

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**

**CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE**

**UNIDADE ACADÊMICA DE SAÚDE**

**CURSO DE BACHARELADO EM NUTRIÇÃO**

**MAYARA GABRIELLY GERMANO DE ARAÚJO**

**UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES SOLVENTES NA EXTRAÇÃO  
DOS COMPOSTOS BIOATIVOS DA PIMENTA ROSA**

Cuité - PB

2019

MAYARA GABRIELLY GERMANO DE ARAÚJO

**UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES SOLVENTES NA EXTRAÇÃO DOS COMPOSTOS  
BIOATIVOS DA PIMENTA ROSA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Unidade Acadêmica de Saúde da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito obrigatório para obtenção de título de Bacharel em Nutrição, com linha específica em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera.

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Francinalva Dantas de Medeiros.

Cuité - PB

2019

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA NA FONTE  
Biblioteca Setorial de Cuité - CES/UFCG  
Bibliotecária - Documentalista: MARLY FELIX DA SILVA – CRB 15/855

A663u

Araújo, Mayara Gabrielly Germano de.

Utilização de diferentes solventes na extração dos compostos bioativos da pimenta rosa. / Mayara Gabrielly Germano de Araújo. – Cuité: CES, 2019.

40 fl.

Monografia (Curso de Graduação em Nutrição) – Centro de Educação e Saúde / UFCG, 2019.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vanessa Bordin Vieira.

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Francinalva Dantas de Medeiros.

1. Anacardiaceae. 2. Antioxidantes. 3. Compostos Fenólicos. I. Título.

Biblioteca do CES – UFCG

CDU 613.2

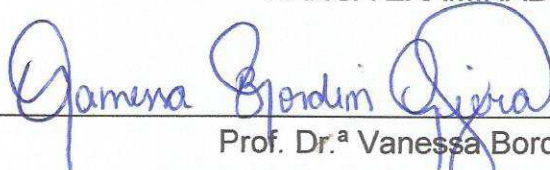
MAYARA GABRIELLY GERMANO DE ARAÚJO

**UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES SOLVENTES NA EXTRAÇÃO DOS COMPOSTOS  
BIOATIVOS DA PIMENTA ROSA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Unidade Acadêmica de Saúde da Universidade  
Federal de Campina Grande, como requisito  
obrigatório para obtenção de título de Bacharel em  
Nutrição, com linha específica em Ciência e  
Tecnologia de Alimentos.

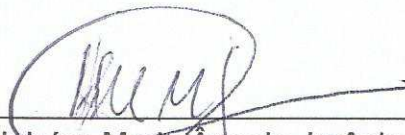
Aprovado em 08 de Maio de 2019.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. Dr.<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera  
Universidade Federal de Campina Grande  
Orientadora



---

Prof. Dr.<sup>a</sup> Heloisa Maria Angelo Jerônimo  
Universidade Federal de Campina Grande  
Examinadora



---

Prof. Me. Diego Elias Pereira  
Universidade Federal de Campina Grande  
Examinador

ARAÚJO, M. G. G. **Utilização de diferentes solventes na extração dos compostos bioativos da pimenta rosa**. 2019. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) - Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2019.

## RESUMO

Os aditivos alimentares sintéticos têm se tornado pauta de discussão por apresentarem potencial na gênese de diversas patologias. Com isso, cada vez mais tem se buscado investir em pesquisas que objetivem a identificação de alternativas saudáveis e que garantam características similares aos aditivos sintéticos. A pimenta rosa é uma matriz em potencial por apresentar compostos bioativos com atividade antioxidante. Diante do exposto, o objetivo deste estudo é avaliar a eficiência de diferentes concentrações de solventes (água destilada e etanol) na extração dos compostos bioativos presentes na da pimenta rosa. Para isso, foram analisados os teores de compostos fenólicos totais, flavonoides totais e as atividades antioxidantes, FRAP e ABTS, dos extratos produzidos. Observou-se que o álcool de cereais 60% foi o solvente mais eficaz na recuperação dos compostos fenólicos totais ( $2100,00 \pm 0,00$  mg EAG/100g) e flavonoides totais ( $225,42 \pm 2,53$  mg EC/100g) da pimenta rosa. No caso da atividade antioxidante ABTS a relação foi a mesma, o álcool de cereais 60% ( $63,23 \pm 0,18$   $\mu$ mol TEAC/g) se destacou ( $p < 0,05$ ), seguido da água destilada ( $38,76 \pm 2,19$   $\mu$ mol TEAC/g) ( $p < 0,05$ ) e do etanol puro ( $22,41 \pm 1,67$   $\mu$ mol TEAC/g) ( $p < 0,05$ ). No tocante a atividade antioxidante FRAP, a utilização do álcool de cereais 60% ( $3,70 \pm 0,34$   $\mu$ mol TEAC/g) ou da água destilada ( $3,18 \pm 0,16$   $\mu$ mol TEAC/g) foi indiferente, entretanto o etanol puro ( $2,31 \pm 0,08$   $\mu$ mol TEAC/g) propiciou uma menor ação antioxidante. Em acréscimo, os valores de IC50 apontam o etanol 60% ( $0,71 \pm 0,00$  mg/mL) como o solvente mais eficaz ( $p < 0,05$ ), seguido da água destilada ( $4,34 \pm 0,00$  mg/mL) ( $p < 0,05$ ) e do, menos eficaz, etanol puro ( $5,74 \pm 0,00$  mg/mL) ( $p < 0,05$ ). Conclui-se que o etanol 60% é o solvente extrator mais eficaz no processo de extração dos compostos bioativos da pimenta rosa.

**Palavras-chave:** Anacardiaceae. Antioxidantes. Compostos Fenólicos.

## ABSTRACT

Synthetic food additives have become a subject of discussion because they present potential in the genesis of several pathologies. With this, more and more has been sought to invest in researches that aim at the identification of healthy alternatives and that guarantee similar characteristics to the synthetic additives. Pink pepper is a potential matrix for presenting bioactive compounds with antioxidant activity. In view of the above, the objective of this study is to evaluate the efficiency of different solvent concentrations (distilled water and ethanol) in the extraction of the bioactive compounds present in the pink pepper. For this, the total phenolic compounds, total flavonoids and the antioxidant activities, FRAP and ABTS, of the extracts produced were analyzed. It was observed that 60% cereal alcohol was the most effective solvent for the recovery of total phenolic compounds ( $2100,00 \pm 0,00$  mg EAG /100g) and total flavonoids ( $225,42 \pm 2,53$  mg EC/100g) of the pink pepper. In the case of the ABTS antioxidant activity the ratio was the same, cereal alcohol 60% ( $63,23 \pm 0,18$   $\mu$ mol TEAC/g) stood out ( $p < 0,05$ ), followed by distilled water ( $38,76 \pm 2,19$   $\mu$ mol TEAC/g) ( $p < 0,05$ ) and pure ethanol ( $22,41 \pm 1,67$   $\mu$ mol TEAC/g) ( $p < 0,05$ ). Regarding FRAP antioxidant activity, the use of 60% cereal alcohol ( $3,70 \pm 0,34$   $\mu$ mol TEAC/g) or distilled water ( $3,18 \pm 0,16$   $\mu$ mol TEAC/g) was not relevant, however pure ethanol ( $2,31 \pm 0,08$   $\mu$ mol TEAC/g) provided a lower antioxidant action. In addition, IC50 values indicate 60% ethanol ( $0,71 \pm 0,00$  mg/mL) as the most effective solvent ( $p < 0,05$ ), followed by distilled water ( $4,34 \pm 0,00$  mg/mL) ( $p < 0,05$ ) and less effective, pure ethanol ( $5,74 \pm 0,00$  mg/mL) ( $p < 0,05$ ). It is concluded that 60% ethanol is the most efficient extractive solvent in the process of extracting the bioactive compounds from pink pepper.

**Keywords:** Anacardiaceae. Antioxidants. Phenolic Compounds.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Solventes extratores utilizados nas extrações e suas concentrações.....	21
<b>Tabela 2</b> – Teores médios dos compostos fenólicos e flavonoides totais dos extratos de pimenta rosa elaborados com solventes distintos.....	24
<b>Tabela 3</b> – Distribuição dos valores médios das atividades antioxidantes dos extratos de pimenta rosa elaborados com diferentes solventes.....	27

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>10</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
<b>3 REFERÊNCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
3.1 ANTIOXIDANTES.....	11
<b>3.1.1 Antioxidantes sintéticos.....</b>	<b>12</b>
<b>3.1.2 Antioxidantes naturais.....</b>	<b>12</b>
3.2 PIMENTA ROSA.....	12
3.3 EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS.....	14
<b>3.3.1 Solvente.....</b>	<b>15</b>
3.4 EXTRATOS VEGETAIS APLICADOS EM ALIMENTOS.....	17
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>20</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	20
4.2 COLETA E PREPARO DAS PIMENTAS PARA A EXTRAÇÃO.....	20
4.3 OBTENÇÃO DOS EXTRATOS.....	20
4.4 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE FENÓLICOS TOTAIS.....	21
4.5 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE FLAVONOIDES TOTAIS.....	21
4.6 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE <i>IN VITRO</i> – MÉTODO DO RADICAL ABTS <sup>+</sup> .....	22
4.7 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE <i>IN VITRO</i> – MÉTODO CAPACIDADE REDUTORA DE FERRO (FRAP).....	22
4.8 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	23
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>24</b>
5.1 CONTEÚDOS DE COMPOSTOS FENÓLICOS E FLAVONOIDES TOTAIS.....	24
5.2 ATIVIDADES ANTIOXIDANTES <i>IN VITRO</i> .....	26
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>31</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>32</b>



## 1 INTRODUÇÃO

É sabido que o passar dos anos trouxe consigo a necessidade de evitar/amenizar impactos ambientais e, subsequentemente, de trabalhar de mãos dadas com a sustentabilidade. Logo, tratando-se de produção de alimentos não tem sido diferente (SILVA, 2016).

Uma das ações de grande importância para tal anseio é a utilização das plantas alimentícias não convencionais (PANC), caracterizadas como vegetais não consumidos pela sociedade em geral e/ou pela pobre exploração por parte da comunidade técnico-científica, o que demanda o desenvolvimento de estudos (BRASIL, 2010).

Somado a isso, é bem esclarecido que o ser humano precisa de uma alimentação mais natural e saudável, destacada, resumidamente, pela diminuição ou exclusão de aditivos sintéticos e presença considerável de componentes funcionais, garantindo o bom funcionamento do organismo, a melhoria da saúde dos consumidores e a prevenção de doenças (RAMIREZ et al., 2017; FASOLATO et al., 2016). Ademais, os aditivos naturais têm demonstrado eficácia no combate à oxidação e ao desenvolvimento microbiano, conferindo também a biopreservação e a rentabilidade da indústria alimentícia (NUNES et al., 2016). Sendo assim, um dos principais meios de aliar tais necessidades destacadas corresponde à extração dos compostos bioativos das PANC, dentre estas a pimenta rosa.

