioxidante presente na semente de chia.

2.2 Objetivos Específicos

- Extrair os lipídios totais da semente de chia utilizando o n-hexano;
- Utilizar os solventes metanol e etanol puro e nas concentrações 50% e 70%, na extração dos compostos fenólicos totais da semente de chia;
- Quantificar os compostos fenólicos e determinar a capacidade antioxidante nos extratos etanólico, hidroetanólico, metanólico e hidrometanólico;
- Avaliar estatisticamente os dados obtidos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Semente de chia

A semente de chia é conhecida por diversos nomes, entre eles “salvia espanhola”, “artemisa espanhola”, “chia mexicana”, “chia negra” ou simplesmente “chia”, acredita-se que a planta surgiu nas áreas montanhosas do oeste e centro do México e Guatemala. Apresenta cerca de 1 metro de altura, a planta possui folhas simples, opostas, de 4 a 8 cm de comprimento e 3 a 5 cm de largura, formato de lâmina oval-elíptica, pubescente e ápice agudo (MIGLIAVACCA et al., 2014).

A *Salvia hispanica* L., dispõem de flores hermafroditas, com pigmentação roxa ou branca de acordo com a Figura 1, seu tamanho é consideravelmente pequeno (3-4mm), além de apresentar na parte extrema dos ramos alta taxa de autofecundação (Cahill e Provance, 2002).



Figura 1. Plantação da semente de chia
Fonte: Jiménez (2010).

Decorrido o tempo da fecundação as flores dão lugar a um fruto em forma de aquênio indeiscente, ou seja, as flores possuem uma semente(monospermico) ligada a parede do fruto e não abrem na maturidade (Cahill e Provance, 2002).

A semente de chia apresenta característica oval e brilhante, de coloração preta acinzentada, com manchas irregulares em sua maioria avermelhadas e em alguns casos brancas, a semente quando mergulhada em água resulta na formação de um líquido gelatinoso, fato este pode ser explicado devido à presença de mucilagem na superfície (Jiménez, 2010). A Figura 2 apresenta a semente de chia descrita acima.



Figura 2. Semente de chia (*Salvia hispânica L.*)
Fonte: Migliavacca (2014).

As concentrações dos compostos ativos presentes nas sementes de chia variam de acordo com a área de cultivo da planta, sendo está relacionada às diferenças no ambiente, mudanças climáticas, disponibilidade de nutrientes, ano de cultivo ou as condições do solo, que desempenham um papel crucial para as variações (Dubois et al., 2007; Ayerza e Coates, 2009). Devido a presença de óleos essenciais na folha da chia agindo como repelente aos insetos, há uma diminuição no uso de produtos químicos nos cultivos (POZO, 2010).

Para que se tenha um cultivo excelente é necessário conhecer sobre a germinação das sementes. Diversos fatores ambientais influenciam diretamente na germinação, como a temperatura, salinidade, luz e umidade do solo (Gorai e Neffati, 2011).

3.2 Compostos fenólicos e atividade antioxidante

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. Pode encontrar no reino vegetal 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 Figura 3 abaixo apresenta a ilustração de um fenol simples.

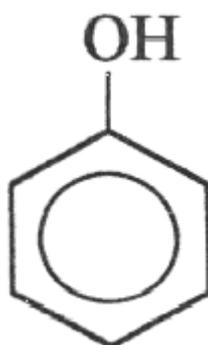


Figura 3. Estrutura fenol simples
Fonte: Jiménez (2010).

A partir do metabolismo secundário das plantas tem-se a formação dos compostos fenólicos, sendo por sua vez essenciais para crescimento e reprodução das mesmas. As plantas sintetizam os fenólicos quando submetidas a algum estresse como, infecções, ferimentos, radiações ultravioleta, dentre outros (SARTORI, 2012).

De acordo com a literatura existe duas classes de antioxidantes, sendo a com atividade enzimática e os não enzimáticos. Na atividade enzimática está presente os

compostos que são capazes de impedir a iniciação da oxidação, removendo as espécies reativas ao oxigênio. Enquanto na segunda classe, a qual incluem os antioxidantes naturais e sintéticos como os compostos fenólicos, encontra-se as moléculas que interagem com as espécies radicalares, sendo estas por fim consumidas durante a reação (PEREIRA, 2010).

A procura por alimentos ricos em antioxidantes vem crescendo exponencialmente, graças a tecnologia as pessoas vem se informando a respeito dos benefícios dos alimentos e com isso optando por consumir produtos mais saudáveis que tragam algum proveito a sua saúde (PROTESTE, 2015).

Os antioxidantes naturais pode ser encontrados em aveia, soja, grãos de café, especiarias, arroz, óleos vegetais, frutas, verduras. Sendo que os antioxidantes presentes em frutas e vegetais são os mais efetivos na prevenção de doenças relacionadas ao estresse oxidativo (JIMÉNEZ, 2010).

