

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**

**CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE**

**UNIDADE ACADÊMICA DE SAÚDE**

**CURSO DE BACHARELADO EM NUTRIÇÃO**

**MARIA CARLA CÂNDIDO DA SILVA**

**CARACTERIZAÇÃO *IN VITRO* DO POTENCIAL  
ANTIOXIDANTE DE EXTRATO OBTIDO A PARTIR DA  
SERIGUELA**

Cuité - PB

2018

MARIA CARLA CÂNDIDO DA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO *IN VITRO* DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE  
EXTRATO OBTIDO A PARTIR DA SERIGUELA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a 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 Tecnologia dos Alimentos.

Orientadora: Prof. Dra. Vanessa Bordin Viera

Coorientadora: Me. Edna Carla Araújo Silva

Cuité - PB

2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA NA FONTE  
Responsabilidade Rosana Amâncio Pereira – CRB 15 – 791

S586c Silva, Maria Carla Cândido da.

Caracterização *in vitro* do potencial antioxidante de extrato obtido a partir da seriguela. / Maria Carla Cândido da Silva. – Cuité: CES, 2018.

37 fl.

Monografia (Curso de Graduação em Nutrição) – Centro de Educação e Saúde / UFCG, 2018.

Orientação: Dra. Vanessa Bordin Viera.

Coorientação: Me. Edna Carla Araújo Silva

1. Curso de Nutrição. 2. Nutrição - Fluxograma. 3. Nutrição -Formação. I. Título.

Biblioteca do CES - UFCG

CDU 612.39

MARIA CARLA CÂNDIDO DA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO *IN VITRO* DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE  
EXTRATO OBTIDO A PARTIR DA SERIGUELA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a  
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  
Tecnologia dos Alimentos.

Aprovado em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dra. Vanessa Bordin Viera  
Universidade Federal de Campina Grande  
Orientadora

---

Me. Edna Carla Araújo Silva  
Universidade Federal de Campina Grande  
Coorientadora e examinadora

---

Me. Ana Cristina Silveira Martins  
Universidade Federal da Paraíba  
Examinadora

Cuité – PB

2018

**Aos meus avós Antônio e Carminha,**

Seres que foram símbolo de minha perseverança para que este sonho pudesse ser concretizado, graças à vocês pude cumprir com mais essa etapa de minha vida.

**A minha mãe Marizângela,**

Pelo seu esforço para meu crescimento como ser humano e pessoal, foi e sempre será um dos meus maiores exemplos de vida,

**E aos meus sobrinhos Julia Lopes e Nicholas Bernardo,**

Quero ser lição de dedicação à vocês, para que nunca possam desistir de seus sonhos,

Amo vocês!!!

**Dedico.**

## AGRADECIMENTOS

Difícil começar um agradecimento que não seja primeiramente a Deus, Ele, o responsável por toda coragem e saúde concedidas para que eu pudesse alcançar não só essa, mais todas as conquistas até hoje por mim obtidas. Costumo não exigir nada ao Senhor Deus, acredito que êxitos, estão reservados a nós em algum momento de nossas vidas, fazendo por merecer e correndo atrás, o mundo se encarregara de fazê-los acontecer. Deus sabe de todas as coisas e é Nele que deposito minha vida para que assim seja feita a sua vontade, OBRIGADA MEU DEUS, que assim seja por toda minha vida.

Sou grata à Deus pela família em que tive a honra de ser criada, uma família simples e humilde, mas que me educou e ensinou os preceitos básicos para me tornar a melhor pessoa que eu pudesse ser. Jamais saberei retribuir todo o amor e confiança em mim depositados mas, posso assegurar que hoje essa minha vitória é por vocês!

Estou realizando o sonho de **Dona Carminha** e **Sr. Carrapicho**, um casal de agricultores que mesmo sendo pessoas que não tiveram a oportunidade de adquirir os conhecimentos da ciência, me propiciaram essa satisfação, mesmo com limitações financeiras, dificuldades e problemas familiares a prioridade sempre foi meus estudos. Eternamente grata pela lição de vida de vocês!

Ao exemplo de força de vontade, determinação e coragem, a mulher que foi pai e mãe ao mesmo tempo e que sempre colocou os sonhos dos filhos em primeiro lugar, que priorizou o bem não só dos que ama, mas, o de todos que tiveram o prazer de conhecê-la, meu muito obrigada **Marizângela Alves** por fazer o possível e o impossível para me ver crescer, com certeza darei o meu melhor para retribuir todo o seu esforço, sei que não foi fácil. Te amo!