Estudos recentes apontam que a pimenta rosa apresenta em sua composição química a predominância de monoterpenos, especificamente:  $\alpha$ -pineno,  $\beta$ -pineno, mirceno e limoneno (CAVALCANTI et al., 2015; GOIS et al., 2016). Outras pesquisas também evidenciaram que a pimenta rosa exibiu potentes atividades: antioxidante, bacteriostática, anti-inflamatória, antisséptica, antifúngica e antibacteriana (AUMEERUDDY-ELALFI, GURIB-FAKIM, MAHOMOODALLY, 2015; CERUKS et al., 2007; PIRES et al., 2004; SANTOS et al., 2010).

Diante do ressaltado, é válido afirmar que a extração destes componentes pode suscitar uma diversidade de produtos voltados para o comércio. Para tanto, deve-se ter ciência das melhores metodologias e solventes para tal extração, visto que, por exemplo, solventes “inadequados” podem interferir na eficácia da extração, garantir toxicidade ao organismo humano, além de ocasionar sérios danos ambientais (MINJARES-FUENTES et al., 2014).

Em acréscimo, vários estudos abarcando o uso de solventes (puros e nas diversas concentrações) foram executados (BARBI, 2016; SOUZA, 2015; MATTOS, 2013) com o intuito de identificar o solvente mais eficiente para cada planta, posto que a natureza química dos antioxidantes e suas quantidades mudam de acordo com a espécie (ANDREO; JORGE, 2006).

Logo, questiona-se: a utilização de diferentes concentrações de solventes extratores poderia potencializar a extração dos compostos bioativos da pimenta rosa? Tendo em vista que na literatura científica já é ressaltada a relação do solvente com a natureza química dos antioxidantes da matriz vegetal.

Portanto, torna-se evidente a importância do estudo acerca de solventes adequados para que seja concretizada a extração dos compostos bioativos da pimenta rosa de modo eficaz e seguro, visando atender um mercado cada vez mais exigente, atuar na prevenção de doenças, promover a rentabilidade da indústria alimentícia, utilizar uma matéria-prima ainda pouco explorada e, subsequentemente, contribuir para a valorização regional e geração de renda.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar extratos de pimenta rosa, utilizando diferentes solventes, a fim de obter um maior rendimento no teor de compostos bioativos extraídos.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Obter extratos de pimenta rosa pelo método convencional de agitação;
- ✓ Utilizar diferentes solventes (água destilada e álcool de cereais) e concentrações na extração de compostos bioativos da pimenta rosa;
- ✓ Determinar o teor de compostos fenólicos e flavonoides totais dos extratos produzidos;
- ✓ Determinar a atividade antioxidante *in vitro* dos extratos obtidos, através dos métodos FRAP e ABTS.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 ANTIOXIDANTES

Os antioxidantes são substâncias eficientes no delongamento ou prevenção da oxidação de outros componentes, a exemplo dos lipídios, proteínas e nucleotídeos, dispendo ação em alimentos ou sistemas biológicos. Tratando-se de suas atividades em sistemas biológicos, podem prevenir uma série de doenças degenerativas, assim como alterações relacionadas ao envelhecimento, pelo fato de atuarem inibindo ou retardando danos causados por radicais livres (PEREIRA; CARDOSO, 2012). Diante disso, esses componentes são muito estudados e utilizados no fabrico de produtos inovadores.

No que tange aos mecanismos de atuação dos antioxidantes, especificamente contra a oxidação lipídica: agem na proteção dos lipídios, defendendo-os dos iniciadores da reação, ou impedem a oxidação no estágio de propagação (BOROSKI et al., 2015; LAGUERRE et al., 2007; ROY et al., 2015).

A utilização dessas substâncias deve estar em conformidade com alguns critérios, dentre estes: a eficácia em baixas concentrações, a compatibilidade com o substrato, não atribuir odor e/ou sabor diferente ao produto, ser efetivo no decorrer do período de armazenamento do produto alimentício, ser estável ao aquecimento e ser descomplicadamente englobado ao alimento (MELO; GUERRA, 2002).

Ramalho e Jorge (2006) agruparam os antioxidantes em primários ou secundários (removedores de oxigênio, biológicos, agentes quelantes, antioxidantes mistos e sinergistas), por intervenção dos mecanismos de ação.

Os antioxidantes primários atuam eliminando os radicais livres (atividade sequestrante), estes são consumidos no decorrer do estágio de indução. Nesta divisão integram-se os compostos fenólicos, além do butilhidroxianisol (BHA), butilhidroxitolueno (BHT), terc-butilhidroquinona (TBHQ) e propil galato (PG), ademais, esse grupo é considerado o mais eficiente (KULKARNI et al., 2011; MOREIRA, 2016). No que se refere aos antioxidantes secundários, agem delongando o estágio de iniciação da autooxidação mediante diferenciados artifícios, abrangendo a complexação de íons metálicos, sequestro de oxigênio, transfiguração de hidroperóxidos em espécies não radicais, absorção de radiação ultravioleta ou desativação de oxigênio singlete (ADEGOKE et al., 1998; MOREIRA, 2016).

De acordo com Pires (2014), os antioxidantes ainda podem ser categorizados em sintéticos ou naturais, divisão dada pela indústria alimentícia.

### **3.1.1 Antioxidantes sintéticos**

Segundo Boroski et al. (2015), os antioxidantes sintéticos são comumente aplicados em matrizes alimentares, objetivando-se estender a estabilidade durante toda a cadeia produtiva. Hodiernamente, o BHA, BHT, PG e TBHQ são os antioxidantes sintéticos mais empregados nas indústrias alimentícias, principalmente por apresentarem seu uso autorizado (SHAHIDI; AMBIGAIPALAN, 2015; TAHERI et al., 2014). No entanto, a aplicação destes em alimentos é monitorada por legislações do país ou padrões internacionais (KARRE; LOPEZ; GETTY, 2013).

Estudos tem demonstrado que estas substâncias, em determinadas quantidades, podem conferir toxicidade e efeitos carcinogênicos, fato que provocou a extrema preocupação dos consumidores e a proibição destas em diversos países, o que, conseqüentemente, intensificou a busca por antioxidantes naturais que sejam econômicos, efetivos e não causadores de alterações indesejáveis nas características sensoriais dos produtos (BOROSKI et al., 2015; HONORATO et al., 2013; KARRE, LOPEZ, GETTY, 2013).

### **3.1.2 Antioxidantes naturais**

Várias plantas e vegetais ganharam destaque, quando empregados como antioxidantes naturais no controle da deterioração e/ou como integrantes de alimentos enriquecidos/funcionais, por disporem de exacerbadas quantidades de compostos bioativos e apresentarem baixa toxicidade quando comparados aos antioxidantes sintéticos. Ademais, pode-se citar como compostos antioxidantes: os tocoferóis, a vitamina C, os carotenoides e os compostos fenólicos (GOLIOMYTIS et al., 2014; SADGHI et al., 2015).

## **3.2 PIMENTA ROSA**

A *Schinus terebinthifolius* Raddi é uma planta nativa da América do Sul, especialmente do Brasil, Argentina e Paraguai, nomeada popularmente como

pimenta rosa, aroeira-vermelha, pimenta-brasileira, aroeira-pimenteira, aroeira-da-praia, aroeira-negra e aroeira-de-minas. Em acréscimo, é considerada uma árvore típica da caatinga nordestina, a qual ganhou prestígio devido ao seu efeito promotor de saúde, a sua capacidade ornamental e riqueza de nutrientes (CAVALHER-MACHADO et al., 2008; MORTON, 1978; SANTOS et al., 2004).

Nas redondezas de Curitiba, é corriqueira a utilização desta na nutrição animal, a exemplo de caprinos (BAGGIO, 1988). Diante do exposto, é importante ressaltar que a *Schinus terebinthifolius* Raddi exibe toxicidade para os bovinos (CORRÊA, 1926). Perante esse contratempo, Pires et al. (2004) mensuraram a toxicidade aguda da espécie, para isso administraram seu extrato em camundongos e os resultados demonstraram atoxicidade. Ademais, foi identificado um limite máximo tolerável para que o extrato não propicie efeito adverso, sendo este  $5\text{g. Kg}^{-1}$ , aproximadamente 2.500 vezes maior que a quantidade necessária em preparações culinárias, indicando segurança ao humano.

Há relatos antigos sobre a atuação desta espécie na medicina tradicional, sendo utilizada no tratamento de várias complicações de saúde, dentre estas: as desordens urinárias, a bronquite e os problemas do trato respiratório superior, esta ainda atua conferindo atividades analgésica, anti-inflamatória, antitérmica e depurativa, o que desperta o interesse da indústria farmacêutica. Cabe ressaltar que esses efeitos são provenientes de uma abundância de compostos bioativos, em especial os fenóis, taninos, alcaloides, flavonoides, saponinas e esteróis (BARBOSA et al., 2007; BRAGA et al., 2013; CAVALHER-MACHADO et al., 2008).

Fedel-Miyasato et al. (2014) avaliaram a atividade quimiopreventiva do extrato oriundo de folhas da aroeira em camundongos, diante disso, foram constatados seus efeitos quimiopreventivos, antigenotóxicos e antimutagênicos, demonstrando sua eficácia na prevenção ou reparação de danos no ácido desoxirribonucleico, abrindo espaço, conseqüentemente, para função terapêutica.

Dannenber et al. (2016) analisaram a atividade antimicrobiana do óleo essencial da pimenta rosa frente a *L. monocytogenes*, para tanto, aplicou-se a substância no queijo minas frescal, o produto foi armazenado sob temperatura de  $4^{\circ}\text{C}$  durante 30 dias. Observou-se que o óleo essencial de frutos maduros foi mais eficaz (comparado ao proveniente dos frutos verdes) e o crescimento bacteriano foi diminuído em 1,3 log UFC/g durante este período de armazenamento.

Uliana et al. (2016) produziram extratos de folhas da árvore supracitada (por maceração e ultrassom) para estudo das atividades antioxidante e antimicrobiana, tal como aferições das composições químicas. Constatou-se, a partir das análises, que os extratos produzidos exibiram potentes atividades antioxidantes, cabe ressaltar que o método de extração interferiu no rendimento e nas concentrações de compostos fenólicos e flavonoides totais, ademais, observaram-se fortes atividades antimicrobianas contra *S. aureus* e *E. coli*. Neste mesmo estudo, os autores ainda revelaram a identificação de trinta e dois compostos no óleo essencial, com predominância do  $\delta$ -3-careno, E-cariofileno, mirceno e  $\alpha$ -pineno. Além disso, as análises de espectrometria demonstraram a predominância dos ácidos ferúlicos, cafeicos e quercetina nos extratos.