Nos alimentos são encontrados os antioxidantes naturais, que podem ser os hidrossolúveis e lipossolúveis e os sintéticos que são desenvolvidos pela indústria e adicionados aos alimentos. Os antioxidantes presentes nos alimentos interrompem a formação de radicais livres, inibem a formação de oxigênio livres e inativam os metais pró-oxidativos (SHI, 2001).

Os principais compostos que apresentam capacidade antioxidante em sua estrutura são: fosfolípidios, carotenóides, tocoferóis (vitamina E), vitamina C, compostos fenólicos, pigmentos e sistemas de enzimáticos tais como, superóxido dismutase, catalase e glutathione peroxidase. As vitaminas E, C, carotenos e os cofatores (Cu, Zn, Mn, Fe e Se) são antioxidantes importantes que agem simultaneamente inibindo a formação de radicais livres (CEDILLO, 2006).

3.3 Ácidos graxos essenciais na semente de chia

Diferentemente de muitos pensamentos errôneos por partes dos consumidores, as gorduras nem sempre são prejudiciais, desempenham papel fundamental na dieta humana, contém ácidos graxos essenciais e fornecem maior quantidade de energia quando comparada aos carboidratos e proteínas (RUIZ-RODRIGUEZ et al., 2010).

Os ácidos graxos são classificados de acordo com o número de carbonos na cadeia, o número de ligações duplas e a posição da primeira ligação dupla, na maior parte dos casos são ligados a outras moléculas e dificilmente são encontrados livres na natureza (MAHAN et al., 2005).

A primeira dupla ligação dos ácidos graxos ômega 3 é situado entre os 3º e 4º carbonos, já a família do ômega 6 a primeira dupla ligação está disposta entre o 6º e o 7º carbonos, a partir do último grupo metílico da molécula (CAPITANI et al., 2012). A Figura 4 e 5 abaixo apresenta de forma ilustrativa a cadeia carbônica do ácido graxo ômega 3 e ômega 6, respectivamente.

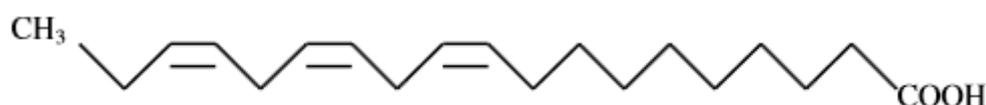


Figura 4. Cadeia carbônica do ácido alfa-linolênico (ômega 3)
Fonte: Capitani (2012)

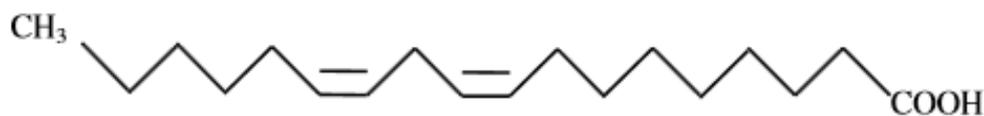


Figura 5. Cadeia carbônica do ácido linoleico (ômega 6)
Fonte: Capitani (2012)

O ômega 3 (18:3 n-3) e o ômega 6 (18:2 n-6) são considerados ácidos graxos essenciais, já que não podem ser sintetizados pelo organismo, a ingestão dos mesmos devem ser através da dieta. O consumo adequado dos ácidos graxos poli-insaturados resultam em benefícios para a saúde humana, agindo na prevenção de doença cardíaca coronária, diabetes, artrite reumatoide, depressão, depressão pós parto, cancros e ação inflamatória (UYEDA, 2015).

Os constituintes mais encontrados no óleo de chia são os triglicerídeos, sendo os ácidos graxos poli-insaturados presentes em maiores proporções, caracterizando o óleo por sua vez, de alto valor nutricional (CAPITANI et al., 2012).

De acordo com Coelho e Salas-Mellado (2015), a semente de chia apresenta cerca de 79,47% de gorduras poli-insaturadas em sua composição, sendo o ômega 6

(17,36%) e ômega 3 (62,02%). Diante da alta quantidade de ácido linolênico presente na semente de chia, a mesma torna-se uma alternativa viável para suprir a necessidade desse ácido graxo essencial para a saúde humana.

A semente de chia por apresentar antioxidantes (miricetina, quercetina, kaempfenol e ácido cafeico) sua oxidação é mínima, fato este atrativo para indústria alimentícia, sementes como a linhaça apesar de ser também fonte de ômega 3 não possuem antioxidantes em sua composição ocasionando em uma decomposição acelerada (TOSCO, 2004).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Amostragem

Para a pesquisa foi adquirida aproximadamente 1000 g de semente de chia em estabelecimento comercial da cidade de Campo Mourão – Paraná, em Agosto de 2015. Para obtenção do extrato da semente chia, as mesmas foram trituradas em liquidificador doméstico, peneiradas em *mesh* com granulometria de 20, separadas em alíquotas de 150 g, acondicionadas em embalagens de polietileno e armazenadas sob temperatura de -18°C, decorrido 48 horas foram feitas as análises em triplicata.