Agradecer aos meus irmãos, em especial a minha irmã gêmea **Maria Eduarda**, por se fazer presente nos triunfos e dificuldades de minha vida, e por ser o apoio emocional nas horas de angustias, certeza que viemos ao mundo juntas com a finalidade de apoiar uma a outra e para termos motivos de sobra à serem comemorados!

Gratidão aos presentes enviados a mim por Deus, **Júlia Lopes** e **Nicholas Bernardo**, motivos de me levarem a ser o melhor exemplo de ser humano que eu puder ser à vocês. E aos conselhos e orientações dos demais familiares, tios, primos, padrasto e a todos que sempre me incentivarem a alcançar meus objetivos e sonhos.

Agradecer ao meu namorado e homem exemplar **Renan Dutra**, por toda a paciência, o carinho, cuidado e amor que me concedeu não só durante a minha jornada acadêmica mas, ao longo dos anos partilhados, sempre incentiva a minha evolução, aconselhando e apoiando as minhas decisões. Sem a sua ajuda tudo teria sido muito mais difícil. Te amo!

Igualmente a minha segunda família, que me acolheu de braços abertos e me abrigou em suas vidas, aos meus sogros por me presentear com o ser de luz que é o seu filho e aos demais familiares por me estimarem todo sucesso do mundo.

Grata aos anos compartilhados de graduação ao lado de pessoas maravilhosas que tive a honra de conhecer, ao meu grupo “Os Sobreviventes” nas pessoas de **Maria Tereza, Raíra Campos, Rubiamara, Rayanne Gomes, Jordan Aaron, Danilo Lira e Ivânia Samara**, esta última em especial que foi a minha dupla na graduação e na cumplicidade do dia a dia, tornando a caminhada mais prazerosa. Muito obrigada a todos vocês por fazerem com que tudo tenha sido vivido da melhor forma possível.

Agradecer a todo corpo docente da UFCG campus Cuité-PB pelos conhecimentos transmitidos e em especial a **Prof. Dra. Juliana Késsia** por ter sido uma pessoa de extrema influência na minha opção de área e hoje paixão **Tecnologia de Alimentos**, pessoa que foi minha orientadora de monitoria e a responsável por me entregar em mãos de pessoas que vieram a ser importantes para o meu crescimento profissional.

Agradecer a **Dr. Vanessa Bordin Viera** que é de uma simpatia sem igual, de um carinho que nos faz experimentar a bondade do mundo e que transmite a plenitude do acolhimento humano, o mundo precisa de mais pessoas como a senhora. Uma honra trabalhar ao lado da competência em pessoa e melhor orientadora que existe. Serei eternamente grata por todos os ensinamentos, a paciência, o encorajamento e as palavras de conforto. Se Deus permitir, seguiremos com essa orientação por mais alguns anos.

A minha coorientadora e amiga **Me. Edna Carla**, por todo o apoio e por me receber de braços abertos, a tenho como uma grande conselheira, sempre será um prazer trabalhar ao seu lado, és uma pessoa maravilhosa! A **Doutoranda Ana Cristina Martins**, é um prazer tê-la agregando conhecimento ao meu trabalho, sempre tive um carinho enorme por ti e você sabe o quanto que desejei poder contar contigo para fazer parte de algum momento importante em minha vida, finalmente chegamos a este dia, sei que as suas considerações serão de extrema importância para o engrandecimento deste trabalho.

“A vida não é sobre metas, conquistas e linhas de chegada. É sobre quem você se torna durante a caminhada”.

**Autor desconhecido**

SILVA, M. C. C. **Caracterização *in vitro* do potencial antioxidante de extrato obtido a partir da seriguela.** 2018. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) - Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2018.