Vale ressaltar que a composição química do óleo essencial é modificada em decorrência do fragmento da planta estudado, local, estação do ano, processamento e métodos analíticos (ENNIGROU et al., 2017).

Também cabe afirmar que ao longo do tempo foram identificadas outras propriedades pelas quais ainda não foram aqui descritas, dentre estas: a ação antifúngica, propriedades alelopática, antialérgica, antiúlcera, antiaderente, curativa de feridas, adstringente, antidiarreica, diurética, moluscicidas, além de ações inseticidas contra *Stegomyia aegypti*, *Anopheles gambiae* e *Culex quinquefasciatus* (BARBIERI et al., 2014; BRANCO-NETO et al., 2006; CARVALHO et al., 2013; CAVALHER-MACHADO et al., 2008; DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ; SANTOS, 2004; JOHANN et al., 2010; KWEKA et al., 2011; LIMA et al., 2006; NESELLO; SERAFINI; PAULETTI, 2007; SILVA et al., 2010).

### 3.3 EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS

Distintos métodos de extração de compostos a partir de componente(s) de plantas foram concebidos com o passar dos anos, em decorrência dos mesmos propósitos: redução do tempo de processo, atenuação do emprego de solventes orgânicos, elevação da eficiência da extração e, conseqüentemente, a redução dos custos com o processamento e a diminuição da poluição ambiental (HUANG et al., 2013). Dentre as metodologias mais empregadas, pode-se destacar a extração convencional (WANG; WELLER, 2006).

O procedimento supracitado embasa-se no emprego de um solvente às condições de agitação e/ou calor, objetivando-se a separação de um ou mais componentes dispostos em uma fase sólida (WANG; WELLER, 2006). Variados fatores apresentam a capacidade de interferir no processo de extração, a exemplo da temperatura empregada, solubilidade, solvente(s) utilizado(s), adição de ácidos ou bases no(s) solvente(s) de extração, tempo, razão solvente(s)-sólido, área superficial dos sólidos, viscosidade e taxa de escoamento do(s) solvente(s) (SARKIS, 2014).

### **3.3.1 Solvente**

É necessário destinar muita atenção na escolha do solvente, posto que o rendimento do processo de extração está altamente relacionado ao solvente utilizado (em virtude da polaridade dos componentes a sofrerem extração) (FELLOWS, 2006). Ademais, a seleção do solvente apropriado deve conceder além da extração efetiva dos compostos desejados, sendo também necessária a diminuição da degradação, bem como da oxidação ou polimerização dos produtos (SARKIS, 2014).

Para tanto, diversos solventes são comumente empregados: metanol, etanol, água e acetona, tal como suas combinações com a água e acetato de etila (AL-FARSI; LEE, 2008; BIESAGA, 2011). Considerando os variados tipos de solventes utilizados, os da tipologia alcoólica se destacam, pois propiciam um rendimento muito alto de extrato total (SOUZA, 2015).

Singularmente, associações de álcoois e água demonstraram-se mais eficazes na extração de compostos fenólicos do que um sistema abarcando apenas um solvente (GIRONI; PIEMONTE, 2011). Esta combinação propicia a elevação da polaridade do solvente, ocasionando maiores concentrações de componentes fenólicos nos extratos (HUSSAIN et al., 2012; SULTANA et al., 2007; WIJEKOON et al., 2011).

Conforme supracitado, a água subcrítica é ressaltada, fato decorrente diante de suas características: atóxica, apresentar baixo custo, não ser combustível, operar como solvente e mediadora de reações, não provocar desgaste ambiental, ser excepcionalmente reativa, além de poder atuar como um catalisador básico ou ácido (KO et al., 2011). Ademais, cabe enfatizar que a água (em determinadas



circunstâncias de pressão e temperatura) obtém características similares a de solventes orgânicos, a exemplo do metanol.

Diversos estudos acerca do emprego de diferentes solventes e uso destes em variadas proporções (para extração de compostos bioativos) podem ser vistos na literatura.

Viera (2016) produziu extratos naturais de casca de cebola roxa sob a perspectiva de variância de metodologia (micro-ondas focalizada, ultrassom e convencional por agitação), concentração de solvente hidroetanólico, tempo, temperatura, potência e pulsos. Constatou-se que os extratos obtidos mediante a extração convencional por agitação exibiram teores de fenólicos, flavonoides e antocianinas totais superiores quando extraídos com o solvente hidroetanólico 80% etanol. Ao passo que os resultados encontrados para a metodologia micro-ondas focalizada demonstraram que as concentrações 60 e 80% etanol conferiram maior eficácia na extração dos compostos bioativos. Ademais, o emprego do método ultrassom em associação a condições de potência 130 W, modo pulsado e solvente hidroetanólico 60% etanol conferiu eficiência na atividade antioxidante (FRAP e  $\beta$ -caroteno) e extrações de flavonoides e antocianinas totais.

Piovesan (2016) produziu extratos naturais de mirtilo sob a perspectiva de variância de metodologia (micro-ondas focalizada, ultrassom e convencional por agitação), concentração de solvente hidroetanólico, tempo, temperatura e potência. Constatou-se que os resultados encontrados para a metodologia micro-ondas focalizada demonstraram que as concentrações 60 e 80% etanol não diferiram significativamente no que tange à atividade antioxidante (FRAP, ABTS e DPPH), compostos fenólicos, flavonoides e antocianinas totais, ao passo que o  $\beta$ -caroteno apresentou maior inibição na condição de solvente hidroetanólico 80% etanol. No tocante a metodologia convencional, a atividade antioxidante (FRAP, ABTS e DPPH) e as extrações de compostos fenólicos, flavonoides e antocianinas totais ocorreram de modo mais eficiente durante a utilização de 60% de etanol e 40% de água destilada, enquanto que 80% de etanol para o  $\beta$ -caroteno. Ademais, o ultrassom propiciou melhores condições de extração de fenólicos, flavonoides e antocianinas totais mediante a utilização de 60% de etanol, além disso, melhores atividades antioxidantes foram conferidas diante dessa proporção, com exceção para o método ABTS: 80% de etanol.

Souza (2015) avaliou a utilização de diferentes concentrações de solventes sobre a extração de compostos bioativos da casca do maracujá, para tanto, utilizou-se as soluções metanol/água e etanol/água em variadas proporções (80:20; 70:30; 60:40 e 50:50), as técnicas empregadas foram a de extração com solvente pressurizado (ESP) e a extração assistida por ultrassom. Com base nos experimentos, pôde-se constatar que a utilização da solução hidroetanólica 40:60 (v/v) em associação ao emprego da técnica ESP, destacada por ser rápida e simples, revelou-se prometedora, posto que propiciou um rendimento de extrato total de 36,85%, além de maior ação antioxidante (466mg/100g de casca de maracujá), quando comparada com a de extratos elaborados com diferentes proporções dos solventes, e menor toxicidade ao consumidor (em comparação ao metanol).

### 3.4 EXTRATOS VEGETAIS APLICADOS EM ALIMENTOS

Diversos estudos acerca do emprego de antioxidantes naturais em produtos podem ser vistos na literatura. Vários extratos naturais derivados de plantas, para aplicação em alimentos, estão disponíveis comercialmente e são empregados comumente na elaboração de produtos (PAGLARINI, 2015).

Boeira et al. (2018) efetuaram o emprego de extrato natural de semente de mamão (*Carica papaya* L.) em linguiça de frango, utilizando-o nas concentrações 0,5%, 1,0% e 1,5% (p/v). As análises demonstraram que todos os tratamentos com o extrato de marcela foram eficazes contra a oxidação lipídica do produto cárneo, porém a adição do extrato a 1,5% propiciou efeitos maiores, exercendo atividade antioxidante superior, em torno de 50%, quando comparado ao tratamento controle, expondo sua eficiência na diminuição da oxidação lipídica do produto estudado, podendo então atuar no prolongamento da vida de prateleira deste.

Piovesan et al. (2018) estudaram a aplicação de extrato natural de marcela em um produto cárneo, para elaboração deste utilizou-se 0,5% e 0,75% do extrato. Demonstrou-se que a adição deste, independente da concentração, não interferiu negativamente no pH do produto, quando comparado a formulação controle. Ademais, foi exposto que todos os tratamentos com o extrato de marcela foram eficazes contra a oxidação lipídica do produto cárneo, porém a adição do extrato a 0,75% exerceu efeitos superiores, exibindo atividade antioxidante 50% maior, em comparação ao tratamento controle.

Viera et al. (2015) obtiveram o extrato etanólico de própolis (por ultrassom) utilizando-o nas concentrações 0,5%, 1,0% e 2,0% (p/v) para fabricação de linguiças toscanas, estas foram mantidas a 4°C durante 56 dias. Realizou-se análises de micro-organismos psicotróficos, *Staphylococcus coagulase positiva* e *Salmonella spp.*, contudo, verificou-se que os tratamentos com os extratos ocasionaram o aumento da vida de prateleira. Outrossim, notou-se a existência de diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ) entre as contagens de psicotróficos da linguiça controle e da adicionada de 2% do extrato de própolis, em que o último tratamento conferiu menor valor, demonstrando um possível efeito protetor da própolis contra este tipo de micro-organismo.

Amador (2015) ao comparar as ações antioxidantes de extratos de goiaba (0,5%, 1,0% e 1,5%) com a de um antioxidante sintético (0,2% de BHT), frente a almôndegas de peito de frango conservadas sob temperatura de refrigeração e congelamento, observou que o incremento dos antioxidantes no produto cárneo, sejam sintéticos ou naturais, reduziu significativamente ( $p < 0,05$ ) a formação de compostos que provocam o ranço (em comparação a amostra sem esse tipo tratamento). Ademais, o grupo experimental extrato de goiaba (1,5%) mostrou-se mais eficaz em ambos os tratamentos térmicos, sendo, inclusive, mais eficiente que o BHT, apresentando-se como um potencial substituto do aditivo sintético em produtos cárneos a base de carne de frango.

Paglarini (2015) estudou as atividades antioxidantes dos extratos de plantas disponíveis comercialmente frente à carne de frango mecanicamente separada e a produtos cárneos reestruturados. Utilizou-se os extratos nas concentrações 0,125, 0,25, 0,5 e 1,0% m/m, foi visto que os extratos de semente de uva, alecrim, chá verde e mate podem ser utilizados para retardar a oxidação, prolongando o tempo de armazenamento dos produtos cárneos cozidos e congelados, ademais, cabe afirmar que estes também exibiram atividades antioxidantes maiores que a do BHT.