4.2 Desengorduramento da semente de chia

A semente de chia foi submetida ao processo de desengorduramento, realizado a frio utilizando uma proporção de 1:15 de semente e solvente *n-hexano* segundo Romano (2014), permaneceu sob agitação mecânica por 6 horas, com troca do solvente no tempo intermediário. Na sequência foi filtrado sob vácuo em funil de *Buchner* (Figura 6) e a semente seca em estufa de circulação de ar *CIENLAB* a 40°C, por 24 horas. Posteriormente, a semente foi acondicionada em embalagem de polietileno e mantida a temperatura de -18 °C. Todo o procedimento foi realizado sob ausência de luz direta e as análises realizadas em triplicata.



Figura 6. Filtração da semente de chia sob vácuo
Fonte: O autor

4.3 Obtenção dos extratos da semente de chia

Para extração dos compostos fenólicos foram utilizados os seguintes solventes: Etanol puro, Etanol/água (70/30%, v/v), Etanol/água (50/50%, v/v), Metanol puro, Metanol/água (70/30%, v/v) e Metanol/água (50/50%, v/v).

Em tubos falcon foram colocados a semente de chia seca e desengordurada e o solvente na proporção de 1:3 de acordo com o método descrito por Tavares e Ramos (2009), com modificações. Os tubos foram fixados a um agitador rotatório *AP 22 – PHOENIX*, onde a mistura permaneceu sob agitação por 24 horas. Após isso, os tubos foram levados a centrífuga refrigerada nt 825 *NOVA TÉCNICA*, para separação da fase aquosa, que foi retirada e armazenada em vidros âmbar a -18°C , até o momento da quantificação dos compostos fenólicos e determinação da atividade antioxidante. Os extratos foram utilizados para a determinação em triplicata dos compostos fenólicos totais e da atividade antioxidante. Este procedimento foi repetido para os demais solventes e suas concentrações respectivamente.

4.4 Determinação dos compostos fenólicos

Para a determinação de compostos fenólicos foi utilizado o método de *Folin – Ciocalteu*, conforme Singleton e Rossi citado por Vieira e Santos (2010) com modificações. Para quantificação dos compostos fenólicos foi preparada uma curva de calibração com ácido gálico com as seguintes concentrações: 45; 136; 226; 316; 407 mg.L⁻¹. Para cada concentração, foi preparado uma solução homogênea utilizando um balão volumétrico de 10 mL, neste será colocado 0,15 mL do extrato e completará o volume com água destilada. Foram pipetadas para os tubos 0,1 mL da solução diluída da amostra, 3 mL da água destilada, 0,25 mL do reagente *Folin – Ciocalteu*, após 3 minutos foram adicionados 2,0 mL de carbonato de sódio 7,5%. Decorridos 30 minutos em banho maria regulado a 37°C, foi feita a leitura em um espectrofotômetro *UV/VIS T80+*, a 765 nm contra um branco.

4.5 Determinação da atividade antioxidante método DPPH (2,2 – difenil – 1 – picrilhidrazil)

A capacidade antioxidante foi avaliada utilizando-se o radical estável 2,2-difenil-1-picril hidrazil (DPPH), conforme El – Massryetal. (2002) com modificações, onde o meio reacional (extrato + solução de DPPH + etanol 70%) foi igual a 3,5 mL. As concentrações dos extratos utilizados foram de 5,0; 10,0 e 20 mg EAGmL⁻¹. Foram realizados os testes em branco e o controle. Para o controle a concentração de DPPH foi de 6 mg/50 mL com etanol 99%. Sendo que a solução de DPPH foi preparada somente no momento dos testes e protegida da incidência de luz. O mesmo procedimento foi adotado para os demais solventes e suas concentrações. No espectrofotômetro *UV/VIS T80+*, comprimento de onda 515 nm, foi realizada a leitura das análises após 45 minutos de incubação.

A capacidade antioxidante foi expressa de duas formas distintas: pelo valor da concentração inibitória (IC₅₀), que prediz a quantidade de substância antioxidante necessária para reduzir em 50% a concentração inicial de DPPH (radical livre), obtida

por regressão linear e através do percentual de inibição de oxidação do radical calculado segundo a Equação 1.

$$AA\% = \left[\frac{(A_c - A_a)}{A_c} \right] \times 100 \quad (1)$$

Onde:

AA%: valor da atividade em antioxidante (%)

Aa: absorvância da amostra

Ac: absorvância do controle.

4.6 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram tratados estatisticamente utilizando a análise de variância (ANOVA) e Teste de Tuckey, em nível de confiança de 95% ($p > 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas usando o software STATISTICA 7.0 (Statsoft, USA, 2005).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a determinação dos polifenóis nos extratos, utilizou-se a Equação 2 encontrada através da curva de calibração, apresentando coeficiente de correlação $R^2 = 0,9963$:

$$y = 0,003x - 0,0335 \quad (2)$$

A curva de calibração (Figura 7), foi obtida a partir das diferentes concentrações de ácido gálico.