## RESUMO

A seriguela (*Spondias purpurea* L.) é uma fruta nativa da América Central com enorme ocorrência no Nordeste Brasileiro, de sabor agradável, variando em seu peso e tamanho. Possui alto valor nutricional como fonte de vitaminas e compostos funcionais bioativos, que trazem inúmeros benefícios nutricionais ao organismo humano e a indústria de alimentos, pois são capazes de evitar a reação de propagação durante o processo de oxidação, o que resulta na manutenção da qualidade e vida de prateleira dos produtos alimentícios. Esta pesquisa teve como objetivo obter extratos a partir da seriguela e avaliar o teor de compostos bioativos e sua atividade antioxidante. O extrato foi obtido a partir da amostra previamente moída adicionada de solvente (álcool de cereais 60%) na proporção 1:20 (g/v) em diferentes tempos (15, 30, 45 e 60 minutos) na temperatura de 40 °C. Foram determinados os teores de fenólicos totais, flavonóides totais e de atividade antioxidante pelos métodos ABTS<sup>+</sup>, FRAP e IC<sub>50</sub>, sendo todas as análises realizadas em triplicata e os dados avaliados através de análise de variância (ANOVA). Os resultados indicam que os teores de compostos fenólicos totais não diferiram (p>0,05) entre os tempos de extração 30, 45 e 60 minutos, sendo o tempo de 30 minutos o melhor tempo de extração de polifenóis totais com valor médio de 2232,29 ± 1,36 mg EAG/100g de seriguela. Para os valores de flavonóides totais extraídos da seriguela, constatou-se que não houve diferença (p>0,05) entre 30, 45 e 60 minutos de extração, comportamento igual ao observado para o conteúdo de fenólicos totais. Com relação à atividade antioxidante FRAP os valores situaram-se na faixa de 4,67 ± 0,01-4,94 ± 0,02 µmol TEAC/g de seriguela para os tempos de 15 a 60 minutos de extração, não havendo diferença entre si (p>0,05) entre os tempos de 30, 45 e 60 minutos. Já para o método ABTS, as maiores atividades antioxidantes detectadas foram em 15, 45 e 60 minutos de extração, indicando o tempo de 15 minutos suficiente para extrair compostos bioativos da seriguela. Para os valores de IC<sub>50</sub>, verificou-se que em 15, 45 e 60 minutos de extração não houve diferença (p>0,05) entre si, podendo assim, inferir que 15 minutos de extração foram eficientes para obtenção de uma concentração necessária para capturar 50% do radical livre ABTS (1,16 mg de seriguela/mL do extrato). Assim, o tempo de 15 minutos de extração a 40 °C é capaz de extrair compostos da seriguela com maior atividade antioxidante o que promove economia de energia e tempo no processo, além de exibir-se como alternativa de antioxidante natural em produtos alimentícios em substituição aos sintéticos que resultam em produtos com maior vida de prateleira, benefícios à saúde do consumidor e valorização de uma fruta regional.

**Palavras-chaves:** Compostos fenólicos. Flavonóides. *Spondias purpurea* L.

## ABSTRACT

The seriguela (*Spondias purpurea L.*) is a native Central America fruit with high occurrence in the Brazilian northeast, with a tasty flavor, varying in its weight and size. It has high nutritional value as vitamins source and functional bioactive compounds, which brings several nutritional benefits for the human body and to the food industry, once that it can avoid the propagation reaction during the oxidation process, which results in the maintenance of life quality and the shelf life of food products. As its aim, this research obtained extracts from the seriguela fruit and evaluated the bioactive compounds rate and its antioxidant activity. The extract was obtained from a previously grinded sample added solvent (60% cereals alcohol) in the proportion 1:20 (g/v) in different times (15, 30,45 and 60 minutes) in 40 °C temperature. The phenolic compounds total rates were determined, as well as, total flavonoids and antioxidant activity by ABTS<sup>+</sup>, FRAP and IC<sub>50</sub> methods, being all analysis performed in triplicate and the data evaluated through analysis of variance (ANOVA). The results indicate that the rate of phenolic compounds did not differ (p>0,05) among the extraction times 30,45 and 60 minutes, with the time of 30 minutes presenting better total polyphenols extraction time with means values of 2232,29 ± 1,36 mg EAG/ 100 g of seriguela. Concerning the total flavonoids values extracted of the seriguela, it was observed that there were not differences (p>0,05) among the 30,45 and 60 minutes extraction time. Related to FRAP antioxidant activity the values ranged from the band 4,67 ± 0,01-4,94±0,02 µmol TEAC/g of seriguela for the extraction times 15 to 60 minutes, having not differences between them (p>0,05) among the 30,45 and 60 times. On the other hand, for the ABTS methods, the highest antioxidants activities were detected in 15,45 and 60 extraction minutes, indicating the 15 minutes time sufficient to extract the bioactive compound of seriguela. Concerning the IC<sub>50</sub> values, it was verified that 15,45 and 60 extraction minutes did not present differences (p>0,05) between them, in this way, it can be inferred that 15 minutes of extraction were efficient to the obtainance of a necessary concentration to capture 50% free radical ABTS (1,16 mg of seriguela/ml extract). Therefore, the extraction time of 15 minutes in 40 °C temperature is able to extract seriguela compounds with increased antioxidant activity which promote time and energy economy in the process, besides showing as natural antioxidant alternative in food products replacing synthetics which lead in increased shelf life products, benefits to the health of consumers and valorization of a local fruit.