Krishnan et al. (2014) observaram os efeitos antimicrobianos e antioxidantes dos extratos de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*), cássia (*Cinnmomum cassia*), orégano (*Origanum vulgare*) e mostarda-preta (*Brassica nigra*) frente à carne de frango crua, contra *L. monocytogenes*, durante o armazenamento sob temperatura de 4°C por 15 dias. Todos os extratos de especiarias demonstraram potentes proteção antimicrobiana e ação antioxidante, quando comparados a amostra sem tratamento.

Cao et al. (2013) produziram extrato a partir de alho, cebola e gengibre, utilizando-o nas concentrações 5% e 10% para produção de carne de porco cozida. Esta foi mantida sob temperatura de 4°C durante 12 dias, ademais, foi estudado o efeito da adição de 1% ou 0,5% de quitosana, do extrato e das soluções derivadas (A= 1% quitosana + 10% extrato e B= 0,5 quitosana + 5% extrato) na qualidade e vida útil do produto. Observou-se que os tratamentos com quitosana e/ou extrato propiciaram o retardo do aumento do pH, do nitrogênio básico volátil total, do valor de peróxido e do ácido-tiobarbitúrico, além disto, a quitosana exibiu atividade antioxidante inferior, quando comparada ao extrato. No que concerne as soluções derivadas, o tratamento B propiciou efeitos desejáveis, mas o tratamento A exibiu efeitos negativos sobre o odor e aceitação sensorial do produto.

O uso de antioxidantes naturais em produtos cárneos tem sido objeto de estudo em diversas matérias-primas, porém deve-se ter cuidado, pois o uso de altas concentrações dos extratos naturais pode influenciar nas propriedades organolépticas dos produtos cárneos (AHN; GRÜN; MUSTAPHA, 2007; CAO et al., 2013). Desta forma é fundamental o desenvolvimento de extratos naturais, com propriedades antioxidantes e antimicrobianas, que possam ser utilizados em baixas concentrações e não interfiram nas características sensoriais do produto.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Trata-se de uma pesquisa de caráter experimental quantitativa.

### 4.2 COLETA E PREPARO DAS PIMENTAS PARA AS EXTRAÇÕES

Neste estudo foram utilizados frutos da espécie *Schinus terebinthifolius* Raddi, adquiridos na Universidade Federal de Campina Grande, campus Cuité-PB. Estes foram previamente selecionados, lavados com água corrente, higienizados em solução clorada com hipoclorito de sódio 20ppm e, por fim, enxaguados com água destilada. Posterior ao enxágue, as pimentas foram dispostas em bandejas de aço inox e inseridas em estufa de ar com circulação forçada (sob temperatura de 55°C por 24 horas) para secagem. Seguidamente os frutos foram triturados em moinho, armazenados em saco plástico e embalados a vácuo. O material foi mantido em temperatura de -18 °C até o início das extrações.

### 4.3 OBTENÇÃO DOS EXTRATOS

A técnica de extração por agitação foi realizada em chapa de agitação com aquecimento, seguindo metodologia descrita por Viera et al. (2017), com adaptações. Pesou-se 5g da amostra previamente moída e misturou-a com 50mL do respectivo solvente (Tabela 1) em um béquer coberto por papel alumínio. Posteriormente colocou-se o béquer com a solução supracitada sobre a chapa com agitação constante (utilizando barra magnética) sob temperatura de 40°C por 60 minutos. Por fim, o extrato obtido foi filtrado em papel filtro, centrifugado a 3000 rpm (por 10 minutos), acondicionado em frasco âmbar e armazenado em freezer (-18 °C) até o momento das análises. Ademais, cabe ressaltar que todas as extrações foram realizadas em triplicata.

**Tabela 1** - Solventes extratores utilizados nas extrações e suas concentrações.

<b>Solventes extratores</b>	<b>Relação Etanol/Água (v/v)</b>
Água destilada	0:100
Álcool de cereais 60%	60:40
Álcool de cereais puro (p.a.)	100:0

**Fonte:** Própria autora (2019).

#### 4.4 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE FENÓLICOS TOTAIS

Para a determinação do teor de fenólicos totais foi utilizado o método de Folin-Ciocalteu, descrito por Singleton et al. (1999), com modificações. Para a reação colorimétrica, em um tubo de ensaio, uma alíquota de 0,4 mL da solução do extrato foi adicionada de 2,0 mL da solução aquosa do reativo de Folin-Ciocalteu a 10% e deixada em repouso, na ausência de luz, por 6 minutos. Posteriormente adicionou-se 1,6 mL de carbonato de sódio a 7,5%. A mistura foi incubada durante 5 minutos em banho maria a 50°C. Em seguida, os tubos foram resfriados em água corrente e as leituras de absorvância foram realizadas em espectrofotômetro a 760 nm, utilizando-se o branco da amostra como referência.

As quantificações dos compostos fenólicos totais das amostras foram realizadas por meio de uma curva padrão preparada com ácido gálico e expressa como equivalentes de ácido gálico (EAG). As análises foram realizadas em triplicata e os valores apresentados com a média ( $\pm$  desvio padrão).

#### 4.5 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE FLAVONOIDES TOTAIS

O teor de flavonoides totais foi determinado de acordo com o método proposto por Zhishen et al. (1999). Em um tubo de ensaio, uma alíquota de 0,5 mL do respectivo extrato foi adicionada à 2 mL de água destilada, também adicionou-se 0,15 mL de nitrito de sódio e, após 5 minutos, 0,15 mL de cloreto de alumínio. Depois de 6 minutos foi adicionado 2 mL de solução de hidróxido de sódio a 1 M e 1,2 mL de água destilada. A solução foi agitada e a absorvância medida (510 nm) contra um branco do reagente preparado. O teor de flavonoides totais foi expresso em mg equivalente de catequina. As análises foram realizadas em triplicata e os valores apresentados com a média ( $\pm$  desvio padrão).

#### 4.6 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE *IN VITRO* – MÉTODO DO RADICAL ABTS<sup>+</sup>

A atividade antioxidante pelo método ABTS<sup>+</sup> foi realizada conforme metodologia descrita por Sariburun et al. (2010), com algumas modificações. O radical ABTS foi formado pela reação da solução ABTS<sup>+</sup> 7 mM com a solução de persulfato de potássio 140 mM, incubadas a temperatura de 25°C, no escuro, durante 12-16 horas.

Uma vez formado, foi diluído em água destilada até obter o valor de absorbância de  $0,700 \pm 0,020$  a 734nm. A partir de cada extrato foram preparadas quatro diluições diferentes (em triplicatas). Foram transferidas, em ambiente escuro, uma alíquota de 15µL dos extratos para tubos de ensaio contendo 1,5 µL do radical ABTS<sup>+</sup>. A leitura foi realizada, após 30 minutos da reação, em espectrofotômetro a 734nm. O branco da reação foi preparado conforme o procedimento descrito acima, sem adição da amostra. O Trolox foi utilizado como referência e os resultados foram expressos em µM trolox/g de amostra. O valor de IC<sub>50</sub> foi determinado mediante a equação da reta plotada através dos resultados, contendo os valores de concentração (mg/mL) utilizados no eixo X e os percentuais de proteção encontrados no eixo Y.

#### 4.7 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE *IN VITRO* – MÉTODO CAPACIDADE REDUTORA DE FERRO (FRAP)

Para determinação da atividade antioxidante por meio da redução do ferro foi utilizada a metodologia descrita por Benzie e Strain (1996), adaptada por Rockembach et al. (2011). O reagente FRAP foi preparado (somente no momento da análise) através da mistura de 11 mL de tampão acetato (0,3M, pH 3,6), 1,1 mL de solução TPTZ (10mM em HCl 40mM) e 1,1 mL de solução aquosa de cloreto férrico (20mM). Em um tubo de ensaio, uma alíquota de 200 µL do extrato foi adicionada a 1800 µL do reagente FRAP, a solução foi incubada em banho-maria a 37°C por 30 minutos. Para cada amostra foi realizado um branco (sem adição do extrato). As absorbâncias foram medidas após o tempo de incubação em

espectrofotômetro (comprimento de onda de 593nm). A curva de calibração foi feita com Trolox e os resultados expressos em  $\mu\text{mol/g}$  de amostra.

#### 4.8 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Todas as determinações foram realizadas em triplicata, os dados foram avaliados mediante análise de variância (ANOVA) e apresentados com a média e o desvio padrão. As médias foram comparadas pelo teste de *Tukey*, considerando o nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ), com auxílio do *SigmaStat 3.5*.



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 CONTEÚDOS DE COMPOSTOS FENÓLICOS E FLAVONOIDES TOTAIS

Os valores médios dos compostos fenólicos e flavonoides totais dos extratos da pimenta rosa, produzidos com diferentes solventes extratores, encontram-se descritos na Tabela 2.

**Tabela 2** – Teores médios dos compostos fenólicos e flavonoides totais dos extratos de pimenta rosa elaborados com solventes distintos.

Variável	AD	ACP	AC60%
Fenólicos totais (mg EAG/100g)	779,25±0,00 <sup>b</sup>	590,57±0,00 <sup>c</sup>	2100,00±0,00 <sup>a</sup>
Flavonoides totais (mg EC/100g)	106,67±2,53 <sup>c</sup>	123,96±2,53 <sup>b</sup>	225,42±2,53 <sup>a</sup>

**Fonte:** Própria autora (2019). AD: água destilada; ACP: álcool de cereais p.a.; AC60%: álcool de cereais 60%. EAG: equivalente ácido gálico; EC: equivalente catequina. Média ± desvio-padrão. Diferentes letras sobrescritas na mesma linha diferiram entre si pelo teste de *Tukey* ( $p < 0,05$ ).

Tratando-se dos compostos fenólicos totais (Tabela 2), houve diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os teores encontrados, os quais variaram de 590,57±0,00 a 2100,00±0,00 mg EAG/100g de pimenta rosa, sendo o álcool de cereais 60% o solvente extrator mais eficaz no processo de concentração desses componentes (2100,00±0,00 mg EAG/100g de pimenta rosa), seguido da água destilada (779,25±0,00 mg EAG/100g de pimenta rosa) e do álcool de cereais puro (590,57±0,00 mg EAG/100g de pimenta rosa).

A partir do supracitado, pode-se afirmar que o meio hidroetanólico é mais eficiente na extração dos compostos fenólicos totais da pimenta rosa, em consonância, Liu et al. (2000) e Bertoldi (2006) destacam a importância de realizar a associação de solventes extratores para a garantia de um maior rendimento dos compostos bioativos da matriz vegetal, posto que os solventes não associados apresentam faixa de solubilidade restrita.