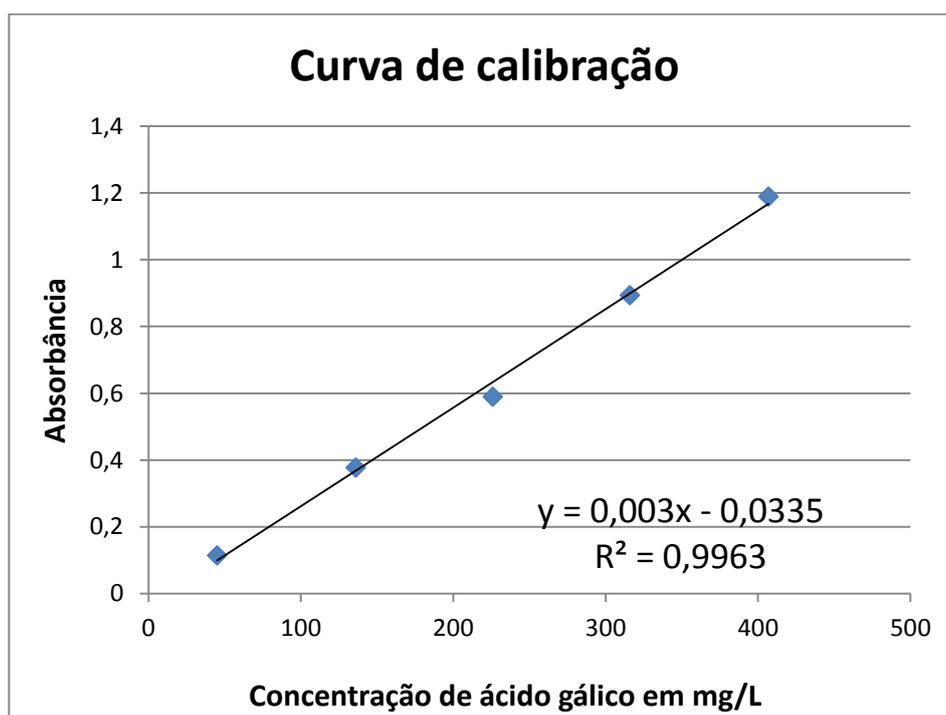


Figura 7. Curva de calibração do ácido gálico

Os valores médios dos compostos fenólicos foram expressos como equivalentes de miligramas de ácido gálico por litro de extrato, encontram-se descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Concentração de fenólicos totais nos extratos da semente de chia

Porcentual do solvente	Fenólicos totais (mg EAG.L ⁻¹)
Etanol puro	11,63 ^c ± 0,42
Etanol 50%	12,27 ^c ± 0,66
Etanol 70%	16,60 ^{bc} ± 2,54
Metanol puro	15,93 ^{bc} ± 0,19
Metanol 50%	19,17 ^b ± 0,97
Metanol 70%	32,50 ^a ± 3,15

Resultados expressos como média ± desvio padrão (triplicata)

Média seguida da mesma letra não difere estatisticamente pelo teste de Tuckey ($p < 0,05$)

Não houve diferença significativa entre os teores encontrados nos extratos etanólico e metanólico puros, sendo 11,63 e 15,93 mg EAG.L⁻¹, respectivamente. A extração em solução aquosa provocou um aumento na concentração dos fenólicos totais, para ambos solventes empregados, apesar deste aumento não ser estatisticamente significativo para o etanol, o valor máximo atingido de 32,50 mg EAG.L⁻¹, no extrato hidrometanólico a 70%.

Rockenbach et al. (2008), em sua pesquisa com bagaços de uvas empregou diferentes concentrações de solventes e constatou que a extração de compostos fenólicos com etanol 50% (7,32 mg EAG. L⁻¹) foi melhor do que com etanol 70% (5,86 mg EAG. L⁻¹) e em etanol puro (2,73 mg EAG. L⁻¹), indicando que o meio hidroetanólico foi mais eficiente na extração dos polifenóis. Neste trabalho, o emprego de etanol como meio extrator não alterou significativamente as concentrações dos fenólicos totais, no entanto, avaliando os trabalhos na literatura, sugere-se o emprego de extratos hidroetanólicos em detrimento ao solvente puro.

O metanol como melhor solvente na extração de compostos fenólicos foi verificado por Vizzotto e Pereira (2011), onde o solvente Metanol/água (70/30%, v/v) extraiu maiores quantidades de compostos fenólicos da amora-preta (*Rubus sp.*), seguido do Etanol/água (70/30, v/v) apresentado 745 mg EAG.L⁻¹ e 705 mg EAG.L⁻¹ respectivamente.

Zhou e Yu (2004), em sua pesquisa com variedades de trigo, observaram que a extração de compostos fenólicos com metanol 70% (1,35 mg EAG. L⁻¹) foi melhor do que com etanol 70% (1,00 mg EAG. L⁻¹), seguido do etanol puro (0,65 mg EAG. L⁻¹) que apresentou resultados menores que os dois primeiros.