**Keywords:** Phenolic compounds. Flavonoids. *Spondias purpurea*.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Frutos da seriguela maduros.....	17
<b>Figura 2</b> – Conteúdo de compostos fenólicos totais da seriguela obtidos em diferentes tempos de extração.....	24
<b>Figura 3</b> – Conteúdo de flavonóides totais da seriguela obtidos em diferentes tempos de extração.....	26

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Valores médios das atividades antioxidantes (FRAP, ABTS e IC <sub>50</sub> ) de seriguela obtidos em diferentes tempos de extração.....	28
---	----

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	15
2.1 OBJETIVO GERAL .....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	16
3.1 SERIGUELA.....	16
3.2 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE.....	17
3.3 EXTRATOS NATURAIS E SUA APLICABILIDADE .....	18
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	21
4.1 TIPO DE PESQUISA.....	21
4.2 COLETA E PREPARAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA .....	21
4.3 OBTENÇÃO DO EXTRATO – EXTRAÇÃO POR AGITAÇÃO .....	21
4.4 DETERMINAÇÃO DO CONTEÚDO DE FENÓLICOS TOTAIS.....	21
4.5 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE FLAVONÓIDES TOTAIS .....	22
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 .....	23
4.8 ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	23
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	24
5.1 CONTEÚDO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS .....	24
5.2 CONTEÚDO DE FLAVONÓIDES TOTAIS .....	25
5.3 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE <i>IN VITRO</i> .....	27
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	30
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	31

## 1 INTRODUÇÃO

Desde os tempos mais remotos, a caracterização de frutos *in natura*, sejam eles exóticos ou não, vêm despertando o interesse da comunidade científica, pelo simples fato de se conhecer toda a potencialidade nutricional que os mesmos podem oferecer (KUSKOSKI et al., 2006).

A seriguela (*Spondias purpurea* L.) é uma fruta nativa da América Central com enorme ocorrência no Nordeste Brasileiro, popularmente conhecida como: ciriguela, ameixa espanhola, cajá vermelho, jacote e ciruela mexicana (BRITO, 2010; SILVA, 2011). Seus frutos são uma drupa carnosa que tem peso e tamanho variado. O epicarpo é composto por uma casca fina e dependendo da variedade podem apresentar cor amarela, vermelho, laranja e marrom avermelhado. Seu endocarpo é fibroso e o mesocarpo apresenta sabor agradável (ENGELS et al., 2012; MALDONADO-ASTUDILLO et al., 2014).

No Nordeste Brasileiro apresenta destaque como excelente alternativa econômica para produtores. Devido sua qualidade, as frutas são consumidas *in natura*, ou utilizadas no preparo de polpa concentrada, bebidas fermentadas, vinho, sucos, sorvetes, entre outros (FREIRE, 2011).

A seriguela possui alto valor nutricional como fonte de vitaminas e compostos funcionais (bioativos), como por exemplo, os carotenoides (LINS et al., 2014). É frequentemente usada para tratamentos de doenças, tais como úlceras, diarreia e doenças parasitárias devido ao seu alto teor de compostos fenólicos com propriedade antioxidante (SILVA et al., 2016). Estudos realizados por Omena et al. (2012) relataram a presença de compostos como leucoantocianidinas, catequinas, antraquinonas, cumarinas e saponinas na casca e semente de seriguelas cultivadas na Zona da Mata na região de Alagoas, indicando a presença de compostos antioxidantes.

Os compostos bioativos, incluindo compostos fenólicos e outros compostos fitoquímicos trazem inúmeros benefícios nutricionais para o organismo humano. Além disso, os antioxidantes têm enorme importância para a indústria de alimentos (SIR ELKHATIM; ELAGIB; HASSAN, 2018). Eles são capazes de evitar a reação de propagação durante o processo de oxidação, o que resulta na manutenção da qualidade e vida de prateleira dos produtos alimentícios durante o manuseio e armazenamento dos

mesmos (MASUDA; INABA; TAKEDA, 2001; SAITO; OKAMOTO; KAWABATA, 2004).