Corroborando com o presente estudo, Silva et al. (2017) realizaram extrações (utilizando solventes distintos) e quantificações dos compostos fenólicos do jiló

(*Solanum gilo* Radi), percebeu-se que o etanol 80% foi o solvente extrator mais eficaz ( $p < 0,05$ ) ( $655,0 \pm 28,2$  mg EAG/100g de jiló), quando comparado ao etanol puro ( $208,7 \pm 11,1$  mg EAG/100g de jiló), na recuperação destes componentes. Em concordância com o presente trabalho, Zhou e Yu (2004) realizaram extrações e quantificações dos compostos fenólicos de variedades de trigo, diante disso, o etanol 70% foi caracterizado como o melhor solvente ( $p < 0,05$ ) ( $1,00$  mg EAG. L<sup>-1</sup>) para tal prática, quando comparado ao etanol puro ( $0,65$  mg EAG. L<sup>-1</sup>).

Contraopondo o presente estudo, Mattos (2013) observou que a solução hidroalcolica (1:1) foi tida como um solvente extrator menos eficaz ( $p < 0,05$ ) ( $215,10 \pm 3,56$  mg EAG/100g de uvaia) que a água destilada ( $255,80 \pm 6,91$  mg EAG/100g de uvaia) no que tange à recuperação dos fenóis totais da matriz vegetal *Eugenia pyriformis* C. Também contraopondo, em parte, o presente estudo, Moura Filho et al. (2017), em sua pesquisa envolvendo o fruto de buriti, detectaram que o solvente extrator etanol 80% agiu melhor ( $80,54 \pm 6,54$  g EAG/100g de buriti) ( $p < 0,05$ ) que a água destilada ( $76,23 \pm 4,59$  g EAG/100g de buriti) e o etanol puro ( $69,31 \pm 0,60$  g EAG/100g de buriti) no que se relaciona à extração dos compostos bioativos da matriz, estes últimos não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ).

Barbi (2016) também encontrou resultados diferentes ao analisar extratos de sementes de chia, foi observado que o etanol puro ( $11,63 \pm 0,42$  mg EAG/L<sup>-1</sup>) apresentou a mesma eficácia ( $p > 0,05$ ) do etanol 50% ( $11,63 \pm 0,42$  mg EAG/L<sup>-1</sup>) e 70% ( $16,60 \pm 2,54$  mg EAG/L<sup>-1</sup>) no processo de recuperação dos compostos fenólicos totais das matrizes. Ainda em discordância, em parte, com este estudo, Bertoldi (2006) avaliou o efeito de sistemas extratores distintos na ressuspensão dos fenólicos totais da pimenta rosa, verificou-se que os sistemas etanol 70% ( $1,077 \pm 0,047$  g EAG/100g de pimenta rosa), etanol 90% ( $0,974 \pm 0,025$  g EAG/100g de pimenta rosa) e etanol puro ( $0,917 \pm 0,134$  g EAG/100g de pimenta rosa) apresentaram ações semelhantes ( $p > 0,05$ ), entretanto foram mais eficazes ( $p < 0,05$ ) que a água destilada ( $0,437 \pm 0,025$  g EAG/100g de pimenta rosa).

Considerando os resultados supracitados, vale inferir que, independente dos sistemas extratores adotados, os valores dos fenólicos deste estudo são considerados significativamente mais elevados que os apresentados por Bertoldi (2006), salvo o do etanol puro. Essas divergências de resultados podem provir das diferenças metodológicas (o processamento do fruto, o tempo de extração, a temperatura, o tipo de ensaio e o padrão adotados para a quantificação) e outros

fatores (local de colheita do fruto, safra, nuances da colheita (horário e presença de chuva) (ROCKENBACH et al., 2008).

Em relação aos teores de flavonoides totais detectados (Tabela 2), variaram de  $106,67 \pm 2,53$  a  $225,42 \pm 2,53$  mg EC/100g de pimenta rosa, apresentando diferenças estatísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre os valores encontrados, sendo o álcool de cereais 60% o solvente extrator mais eficaz no processo de extração desses componentes ( $225,42 \pm 2,53$  mg EC/100g de pimenta rosa), seguido do álcool de cereais puro ( $123,96 \pm 2,53$  mg EC/100g de pimenta rosa) e da água destilada ( $106,67 \pm 2,53$  mg EC/100g de pimenta rosa), comportamento diferente do apresentado anteriormente (conteúdo de fenólicos totais).

Em discordância com o presente trabalho, Oliveira et al. (2016) realizaram quantificações dos flavonoides da samambaiçu, para tanto, foram obtidos, pelo método de maceração, extratos com os solventes extratores etanol puro e etanol 70%. Em relação aos resultados, observou-se que não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os teores de flavonoides dos extratos etanólico e hidroalcólico ( $34,3 \pm 0,04$  mEqQ/g<sup>-1</sup> e  $33,5 \pm 0,81$  mEqQ/g<sup>-1</sup>, respectivamente).

Também contrapondo, em parte, o presente estudo, Peixoto Sobrinho et al. (2007), em sua pesquisa envolvendo a *Bauhinia cheilantha* Steudel (conhecida popularmente como pata de vaca), detectaram que os solventes extratores etanol 100% e etanol 80% agiram melhor ( $17,607 \pm 0,523$  mg EC/100g de pata de vaca e  $18,379 \pm 0,284$  mg EC/100g de pata de vaca, respectivamente) ( $p < 0,05$ ) que a água destilada ( $5,577 \pm 0,411$  mg EC/100g de pata de vaca) no que se relaciona à recuperação dos flavonoides da matriz estudada.

A partir do exposto e do que a literatura como um todo traz, pode-se ressaltar que não foi estabelecido um consenso sobre quais solventes extratores, ou suas associações, são mais eficazes no processo de recuperação dos compostos bioativos entre as várias espécies vegetais. Em acréscimo, Mattos (2013) cita que esse fato pode ser justificado pelas naturezas e polaridades distintas das matrizes vegetais, sendo de extrema importância a análise da eficiência do(s) solvente(s) frente ao processo de recuperação dos compostos bioativos das matrizes vegetais.

## 5.2 ATIVIDADES ANTIOXIDANTES *IN VITRO*

Os resultados das análises das atividades antioxidantes *in vitro* dos extratos da pimenta rosa, produzidos com diferentes solventes extratores, encontram-se na Tabela 3.

**Tabela 3** - Distribuição dos valores médios das atividades antioxidantes dos extratos de pimenta rosa elaborados com diferentes solventes.

Variável	AD	ACP	AC60%
FRAP ( $\mu\text{mol TEAC/g}$ )	3,18 $\pm$ 0,16 <sup>a</sup>	2,31 $\pm$ 0,08 <sup>b</sup>	3,70 $\pm$ 0,34 <sup>a</sup>
ABTS ( $\mu\text{mol TEAC/g}$ )	38,76 $\pm$ 2,19 <sup>b</sup>	22,41 $\pm$ 1,67 <sup>c</sup>	63,23 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup>
IC <sub>50</sub> (mg/mL)	4,34 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>	5,74 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,71 $\pm$ 0,00 <sup>c</sup>

**Fonte:** Própria autora (2019). AD: água destilada; ACP: álcool de cereais p.a.; AC60%: álcool de cereais 60%. FRAP: redução do ferro; ABTS: radical livre; TEAC: capacidade antioxidante equivalente trolox; IC<sub>50</sub>: capacidade de inibição de 50% do radical livre ABTS. Média  $\pm$  desvio-padrão. Diferentes letras sobrescritas na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Com relação a atividade antioxidante FRAP (Tabela 3), nota-se que os valores se situaram entre 2,31 e 3,70  $\mu\text{mol TEAC/g}$  de pimenta rosa. Pode-se inferir que a utilização dos solventes extratores água destilada e álcool de cereais 60% favoreceram o alcance de maiores valores de atividade antioxidante FRAP, não diferindo estatisticamente ( $p > 0,05$ ) entre si, ao passo que a utilização do álcool de cereais puro ocasionou um efeito reverso, diferindo ( $p < 0,05$ ) dos demais extratos, demonstrando-se menos eficaz no processo de extração de compostos bioativos, da pimenta rosa, com capacidade de reduzir o ferro (III).

Levando em consideração os resultados expostos na Tabela 1 e 2, pôde-se notar que os compostos fenólicos totais interferiram diretamente na ação antioxidante, assim, o solvente extrator que promoveu maior recuperação dos componentes supracitados também propiciou o alcance da maior atividade antioxidante FRAP. Esse fato é proveniente da convergência direta existente entre os compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante (CAMPOS et al., 2014; VEBER et al., 2015).

Em discordância com o presente trabalho, Rockenbach et al. (2008) realizaram quantificações das atividades antioxidantes dos extratos de bagaços de uvas, das variedades *Tannat* e *Ancelota*, observou-se que o etanol puro (395,1 $\pm$ 5,7  $\mu\text{Mol/g}^{-1}$  de uva *Tannat* e 334,1 $\pm$ 4,7  $\mu\text{Mol/g}^{-1}$  de uva *Ancelota*), comparado a água

destilada ( $201,7 \pm 2,3 \mu\text{Mol/g}^{-1}$  de uva *Tannat* e  $218,7 \pm 1,2 \mu\text{Mol/g}^{-1}$  de uva *Ancelota*), se apresentou como um eficaz ( $p < 0,05$ ) solvente extrator de componentes com habilidade de reduzir o ferro. Ainda, viu-se que o extrato hidroalcolico 50% ( $531,7 \pm 3,7 \mu\text{Mol/g}^{-1}$  de uva *Tannat* e  $686,4 \pm 3,7 \mu\text{Mol/g}^{-1}$  de uva *Ancelota*) se comportou bem melhor ( $p < 0,05$ ) que os supracitados, inclusive, sendo a melhor opção para tal anseio.

As atividades antioxidantes ABTS (Tabela 3) variaram de 22,41 a 63,23  $\mu\text{mol TEAC/g}$  de pimenta rosa. Ademais, a maior atividade antioxidante foi derivada da utilização do álcool de cereais 60% como solvente extrator dos compostos bioativos, denominando-se o solvente mais eficaz ( $p < 0,05$ ) no procedimento de alcance de componentes com maior capacidade de limitar o radical  $\text{ABTS}^+$ . No que tange aos outros solventes utilizados, pode-se afirmar que o álcool de cereais puro foi o menos eficaz, seguido da água destilada, todos diferindo entre si ( $p < 0,05$ ).