Para verificar o melhor solvente extrator de compostos fenólicos e atividade antioxidante, Vizzotto e Pereira (2011), testaram diferentes solventes com pouca, intermédia e alta polaridade. O solvente hexano (de menor polaridade), ao se utilizado não apresentou resultados satisfatórios, uma vez que não foi capaz de extrair os compostos fenólicos da amora-preta. Ao contrário do hexano, o solvente de alta polaridade (acetona, metanol e etanol) foi o mais eficiente na extração dos polifenóis.

Segundo 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, hidroetanólicos, entre outros e não apenas utilizá-los em sua natureza pura.

A água é considerada um solvente universal, porém para favorecer uma extração de polifenóis é trivial combiná-la com outros solventes orgânicos (Liyana-Pathirana; Shahidi, 2005; Vizzotto e Pereira, 2011).

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 distintas e polaridades diferentes (MATTOS, 2013). O metanol e o etanol devido suas polaridades tornam-se os solventes mais indicados como meios extratores para determinação de antocianinas de várias matérias-primas (SKREDE et al., 2000).

Segundo Antolovich et al. (2000), não é uma tarefa fácil encontrar um método único de extração que seja adequado para a análise de compostos fenólicos, devido à diversidade das estruturas químicas e variação de sensibilidade dos compostos às condições de extração.

A Tabela 2 apresenta o efeito de diferentes solventes na quantificação da atividade antioxidante da semente de chia.

Tabela 2. Atividade antioxidante da chia obtidos pelos diferentes métodos de extração

Porcentual do solvente	Atividade antioxidante (%)
Etanol puro	40,25 ^c ± 1,77
Etanol 50%	82,49 ^a ± 5,89
Etanol 70%	86,33 ^a ± 0,47
Metanol puro	61,33 ^b ± 0,94
Metanol 50%	89,56 ^a ± 2,83
Metanol 70%	91,00 ^a ± 1,41

Resultados expressos como média ± desvio padrão (triplicata)

Média seguida da mesma letra não difere estatisticamente pelo teste de Tuckey($p < 0,05$)

Nota-se na Tabela 2 que a presença de água permitiu obter maiores quantidades de componentes, intensificando a extração dos compostos fenólicos e capacidade antioxidante. Para Rodrigues et al (2004) a utilização de água pode otimizar a extração de flavonóides e compostos fenólicos, pois aumenta a polaridade da solução extrativa. Para Perez-Jimenez e Saura-Calixto (2008) o aspecto chave na medida da capacidade antioxidante são o tipo de solvente e a polaridade, pois estes podem afetar a transferência de elétrons e de átomos de hidrogênio. Porém, segundo o mesmo autor a presença de compostos não antioxidantes também pode afetar os resultados.

Dentre os métodos químicos encontrados na literatura para a determinação da capacidade antioxidante, o método do DPPH é um dos mais utilizados por ser considerado, prático, rápido e estável (KUSKOSKI et al., 2006). A determinação da capacidade antioxidante pelo método DPPH baseia-se na transferência de elétrons de um composto antioxidante para um radical livre, neste caso o DPPH (DUARTE-ALMEIDA et al., 2006).

De acordo com os resultados expostos nas Tabelas 1 e 2, os fenólicos totais influenciam diretamente na capacidade antioxidante, onde pode-se verificar que quanto maior o teor de fenólicos totais maior foi a atividade antioxidante. Isto ocorre, pois os compostos fenólicos apresentam correlação direta com a atividade antioxidante (LIMA et al., 2012).

A maior atividade antioxidante para a chia, foi encontrada utilizando a solução hidrometanólico 70:30 (v/v), seguida da solução hidrometanólico 50:50 (v/v), onde obteve-se 91,00±1,41 e 89,59±2,83, expresso em porcentagem respectivamente.

Valores maiores de atividade antioxidante para os extratos metanólicos em comparação com outros solventes também são relatados por outros autores (Mau et al., 2005; Nessa et al., 2004; Azizah et al., 1999).

Na pesquisa de Zhou e Yu (2004), em diferentes variedades de trigo, o solvente metanol 70% apresentou maior atividade de eliminação de radicais DPPH, seguido pelo solvente etanol 70% e por fim etanol puro, onde obteve-se $83,13 \pm 1,06(\%)$; $81,79 \pm 1,76(\%)$ e $58,57 \pm 1,48(\%)$ respectivamente.

Os dados estatísticos revelam que metanol 50%, etanol 50%, etanol 70% e metanol 70% não diferem significativamente ($p > 0,05$). Rockenbach et al. (2008), encontrou maior valor de atividade antioxidante para a relação 70:30 (v/v) na solução hidroetanólica para a variedade de uva Tannat pelos métodos de ABTS e FRAP, porém para a variedade Ancelota o maior valor deparado foi para a relação 50:50 (v/v) nos dois métodos testados. Sendo assim, estudos comparativos para a seleção do melhor solvente é necessário (MOURE et al., 2001).