Apesar da seriguela ser uma fruta bastante difundida no Nordeste brasileiro, a mesma merece destaque principalmente em relação a seus compostos antioxidantes. Diante disso, essa pesquisa objetivou obter extratos a partir da seriguela bem como avaliar o teor de compostos bioativos e sua atividade antioxidante e, assim, contribuir para sua possível aplicação como fonte de compostos bioativos para que possam ser utilizados como antioxidante natural em substituição aos antioxidantes sintéticos em produtos cárneos, visando prolongar a vida de prateleira desses produtos frente à oxidação lipídica.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Obter extratos a partir da seriguela bem como avaliar o teor de compostos bioativos e sua atividade antioxidante.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obter extratos a partir da seriguela em diferentes tempos de extração;
- Determinar o teor de compostos fenólicos totais dos extratos obtidos;
- Determinar o teor de flavonóides totais dos extratos obtidos;
- Avaliar a atividade antioxidante *in vitro* dos extratos através de diferentes métodos.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 SERIGUELA

No Brasil há uma ampla variedade de frutos tropicais, nativos e exóticos que oferecem muitas possibilidades de exploração econômica, especialmente para as regiões Norte e Nordeste do Brasil (MOREIRA, 2011). Dentre as espécies frutíferas destas regiões destacam-se umbu-cajá ou cajarana (*Spondias* sp.), umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), seriguela (*Spondias purpurea* L.) e o cajá (*Spondias mombin* L.) pertencentes ao gênero *Spondias*.

A serigueleira, originária do México e América Central, é uma árvore caducifólia de 3 a 6 m de altura, seus frutos são do tipo drupa, com polpa doce-acidulada, muito saborosa (LORENZI, 2006). Correia (2011) destacou que os frutos da serigueleira são geralmente consumidos frescos devido a sua grande aceitação sensorial no estágio final de maturação, tornando-se mais palatável devido ao desenvolvimento de sabores e odores específicos. Essas características têm estimulado a comunidade científica a estudar processamentos alternativos da fruta para desenvolvimento de novos produtos (LIMA; MELEIRO, 2012; CASTRO et al., 2014). Os frutos apresentam rendimento em torno de 50% de sua polpa, além de serem consumidos *in natura* vem sendo amplamente utilizado na fabricação de sucos, sorvetes, licores, vinho, geleia, compotas e refrigerantes (BRITO, 2010).

A seriguela é considerada de grande importância econômica para a região de ocorrência, devido à manutenção de comunidades que têm no seu plantio uma fonte de renda, sendo encontrada no Nordeste do Brasil em estado nativo e sem cultivo organizado (FILGUEIRAS; MOURA; ALVES, 2001).

A fruta madura (Figura 1) apresenta aproximadamente 7% de açúcares redutores, 1% de amido, 21° Brix, 0,7% de acidez titulável (expressa em ácido cítrico), com índice de maturação (SST/ATT) de 34 e pH 3,5 (SANTOS et al., 2011), sendo uma das espécies de *Spondias* mais apreciadas. Os compostos fenólicos são encontrados em diferentes concentrações nos frutos e estão presentes em várias partes destes, agem como antioxidante exógeno sendo possível causar redução da mortalidade e morbidade, causadas por doenças crônicas (FREIRE et al., 2012).

**Figura1** - Frutos da seriguela maduros.



**Fonte:** Autoria própria (2018)

Vale ressaltar que são frutas consideradas ricas em flavonóides simples e conjugados, o que pode lhe conferir importante potencial biológico e nutricional (CRUZ, 2008; SILVA et al., 2012). Estes flavonóides a depender da substituição e do nível de oxidação, podem ser divididos em subclasses: flavonóis (quercitina, kaempferol), flavonas (rutina, apigenina), antocianidinas (cianidina), isoflavonóides (genistéina) e flavononas (mirecetina, hesperidina), dentre outras (BRITO, 2009).