Corroborando com o presente estudo, Bergamaschi (2010) aferiu as atividades antioxidantes (ABTS) dos extratos de resíduos vegetais elaborados com solventes extratores hidroalcolico (etanol 80%) e água destilada, a partir disso, percebeu-se que o solvente hidroalcolico agiu melhor ( $p < 0,05$ ) que a água destilada nos extratos de talo de couve ( $23,25$  e  $7,11 \mu\text{Mol/g}$  de resíduo, respectivamente), de beterraba ( $121,48$  e  $79,67 \mu\text{Mol/g}$  de resíduo), folha/talo de rabanete ( $113,58$  e  $35,70 \mu\text{Mol/g}$  de resíduo), folha/talo de nabo ( $19,32$  e  $14,60 \mu\text{Mol/g}$  de resíduo) e película de amendoim ( $990,79$  e  $262,12 \mu\text{Mol/g}$  de resíduo). Ainda sobre o estudo supracitado, pode-se afirmar que a utilização do etanol 80% e da água destilada foi indiferente ( $p > 0,05$ ) nos extratos de talo de brócolis ( $14,61$  e  $15,01 \mu\text{Mol/g}$  de resíduo, respectivamente), folha/talo de cenoura ( $9,89$  e  $11,27 \mu\text{Mol/g}$  de resíduo), resíduo de alcachofra ( $3,40$  e  $3,19 \mu\text{Mol/g}$  de resíduo) e casca de maracujá ( $23,21$  e  $21,49 \mu\text{Mol/g}$  de resíduo), porém a água destilada agiu melhor que o solvente hidroalcolico ( $p < 0,05$ ) no extrato de casca de abóbora ( $23,78$  e  $14,42$ , respectivamente).

Contraopondo o presente estudo, Rockenbach et al. (2008) realizaram aferições das ações antioxidantes dos extratos de bagaços de uvas das variedades *Tannat* e *Ancelota*, conforme já supracitado, verificou-se que o etanol 100% ( $226,2 \pm 2,6 \mu\text{Mol/g}^{-1}$  de uva *Tannat* e  $158,8 \pm 2,3 \mu\text{Mol/g}^{-1}$  de uva *Ancelota*), comparado a água destilada ( $37,1 \pm 1,0 \mu\text{Mol/g}^{-1}$  de uva *Tannat* e  $66,1 \pm 0,9 \mu\text{Mol/g}^{-1}$  de uva *Ancelota*), se configurou como um eficaz ( $p < 0,05$ ) solvente extrator de

componentes com maior capacidade de limitar o radical ABTS<sup>+</sup>. Ainda, observou-se que o extrato hidroalcolico 50% ( $341,5 \pm 3,5 \mu\text{Mol/g}^{-1}$  de uva *Tannat* e  $400,7 \pm 4,2 \mu\text{Mol/g}^{-1}$  de uva *Anceleta*) se comportou muito melhor ( $p < 0,05$ ) que os supracitados, sendo a melhor opção para tal anseio.

Em concordância com o presente trabalho, Beal (2006) aferiu as atividades antioxidantes dos extratos de gengibre elaborados com solventes extratores distintos, a partir disso, percebeu-se que a água destilada agiu melhor ( $161,44 \pm 3,13 \mu\text{Mol/g}$  de gengibre) ( $p < 0,05$ ) que o etanol 100% ( $40,70 \pm 1,96 \mu\text{Mol/g}$  de gengibre), assim, a supracitada se comportou como um solvente eficaz no processo de recuperação de componentes bioativos com elevada habilidade de sequestrar o radical ABTS<sup>+</sup>.

Contraopondo o presente estudo, Barbosa et al. (2016), em seu estudo envolvendo a atividade antioxidante de extratos de milho de grãos pretos elaborados com diferentes solventes extratores, detectaram que a utilização do solvente hidroalcolico (etanol 80%) ( $73,17 \pm 1,02\%$ ) ou alcóolico ( $72,99 \pm 1,10\%$ ) foi indiferente ( $p > 0,05$ ).

Em concordância com o presente trabalho, Barbi (2016), em seu estudo envolvendo a atividade antioxidante de extratos de sementes de chia elaborados com diferentes solventes extratores, detectou que a utilização do solvente hidroalcolico (etanol 50%) ( $82,49 \pm 5,89\%$ ) proporcionou atividade antioxidante mais elevada ( $p < 0,05$ ) em comparação ao solvente alcóolico ( $40,25 \pm 1,77\%$ ).

Os valores de IC<sub>50</sub> (Tabela 3) ficaram entre 0,71 e 5,74 mg/ml de extrato. Vale ressaltar que quanto menor o valor de IC<sub>50</sub>, maior será a atividade antioxidante do extrato, visto que este simboliza a quantidade de extrato indispensável para conter em 50% a atuação do radical livre. Verificou-se que o álcool de cereais 60% foi o solvente extrator mais eficaz ( $p < 0,05$ ) na aquisição da menor quantia fundamental para capturar metade do radical livre ABTS ( $0,71 \text{ mg}$  de pimenta rosa/mL do extrato). O valor supracitado é classificado como adequado, posto que números de IC<sub>50</sub> maiores que  $25 \text{ mg/mL}^{-1}$  são tidos como de baixa capacidade antioxidante (CAMPOS et al., 2005).

Corroborando com o presente estudo, Silva et al. (2017) determinaram os valores de IC<sub>50</sub> dos extratos de jiló (*Solanum gilo* Radi) elaborados com diferentes solventes extratores, observou-se que o etanol 80% ( $6777,2 \pm 32,0 \mu\text{g/ml}$ ) agiu com

eficácia ( $p < 0,05$ ), em comparação ao etanol p.a ( $59439,0 \pm 733,2 \mu\text{g/ml}$ ), na aquisição da menor quantia essencial para sequestrar metade do radical livre.

Em concordância com a presente pesquisa, Barbi (2016) avaliou os valores de  $\text{IC}_{50}$  dos extratos de sementes de chia elaborados com diferentes solventes extratores. Observou-se que o etanol 50% ( $0,31 \text{ mg/ml}^{-1}$ ) obteve maior capacidade de inibir 50% do radical livre ( $p < 0,05$ ), em comparação ao etanol p.a. ( $0,67 \text{ mg/ml}^{-1}$ ).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Confirmou-se, a partir deste estudo, a necessidade de determinar o solvente extrator mais eficaz perante à extração dos compostos bioativos de cada matriz vegetal. Ademais, foi possível verificar que a solução hidroetanólica 40:60 (v/v) é o melhor solvente para recuperação dos compostos bioativos da pimenta rosa, pois os extratos elaborados com tal solução apresentaram maiores valores de compostos fenólicos e flavonoides totais, bem como atividade antioxidante superior.

Diante disso, recomenda-se a aplicação do extrato hidroetanólico como um substituto de aditivo sintético, especificamente um antioxidante natural, em produtos alimentícios, visto que tal prática tem relação direta com a sustentabilidade, geração de emprego e renda, minimização de prejuízos para a indústria de alimentos e benefícios à saúde do consumidor.



## REFERÊNCIAS

- ADEGOKE, G. O.; VIJAYKUMAR, M.; GOPALAKRISHNA, A. G.; VARADARAJ, M. C.; SAMBAIAH, K.; LOKESH, B. R. Antioxidants and lipid oxidation in foods - a critical appraisal. **Journal of Food Science and Technology**, v. 35, n. 4, p. 283-298, 1998.
- AL-FARSI, M. A.; LEE, C. Y. Optimization of phenolics and dietary fibre extraction from date seeds. **Food Chemistry**, v. 108, n. 3, p. 977-985, 2008.
- AMADOR, S. A. **Uso de extrato de goiaba (*Psidium guajava* L.) na prevenção da oxidação da carne de frango**. 2015. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015.
- ANDREO, D.; JORGE, N. Antioxidantes naturais: técnicas de extração. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 24, n. 2, p. 319-336, 2006.
- AHN, J.; GRÜN; MUSTAPHA, A. Effects of plant extracts on microbial growth, color change, and lipid oxidation in cooked beef. **Food Microbiology**, v. 24, n. 1, p. 7-14, 2007.
- AUMEERUDDY-ELALFI, Z.; GURIB-FAKIM, A.; MAHOMOODALLY, F. Antimicrobial, antibiotic potentiating activity and phytochemical profile of essential oils from exotic and endemic medicinal plants of Mauritius. **Industrial Crops and Products**, v. 71, p. 197-204, 2015.
- BAGGIO, A. J. Aroeira como potencial para usos múltiplos na propriedade rural. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 17, p. 25-32, 1988.
- BARBI, R. C. T. **Extração e quantificação de compostos fenólicos e antioxidantes da chia (*Salvia hispânica* L.) usando diferentes concentrações de solventes**. 2016. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016.
- BARBIERI, D. S. V.; TONIAL, F.; LOPEZ, P. V. A.; MAIA, B. H. L. N. S., SANTOS, G. D.; RIBAS, M. O.; GLIENKE, C.; VICENTE, V. A. Antiadherent activity of *Schinus terebinthifolius* and *Croton urucurana* extracts on *in vitro* biofilm formation of *Candida albicans* and *Streptococcus mutans*. **Archives of Oral Biology**, v. 59, n. 9, p. 887-896, 2014.
- BARBOSA, L. C. A.; DEMUNER, A. J.; CLEMENTE, A. D.; PAULA, V. F.; ISMAIL, F. M. D. Seasonal variation in the composition of volatile oils from *Schinus terebinthifolius* Raddi. **Quimica Nova**, v. 30, n. 8, p. 1959-1965, 2007.
- BARBOSA, N. A.; PAES, M. C. D.; PEREIRA, J. Influência da temperatura e do solvente na obtenção de extrato de milho de grãos pretos. In: XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2016, Bento Gonçalves. **Anais do XXXI**

**Congresso Nacional de Milho e Sorgo...** Bento Gonçalves: Editora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2016. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/149779/1/Influencia-temperatura.pdf>>. Acesso em: 07 abr. 2019.

BEAL, B. H. **Atividade antioxidante e identificação dos ácidos fenólicos do gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe)**. 2006. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

BERGAMASCHI, K. B. **Capacidade antioxidante e composição química de resíduos vegetais visando seu aproveitamento**. 2010. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

BERTOLDI, M. C. **Atividade antioxidante *in vitro* da fração fenólica, das oleorresinas e do óleo essencial de pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi)**. 2006. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

BIESAGA, M. Influence of extraction methods on stability of flavonoids. **Journal of Chromatography A**, v. 1218, n. 18, p. 2505-2512, 2011.

BOEIRA, C. P.; VIERA, V. B.; FLORES, D. C. B.; PIOVESAN, N. Extração de compostos bioativos de semente de mamão papaya para aplicação como antioxidante natural em linguica de frango. In: ONE, G. M. C.; CARVALHO, A. G. C. (Org.). **Nutrição e Saúde: os desafios do mundo contemporâneo**. João Pessoa: Instituto Medeiros de Educação Avançada, 2018. p. 18-42.