Os resultados obtidos através da determinação da IC_{50} , encontra-se exposto na Tabela 3.

Tabela 3. Atividade antioxidante por concentração inibitória (IC_{50})

Porcentual do solvente	IC_{50} ($mg.ml^{-1}$)
Etanol puro	0,67
Etanol 50%	0,31
Etanol 70%	0,28
Metanol puro	0,53
Metanol 50%	0,21
Metanol 70%	0,16

IC_{50} = Concentração da amostra que inibe 50% da concentração inicial de DPPH

Os valores encontrados por intermédio da IC_{50} são coerentes com os resultados percentuais calculados pela Equação 1, descritos na Tabela 2. A concentração inibitória apresenta uma relação inversa com a capacidade antioxidante, ou seja, quanto menor o valor da IC_{50} maior a atividade antioxidante da amostra (ARBOS et al., 2010).

Dentre os solventes avaliados, o que apresentou como melhor meio extrator de fenólicos totais foi o metanol 70%, sendo necessário IC_{50} de $0,16 mg.ml^{-1}$ para inibir 50% da concentração inicial de DPPH, seguidamente do metanol 50% (IC_{50} com $0,21$

mg.ml⁻¹), etanol 70% (IC₅₀ com 0,28 mg.ml⁻¹), etanol 50% (IC₅₀ com 0,31 mg.ml⁻¹), metanol puro (IC₅₀ com 0,53 mg.ml⁻¹) e etanol puro (IC₅₀ com 0,67 mg.ml⁻¹) apresentando por sua vez menor eficácia na capacidade antioxidante.

6 CONCLUSÃO

Verificou-se nesta pesquisa que o melhor solvente para a extração de compostos fenólicos na chia foi o metanol, pois apresentou maiores valores nas concentrações de fenólicos totais quando comparados com o etanol.

Também pode-se concluir que os solventes se utilizados puros não extraem grande quantidade desses compostos, por outro lado se misturados em água eles apresentam maior poder de extração.

O uso de um solvente de maior polaridade, como o metanol em meio aquoso, levou a extração de maior teor de fenólicos totais bem como maior atividade antioxidante da semente de chia. Através da concentração inibitória (IC_{50}) pode-se confirmar a eficiência do solvente hidrometanólico 70:30 (v/v)

Em contra partida, o uso do solvente metanol especificamente em alimentos não é aconselhável, uma vez que o mesmo apresenta características tóxicas e podem desencadear sérios problemas a saúde humana.

Devido a tal justificativa, para futuros trabalhos recomenda-se o uso do solvente etanol, embora não tenha apresentado resultados tão bons quanto o metanol, o etanol além de apresentar um custo relativamente baixo, é uma alternativa viável.

7 REFERÊNCIAS

ANAGNOSTOPOULOU, M. A.; KEFALAS, P.; PAPAGEORGIOU, V. P.; ASSIMOPOULOU, A. N. BOSKOU, D. Radical scavenging activity of various extracts and fractions of sweet orange peel (*Citrus sinensis*). **Food Chemistry**, London, v. 94, n. 1, p.19-25, 2006.

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.

ANTOLOVICH, M. et al. Sample preparation in the determination of phenolic compounds in fruits. **Critical Review Analyst**, v. 125, p. 989-1009, 2000.

ARBOS, K. A.; FREITAS, R. J. S.; STERTZ, S. C.; DORNAS, M. F. Atividade antioxidante e teor de fenólicos totais em hortaliças orgânicos e convencionais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.2, p.501-506, 2010.

AYERZA R. R.; COATES, W. Influence of environment on growing period and yield, protein, oil and alfa-linolenico content of three chia (*Salvia hispanica* L.) selections. **Industrial Crops and Products**, Amsterdã, v. 30, n. 2, p. 321–324, 2009.

AZIZAH, A. H.; RUSLAWATTI, N. M.; TEE, T. S. Extraction and characterization of antioxidant from cocoa by-products. **Food Chemistry**, London, v. 64, n. 2, p. 199-202, 1999.

BARCELOUX, D. G.; RANDALL BOND, E. P.; KRENZELOK, H. C.; VALE, A. J. American Academy of Clinical Toxicology Practice Guidelines on the Treatment of Methanol Poisoning. **Journal of Toxicology: Clinical Toxicology**, v. 40, n. 4, p. 415-446, 2002.

CAHILL, J. P.; PROVANCE, M. C. Genetics of Qualitative Traits in Domesticated Chia (*Salvia hispanica* L.). **The Journal Of Heredity**, Oxford, v. 93, n. 1, p. 2000–2003, 2002.

CAPITANI, M. I.; SPOTORNO, V.; NOLASCO, S.M.; TOMAS, M. C. Physiocochemical and functional characterization of by products from chia (*Salvia hispánica L.*) sedes of Argentina, **LWT – Food SCI. Technol**, v. 45, n.1, p. 94-102, 2012.