BOROSKI, M.; VISENTAINER, J. V.; COTTICA, S. M.; MORAIS, D. R. **Antioxidantes: princípios e métodos analíticos**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2015.

BRAGA, C. M.; ZIELINSKI, A. A. F.; SILVA, K. M.; SOUZA, F. K. F.; PIETROWSKI, G. A. M.; COUTO, M.; GRANATO, D.; WOSIACKI, G.; NOGUEIRA, A. Classification of juices and fermented beverages made from unripe, ripe and senescent apples based on the aromatic profile using chemometrics. **Food Chemistry**, v. 141, n. 2, p. 967–974, 2013.

BRANCO NETO, M. L. C.; RIBAS FILHO, J. M.; MALAFAIA, O.; OLIVEIRA FILHO, M. A.; CZEZKO, N. G.; AOKI, S.; CUNHA, R.; FONSECA, V. R.; TEIXEIRA, H. M.; AGUIAR, L. R. F. Avaliação do extrato hidroalcoólico de Aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) no processo de cicatrização de feridas em pele de ratos. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 17–22, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. **Manual de hortaliças não convencionais**. 1 ed. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2010. Disponível em: <[http://www.abcsem.com.br/docs/manual\\_hortalicas\\_web.pdf](http://www.abcsem.com.br/docs/manual_hortalicas_web.pdf)>. Acesso em: 26 dez. 2018.

CAMPOS, L. M. A. S.; MICHELIN, E. M. Z.; DANIELSKI, L.; FERREIRA, S. R. S. Experimental data and modeling the supercritical fluid extraction of marigold (*Calendula officinalis*) oleoresin. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 34, n. 2, p.163-170, 2005.

CAMPOS, R.; OLIVEIRA, V. B.; PAULA, C. S.; PONTAROLO, R.; DIAS, J. F. G.; MIGUEL, M. D.; ZANIN, S. M. W.; MIGUEL, O. G. Multivariate analysis between the phytochemical features and antioxidant properties of the stems of *Bauhinia glabra* Jacq. (Fabaceae). **International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, v. 6, n. 8, p. 151-155, 2014.

CAO, Y.; GU, W.; ZHANG, J.; CHU, Y.; YE, X.; HU, Y.; CHEN, J. Effects of chitosan, aqueous extract of ginger, onion and garlic on quality and shelf life of stewed-pork during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v. 141, n. 3, p. 1655–1660, 2013.

CARVALHO, M. G.; MELO, A. G. N.; ARAGÃO, C. F. S.; RAFFIN, F. N.; MOURA, T. F. A. L. *Schinus terebinthifolius* Raddi: chemical composition, biological properties and toxicity. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, n. 1, p. 158–169, 2013.

CAVALCANTI, S.; SOUZA, M. D.; CRISTINA, L.; PATROCÍNIO, S.; NALESSO, M.; SIQUEIRA, D.; SOUZA, A. D. Volatiles composition and extraction kinetics from *Schinus terebinthifolius* and *Schinus molle* leaves and fruit. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 25, n. 4, p. 356–362, 2015.

CAVALHER-MACHADO, S. C.; ROSAS, E. C.; BRITO, F. A.; HERINGE, A. P.; OLIVEIRA, R. R.; KAPLAN, M. A. C.; FIGUEIREDO, M. R.; HENRIQUES, M. G. M. O. The anti-allergic activity of the acetate fraction of *Schinus terebinthifolius* leaves in IgE induced mice paw edema and pleurisy. **International Immunopharmacology**, v. 8, n. 11, p. 1552-1560, 2008.

CERUKS, M.; ROMOFF, P.; FÁVERO, O. A.; LAGO, J. H. G. Constituintes fenólicos polares de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae). **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 597-599, 2007.

CORRÊA, M. P. **Dicionários das plantas úteis no Brasil e das exóticas cultivadas**. 1. ed. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1926.

DANNENBERG, G. S.; FUNCK, G. D.; MATTEI, F. J.; SILVA, W. P.; FIORENTINI, A. M. Antimicrobial and antioxidant activity of essential oil from pink pepper tree (*Schinus terebinthifolius* Raddi) *in vitro* and in cheese experimentally contaminated with *Listeria monocytogenes*. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 36, p. 120-127, 2016.

DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N.; SANTOS, R. J. Atividade antioxidante de extrato de fruto de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Visão Acadêmica**, v. 5, n. 2, p. 83-90, 2004.

ENNIGROU, A.; CASABIANCA, H.; LAARIF, A.; HANCHI, B.; HOSNI, K. Maturation-related changes in phytochemicals and biological activities of the Brazilian pepper

tree (*Schinus terebinthifolius* Raddi) fruits. **South African Journal of Botany**, v. 108, p. 407–415, 2017.

FASOLATO, L.; CARRARO, L.; FACCO, P.; CARDAZZO, B.; BALZAN, S.; TATICCHI, A.; ANDREANI, N. A.; MONTEMURRO, F.; MARTINO, M. E.; LECCE, G.; TOSCHI, T. G.; NOVELLI, E. Agricultural by-products with bioactive effects: A multivariate approach to evaluate microbial and physicochemical changes in a fresh pork sausage enriched with phenolic compounds from olive vegetation water. **International Journal of Food Microbiology**, v. 228, p. 34-43, 2016.

FEDEL-MIYASATO, L. E. S.; FORMAGIO, A. S. N.; AUHAREK, S. A.; KASSUYA, C. A. L.; NAVARRO, S. D.; CUNHA-LAURA, A. L.; MONREAL, A. C. D.; VIEIRA, M. C.; OLIVEIRA, R. J. Antigenotoxic and antimutagenic effects of *Schinus terebinthifolius* Raddi in *Allium cepa* and *Swiss mice*: a comparative study. **Genetics and Molecular Research**, v. 13, n. 2, p. 3411–3425, 2014.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos**: princípios e prática. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

GIRONI, F.; PIEMONTE, V. Temperature and solvent effects on polyphenol extraction process from chestnut tree wood. **Chemical Engineering Research and Design**, v. 89, n. 7, p. 857-862, 2011.

GOIS, F. D.; CAIRO, P. L. G.; CANTARELLI, V. D. S.; COSTA, L. C. D. B.; FONTANA, R.; ALLAMAN, I. B.; COSTA, L. B. Effect of Brazilian red pepper (*Schinus terebinthifolius* Raddi) essential oil on performance, diarrhea and gut health of weanling pigs. **Livestock Science**, v. 183, p. 24–27, 2016.

GOLIOMYTIS, M.; TSOUREKI, D.; SIMITZIS, P. E.; CHARISMIADOU, M.A.; HAGER-THEODORIDES, A. L.; DELIGEORGIS, S. G. The effects of quercetin dietary supplementation on broiler growth performance, meat quality, and oxidative stability. **Poultry Science**, v. 93, n. 8, p. 1957–1962, 2014.

HONORATO, T. C.; BATISTA, E.; NASCIMENTO, K. O.; PIRES, T. Aditivos alimentares: aplicações e toxicologia. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 5, p. 01-11, 2013.

HUANG, H.; HSU, C.; YANG, B. B.; WANG, C. Advances in the extraction of natural ingredients by high pressure extraction technology. **Trends in Food Science & Technology**, v. 33, n. 1, p. 54-62, 2013.

HUSSAIN, A. I.; CHATHA, S. A. S.; NOOR, S.; KHAN, Z. A.; ARSHAD, M. U.; RATHORE, H. A.; SATTAR, M. Z. A. effect of extraction techniques and solvent systems on the extraction of antioxidant components from peanut (*Arachis hypogaea* L.) hulls. **Food Analytical Methods**, v. 5, n. 4, p. 890-896, 2012.

JOHANN, S.; SÁ, N. P.; LIMA, L. A.; CISALPINO, P. S.; COTA, B. B.; ALVES, T. M.; SIQUEIRA, E. P.; ZANI, C. L. Antifungal activity of schinol and a new biphenyl compound isolated from *Schinus terebinthifolius* against the pathogenic fungus

*Paracoccidioides brasiliensis*. **Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials**, v. 9, n. 30, p. 25–30, 2010.

KARRE, L.; LOPEZ, K.; GETTY, K. J. K. Natural antioxidants in meat and poultry products. **Meat Science**, v. 94, n. 2, p. 220–227, 2013.

KO, M.; CHEIGH, C.; CHO, S.; CHUNG, M. Subcritical water extraction of flavonol quercetin from onion skin. **Journal of Food Engineering**, v. 102, n. 4, p. 327-333, 2011.

KRISHNAN, K. R.; BABUSKIN, S.; BABU, P. A. S.; FAYIDH, M. A.; SABINA, K.; ARCHANA, G.; SIVARAJAN, M.; SUKUMAR, M. Bio protection and preservation of raw beef meat using pungent aromatic plant substances. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 94, n. 12, p. 2456-2463, 2014.

KULKARNI, S.; SANTOS, F. A.; KATTAMURI, S.; ROSSI, S. J.; BREWER, M. S. Effect of grape seed extract on oxidative, color and sensory stability of a pre-cooked, frozen, re-heated beef sausage model system. **Meat Science**, v.88, n. 1, p.139-144, 2011.

KWEKA, E. J.; NYINDO, M.; MOSHA, F.; SILVA, A. G. Insecticidal activity of the essential oil from fruits and seeds of *Schinus terebinthifolia* Raddi against African malaria vectors. **Parasites & Vectors**, v. 4, n. 129, p. 1-10, 2011.

LAGUERRE, M.; LECOMTE, J.; VILLENEUVE, P. Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: existing methods, new trends and challenges. **Progress in Lipid Research**, v. 46, n. 5, p. 244-282, 2007.

LIMA, M. R. F.; LUNA, J. S.; CARVALHO, C. M.; ARGOLO, A. C. C.; ABREU, F. C.; SANT'ANA, A. E. G. Ação antioxidante e moluscicida da espécie *Schinus terebinthifolius*. In: 29ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 2006, Águas de Lindóia. **Anais da Sociedade Brasileira de Química...** Águas de Lindóia: Editora SBQ, 2006. Disponível em: < <http://sec.sbq.org.br/cdrom/29ra/resumos/T1798-2.pdf> >. Acesso em: 26 dez. 2018.

LIU, F. F.; ANG, C. Y. W.; SPRINGER, D. Optimization of extraction conditions for active components in *Hypericum perforatum* using response surface methodology. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 48, n. 8, p. 3364-3371, 2000.

MATTOS, G. **Extração e quantificação de ácidos fenólicos e flavonoides de *Eugenia puriformis* Cambess usando diferentes solventes**. 2013. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

MELO, E. A.; GUERRA, N. B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presente em alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 36, n. 1, p. 1-11, 2002.

MINJARES-FUENTES, R.; FEMENIA, A.; GARAU, M. C.; MEZA-VELÁZQUEZ, J. A.; SIMAL, S.; ROSSELLÓ, C. Ultrasound-assisted extraction of pectins from grape

pomace using citric acid: A response surface methodology approach. **Carbohydrate Polymers**, v. 106, p. 179-189, 2014.

MOURA FILHO, J. M.; NAGAI, L. Y.; NASCIMENTO, L. C. S.; CAVALCANTE NETO, A. A.; PENNA, A. L. B. Determinação do solvente ótimo para extração dos compostos fenólicos do fruto de buriti. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 8, n. 3, p. 22-28, 2017.

MOREIRA, C. Dossiê antioxidantes. **Food Ingredients Brasil**, v. 36, p. 31–48, 2016.

MORTON, J. F. Brazilian pepper: its impact on people, animals and the environment. **Economic Botany**, v. 32, n. 4, p. 353–359, 1978.

NESELLO M. A.; SERAFINI, L. A.; PAULETTI, G. F. Efeito alelopático do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* sobre *Lactuca sativa* e *Bidens pilosa*. In: XV ENCONTRO DE JOVENS PESQUISADORES DA UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL, 2007, Caxias do Sul. **Anais do Encontro de Jovens Pesquisadores da UCS...** Caxias do Sul: Editora UCS, 2007. Disponível em: <<https://www.ucs.br/ucs/tplJovens2007/pesquisa/jovenspesquisadores2007/resumo/vida/mariananesello.pdf>>. Acesso em: 26 dez. 2018.

OLIVEIRA, V. B.; ZUCHETTO, M.; OLIVEIRA, C. F.; PAULA, C. S.; DUARTE, A. F. S.; MIGUEL, M. D. Efeito de diferentes técnicas extrativas no rendimento, atividade antioxidante, doseamentos totais e no perfil por clae-dad de *Dicksonia sellowiana* (presl). Hook, Dicksoniaceae. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 18, n. 1, p. 230-239, 2016.

NUNES, M. A.; PIMENTEL, F. B.; COSTA, A. S. G.; ALVES, R. C.; OLIVEIRA, M. B. P. P. Olive by-products for functional and food applications: Challenging opportunities to face environmental constraints. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 35, p. 139-148, 2016.

PAGLARINI, C. S. **Utilização de extratos comerciais derivados de plantas em produtos cárneos: avaliação da atividade antioxidante**. 2015. 151 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

PEIXOTO SOBRINHO, T. J. S.; SILVA, T. C. L.; SILVA, C. H. T. P.; ALBUQUERQUE, U. P.; AMORIM, E. L. C. Processos extrativos para flavonoides de *Bauhinia cheilantha* (BONG) Steudel (pata-de-vaca). In: 47° CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 2007, Natal. **Anais do Congresso Brasileiro de Química...** Natal: Editora ABQ-RN, 2007. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2007/trabalhos/7/7-83-218.htm>>. Acesso em: 07 abr. 2019.

PEREIRA, R. J.; CARDOSO, M. G. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 4, p. 146-152, 2012.

PIOVESAN, N.; BOEIRA, C. P.; FLORES, D. C. B.; BIDÔ, R. C. A. VIERA, V. B. Caracterização de produto cárneo adicionado de extrato natural de marcela como antioxidante natural. In: ONE, G. M. C.; CARVALHO, A. G. C. (Org.). **Nutrição e Saúde: os desafios do mundo contemporâneo**. João Pessoa: Instituto Medeiros de Educação Avançada, 2018. p. 500-522.

PIOVESAN, N. **Influência de diferentes parâmetros em métodos de extração de compostos bioativos de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade)**. 2016. 120 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

PIRES, M. A. **Avaliação da capacidade antioxidante de extratos comerciais de alecrim e chá verde e sua influência na estabilidade de hambúrguer de frango durante armazenamento congelado**. Dissertação. 105 f. (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2014.

PIRES, O. C.; TAQUEMASA, A. V. C.; AKISUE, G.; OLIVEIRA, F.; ARAÚJO, C. E. P. Análise preliminar da toxicidade aguda e dose letal mediana (DL<sub>50</sub>) comparativa entre os frutos de Pimenta-do-Reino do Brasil (*Schinus terebinthifolius* Raddi) e Pimenta do Reino (*Piper nigrum* L.). **Acta Farmacêutica Bonaerense**, v. 23, n. 2, p. 176-182, 2004.

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

RAMIREZ, D. A.; LOCATELLI, D. A.; GONZÁLEZ, R. E.; CAVAGNARO, P. F.; CAMARGO, A. B. Analytical methods for bioactive sulfur compounds in *Allium*: An integrated review and future directions. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 61, 4-19, 2017.

ROY, P.; ABDULSALAM, F. I.; PANDEY, D. K.; BHATTACHARJEE, A.; ERUVARAM, N. R.; MALIK, T. Evaluation of antioxidant, antibacterial, and antidiabetic potential of two traditional medicinal plants of India: *Swertia cordata* and *Swertia chirayita*. **Pharmacognosy Research**, v. 7, n. 1, p. 57-62, 2015.

ROCKENBACH, I. 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 (*Vitis vinifera*) variedades *Tannat* e *Ancelota*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 238-244, 2008.

SADEGHI, Z.; VALIZADEH, J.; SHERMEH, O. A.; AKABERI, M. Antioxidant activity and total phenolic content of *Boerhavia elegans* (choisy) grown in Baluchestan, Iran. **Avicenna Journal of Phytomedicine**, v. 5, n. 1, p. 1-9, 2015.

SANTOS, A. C. A.; ROSSATO, M.; SERAFINI, L. A.; BUENO, M.; CRIPPA, L. B.; SARTORI, V. C.; DELLACASSA, E.; MOYNA, P. Efeito fungicida dos óleos essenciais de *Schinus molle* L. e *Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae, do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n. 2, p. 154-159, 2010.

SANTOS, P. L.; SANTOS, A. C. A.; SERAFINI, L. A.; ROSSATO, M.; PAULETTI, G. F. Determinação da composição química e do rendimento do óleo essencial de folhas e talos de *Schinus terebinthifolius* Raddi. In: XII ENCONTRO DE JOVENS PESQUISADORES DA UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL, 2004, Caxias do Sul. **Anais do Encontro de Jovens Pesquisadores da UCS...** Caxias do Sul: Editora UCS, 2004. Disponível em: <[https://www.ucs.br/ucs/tplJovensPesquisadores2004/pesquisa/jovenspesquisadores2004/programacao/trabalhos\\_pdf/vida/paulalucianadossantos.pdf](https://www.ucs.br/ucs/tplJovensPesquisadores2004/pesquisa/jovenspesquisadores2004/programacao/trabalhos_pdf/vida/paulalucianadossantos.pdf)>. Acesso em: 26 dez. 2018.

SARKIS, J. R. **Extração de compostos bioativos de tortas de nozes e sementes e aplicação de tecnologias elétricas no gergelim.** 2014. 228 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

SHAHIDI, F.; AMBIGAIPALAN, P. Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects – A review. **Journal of Functional Foods**, v. 18, p. 820–897, 2015.

SILVA, A. G.; ALMEIDA, D. L.; RONCHI, S. N.; BENTO, A. C.; SCHERER, R.; RAMOS, A. C.; CRUZ, Z. M. A. The essential oil of Brazilian pepper, *Schinus terebinthifolia* Raddi in larval control of *Stegomyia aegypti* (Linnaeus, 1762). **Parasites & Vectors**, v. 3, n. 79, p. 1-7, 2010.

SILVA, C. F. G.; SUZUKI, R. M.; CANESIN, E. A.; TONIN, L. T. D. Otimização do processo de extração de compostos fenólicos antioxidantes do jiló (*Solanum gilo* Radl) e aplicação na estabilidade oxidativa do óleo de soja. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 2, p. 729-739, 2017.

SILVA, C. G. **Desenvolvimento de biscoitos enriquecidos com farinha de caroço de manga: incorporação de substâncias bioativas e aproveitamento de resíduos agroindustriais.** 2016. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2016.

SOUZA, C. G. **Extração de compostos bioativos e pectina da casca de maracujá utilizando sistema pressurizado e ultrassom.** 2015. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

SULTANA, B.; ANWAR, F.; PRZYBYLSKI, R. Antioxidant activity of phenolic components present in barks of *Azadirachta indica*, *Terminalia arjuna*, *Acacia nilotica*, and *Eugenia jambolana* Lam. trees. **Food Chemistry**, v. 104, n. 3, p. 1106-1114, 2007.

TAHERI, A.; FARVIN, K. H. S.; JACOBSEN, C.; BARON, C. P. Antioxidant activities and functional properties of protein and peptide fractions isolated from salted herring brine. **Food Chemistry**, v. 142, p. 318-326, 2014.

ULIANA, M. P.; FRONZA, M.; SILVA, A. G.; VARGAS, T. S.; ANDRADE, T. U.; SCHERER, R. Composition and biological activity of Brazilian rose pepper (*Schinus terebinthifolius* Raddi) leaves. **Industrial Crops and Products**, v. 83, p. 235–240, 2016.



VEBER, J.; PETRINI, L. A.; ANDRADE, L. B.; SIVIERO, J. Determinação dos compostos fenólicos e da capacidade antioxidante de extratos aquosos e etanólicos de Jambolão (*Syzygium cumini* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 2, p. 267-273, 2015.

VIERA, V. B. **Compostos bioativos, atividade antioxidante e antimicrobiana na casca de cebola roxa (*Allium cepa* L.) submetidos a diferentes métodos de extração**. 2016. 123 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

VIERA, V. B.; PIOVESAN, N.; MORO, K. I. B.; RODRIGUES, A. S.; SCAPIN, G.; KUBOTA, E. H. Elaboração e análise microbiológica de linguiça toscana adicionada de extrato de própolis. In: 5º SIMPÓSIO DE SEGURANÇA ALIMENTAR, 2015, Bento Gonçalves. **Anais do 5º Simpósio de Segurança Alimentar...** Bento Gonçalves: Editora da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2015. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/gerenciador/painel/trabalhosversaofinal/SAL214.pdf>>. Acesso em: 26 dez. 2018.

WANG, L.; WELLER, C. L. Recent advances in extraction of nutraceuticals from plants. **Trends in Food Science & Technology**, v. 17, n. 6, p. 300-312, 2006.

WIJEKOON, M. M. J. O.; BHAT, R.; KARIM, A. A. Effect of extraction solvents on the phenolic compounds and antioxidant activities of bunga kantan (*Etilingera elatior* Jack.) inflorescence. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, n. 4, p. 615-619, 2011.

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