CEDILLO C.D. **Identificación de los compuestos fenólicos en el capulín prunus serotonina EHRH y evaluación de su capacidad antioxidante y estabilidad en mermeladas**. 2006. Tese (Mestrado em Ciências em Alimentos) Instituto Politécnico Nacional Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Cidade do México ENCB-IPN, 2006.

COELHO, M. S.; SALAS-MELLADO, M de las M. Composição química, propriedades funcionais e aplicações tecnológicas da semente de chia (*Salvia hispânica L.*) em alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**. v. 17, n.4, p. 259-268, 2015.

DUARTE-ALMEIDA, J.M.; SANTOS, R.J.; GENOVESE, M.I.; LAJOLO, F.M. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema β -caroteno/ácido linoléico e método de sequestro de radicais DPPH. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n.2, p. 446-452, Campinas, 2006.

DUBOIS, V. BRETON, S.; LINDER, M.; FANNI, J.; PARMENTIER, M. Fatty acid profiles of 80 vegetable oils with regard to their nutritional potential. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v. 109, n. 7, p. 710–732, 2007.

GORAI, M.; GASMI, H.; NEFFATI, M. Factors influencing seed germination of medicinal plant *Salvia aegyptiaca L.* (Lamiaceae). **Saudi Journal of Biological Sciences**, Riade, v. 18, n. 3, p. 255–260, 2011.

HAMINIUK C. W.I., PLATA-OVIEDO M. S. V., GUEDES A. R., STAFUSSA A. P., BONA E., CARPES S. T. Chemical, antioxidant and antibacterial study of Brazilian fruits. **Journal of Food Science and Technology**, v.46, p. 1529-1537, 2011.

IXTAINA, V. Y.; MARTÍNEZ, M. L; SPOTORNO, V.; MATEO, C.M; MAESTRI, D. M.; DIEHL, B. W. K.; NOLASCO, S. M.; TOMÁS, M. C. Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extration. **Journal of food Composition and Analysis** , Champaign, v. 24, n. 2, p.166–174, 2011.

JUNG, C. H.; SEOG, H; CHOI, I; PARK, M. W.; CHO, H. Antioxidant properties of various solvent extracts from wild ginseng leaves. **LWT – Food Science and Technology**, London, v. 36, n. 3, p. 266-274, 2006.

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

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A.G.; MORALES, M.T.; FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Revista Ciência Rural**, v.36, n.4, p.1283-1287, 2006.

LEAL, P. F.; BRAGA, M. E.; SATO, D. N.; CARVALHO, J. E.; MARQUES, M. O.; MEIRELES, M. A. Functional properties of spices extracts obtained via supercritical fluid extraction. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 51, n. 9, p. 2520-2525, 2003.

LIMA, C.P.; CUNICO, M.M.; MIYAZAKI, C.M.S.; MIGUEL, O.G.;CÔCCO, L.C.;YAMAMOTO, C.I.; MIGUEL, M.D. Conteúdo polifenólico e atividade antioxidante dos frutos da palmeira Juçara (*Euterpe edulisMartius*). **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.14, n.2, p.321-326, 2012.

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**, Washington , v. 48, p. 3.364-3.371, 2000.

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

MAHAN, L. K.; KRAUSE, E. S. S. **Alimentos, Nutrição e Dietoterapia.** 11a ed. São Paulo, 2005.

MARÇO, P. H.; POPPI, R. J.; SCARMINIO, I. S. Procedimentos analíticos para a identificação de antocianinas presentes em extratos naturais. **Química nova**, v. 31, n. 5, p. 1218-1223, 2008.

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

MARTÍNEZ, M. L.; MARÍN, M. A.; FALLER, C. M. S.; REVOL, J.; PENCI, M. C.; RIBOTTA, P. D. Chia (*Salvia Hispanica L.*) oil extraction: study of processing parameters. **Food Science and Technology**, v. 47, p. 78-82, 2012.

MAU, J.L.; TSAI, S.Y.; TSENG, Y.H.; HUANG, S.J. Antioxidant properties of methanolic extracts from Ganoderma lucidum. **Food Chemistry**, London, v. 93, n. 4, p. 641-649, 2005.

MIGLIAVACCA, R. A.; SILVA, T. R. B.; VASCONCELOS, A. L.S.; FILHO, W.M.; BAPTISTELLA, J.L.C. O cultivo da chia no Brasil: futuro e expectativas. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.3, n. especial, p.161-179, 2014.

MOURE, A.; CRUZ, J. M.; FRANCO, D.; DOMÍNGUEZ, J. M.; SINEIRO, J.; DOMÍNGUEZ, H.; NUÑEZ, M. J.; PARAJÓ, J. C. Natural antioxidants from residual sources. **Food Chemistry**, London, v. 72, n. 2, p. 145-171, 2001.

MOHD ALI, N.; YEAP, S. K.; YONG HO, W.; KEE BEH, B.; WEI TAN, S.; GUAN TAN, S. O futuro promissor da Chia (*Salvia Hispanica L.*). **Jornal da Biomedicina e Biotecnologia**, v.1, 2012

MUÑOZ, L. A.; COBOS, A.; DIAZ, O.; AGUILERA, J. M. Semente de Chia: Microestrutura, extração de mucilagem e hidratação. **Jornal da Engenharia de Alimentos**, v. 108, p. 216 – 224, 2012.

NESSA, F.; ISMAIL, Z.; MOHAMED; N.; HARIS, M.R.H.M. Free radical-scavenging activity of organic extracts and of pure flavonoids of *Blumeabalsamifera* DCleaves. **Food Chemistry**, London, v. 88, n. 2, p. 243-252, 2004.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assays. **Food Research International**, v. 39, n.7, p.791-800, 2006.

PEREIRA, M. A. **Perfil cromatográfico das substancias fenólicas presentes em extrato de Mel de Assa Peixe e avaliação de seu poder antioxidante**. 2010. Monografia (Licenciatura em Química). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2010.

POZO, S. A. **Alternativas para el control químico de malezas anuales em el cultivo de la Chía (*Salvia hispanica*) em la granja ECAA, Provincia de Imbabura**. Pontificia Universidade Católica del Ecuador Sede – IBARRA, 2010.

PROTESTE – Associação dos consumidores. Disponível em:<<http://www.proteste.org.br/institucional/imprensa/press-release/2015/brasileiro-esta-comendo-de-forma-mais-saudavel-aponta-pesquisa-da-proteste>> Acessado em 05 de Janeiro de 2016.

REHMAN, Z.; HABIB, F.; SHAH, W. H. Utilization of potato peels extract as a natural antioxidant in soy bean oil. **Food Chemistry**, London, v. 85, n. 2, p. 215-220, 2004.

ROCKENBACH, I.; SILVA, G. L.; RODRIGUES, E.; KUSKOSKI, E. M.; FETT, R. Influência do solvente no conteúdo total de polifenóis, antocianinas e atividade antioxidante de extratos de bagaço de uva (*Vitisvinifera*) variedades Tannat e Ancelota. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Florianópolis, 2008.

RODRIGUES, P.O.; GONÇALVES, T.C.; SILVA, W.B. Influência de Diferentes Sistemas de Solventes no Processo de Extração de *Calendulaofficinalis* L. (*Asteraceae*). **Rev.acta farmacéutica bonaerense** - vol. 23 nº 1, 2004.

RUIZ-RODRIGUEZ, A.; REGLERO, G.; IBANES, E. Recent trends in the advanced analysis of bioactive fatty acids. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v.51, p.305-326, 2010.

SARTORI, C. J. **Avaliação dos teores de compostos fenólicos nas cascas de *Anadenanthera peregrina* (angico-vermelho)**. 2012. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira. Universidade Federal de Lavras, 2012.

SHI, H. Introducing natural antioxidants. **Antioxidants in foods practical applications**. p. 147-158. EUA, 2001.

SKREDE, G.; WORLSTAD, R. E.; DURST, R. W. Changes in anthocyanins and polyphenolics during juice processing of Highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). **International Journal of Food Science & Technology**, Washington, v. 65, p. 357-364, 2000.

TOMBINI, Jessica. **Aproveitamento tecnológico da Semente de Chia (*Salvia Hispanica* L.) na formulação de barra alimentícia**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química Industrial), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2013.

TOSCO, G. Os Benefícios da “Chia” em Humanos e Animais. **Atualidades Ornitológicas**, n. 119, p. 7, 2004.

UTPOTT, M. **Utilização da mucilagem da chia (*Salvia Hispanica* L.) na substituição de gordura e/ou gema de ovo em maionese**. Trabalho de conclusão de curso, Porto Alegre, RS, 2012.

UYEDA, M. Composição química e perfil de ácidos graxos do óleo de chia encapsulados e não encapsulados. **Saúde em Foco**. União das Instituições de Serviços, Ensino e Pesquisa LTDA, 2015.

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

XAVIER, D.; SERAFINI, L. F.; GIARETTA, D.; LIMA, K. P.; GIONGO, C. N.; GAZOLA, M. B.; PORCU, O. M.; SCHMIDT, C. A.P. Elaboração, caracterização físico-química, microbiológica e avaliação sensorial de pasta de tomate enriquecida com chia (*SalviaHispânica L.*). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 08, n.2, p. 1603-1617, 2014.

WANG, H.; CAO G.; PRIOR R. L. Total Antioxidant Capacity of Fruits. **Journal Agricultural Food Chemists**, v. 44, n.3 p. 701-705, 2001.

ZHOU, K.; YU, L. Effects of extraction solvent on wheat bran antioxidant activity estimation. **LWT - Food Science and Technology**, v. 37, n.7, p. 717-721, 2004.