### 3.2 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

A exploração de antioxidantes naturais tem se tornado cada vez mais importante nos últimos anos (ROESLER; LORENCINI; PASTORE, 2010) uma vez que os produtos naturais causam maiores benefícios à saúde (GAO et al., 2011) frente aos antioxidantes sintéticos que podem causar efeitos nocivos ao usuário como toxicidade e carcinogenicidade (LOSSO; SHAHIDI; BAGCHI, 2007).

Os compostos antioxidantes, normalmente evidenciados em alimentos funcionais, são extremamente importantes na prevenção de doenças por serem capazes de inibir ou retardar lesões causadas por radicais livres, que são moléculas com um ou mais elétrons desemparelhados que reagem rapidamente com diferentes alvos celulares causando danos associados a doenças degenerativas e ao envelhecimento (PEREIRA; CARDOSO, 2012). Além disso, a utilização destes compostos em produtos alimentícios impede a iniciação ou propagação de reações de oxidação em cadeia nos mesmos (KAUR; KAPOOR, 2001; BAMONIRI et al, 2010; QUARIACHI et al., 2011).

Diversos são os compostos com atividade antioxidantes que podem ser mencionados como, por exemplo, o ácido ascórbico, antioxidante hidrossolúvel, com

alta biodisponibilidade, que ocorre naturalmente na dieta humana e é capaz de proteger as membranas celulares contra danos (KIM et al., 2002). Os carotenoides referem-se a uma classe de pigmentos, sintetizados em plantas, algas e bactérias fotossintetizantes, responsáveis pelas cores nas plantas. Sendo ausentes nos animais e, portanto o organismo humano incapaz de sintetizá-los, tornando-os compostos bioativos dos alimentos. Amplamente estudados e utilizados no desenvolvimento de produtos alimentícios enriquecidos, devido às suas propriedades como corantes naturais, antioxidantes e fontes de vitamina A (HORST; MORENO, 2009; ISHIDA; CHAPMAN, 2009).

Os polifenóis, produtos secundários do metabolismo vegetal, constituem um amplo e complexo grupo de fitoquímicos, com mais de 8000 estruturas conhecidas (BRAVO, 1998; MARTINEZ-VALVERDE; PERIAGO; ROS, 2000). São subdivididos em classes, sendo os principais grupos de polifenóis os ácidos fenólicos, como exemplo, o ácido clorogênico presente no café, os estilbenos, como o resveratrol presente nas uvas e vinho, as cumarinas como as furanocumarinas no aipo, as ligninas, como as lignanas da linhaça, e os flavonóides sendo este o maior e mais estudado presente na seriguela (ROSS; KASUM, 2002).

### 3.3 EXTRATOS NATURAIS E SUA APLICABILIDADE

Produtos naturais são rotineiramente utilizados como alimentos funcionais, ingredientes, aditivos (corantes, antioxidantes, etc.) ou como produtos finais (nutracêuticos e suplementos). Atualmente, devido a maior procura por ingredientes naturais, em várias aplicações, é cada vez mais exigida pelos consumidores a substituição de compostos sintéticos por naturais (ROSTAGNO; PRADO, 2013).

Na última década, um número crescente de estudos publicados vem demonstrando um elevado potencial antimicrobiano e antioxidante de substâncias isoladas ou derivados vegetais (ORTEGA-RAMIREZ et al., 2014). Ervas e especiarias têm sido utilizadas como fonte de sabor, odor e coloração aos alimentos. Devido a sua constituição fitoquímica rica em compostos antioxidantes, ervas e especiarias têm sido cada vez mais utilizadas para a preservação de alimentos e bebidas (EMBUSCADO, 2015).

Em estudo realizado por Tarko, Duda-Chodak e Semik-Szczurak (2017) ao avaliarem extratos de frutas (marmeleiro japonês e goji berry) na produção de chips de

maçã, relataram os extratos citados como melhores aditivos por apresentar alto conteúdo de polifenóis totais e conseqüentemente alta atividade antioxidante.

Recentemente um estudo utilizando o extrato de goiaba (*Psidium guajava L.*) comprovou que esta fruta é capaz de aumentar o tempo de prateleira de produtos cárneos (AMADOR, 2015), devido aos elevados níveis de compostos fenólicos presentes neste extrato (MERCADANTE; STECK; PFANDER 1999), substâncias essas conhecidas pela sua atividade antioxidante que atuam de forma diferenciada uma vez que depende, fundamentalmente, do número e posição de hidroxilas presentes na molécula (RICE-EVANS, MILLER, PAGANGA, 1997) através de suas propriedades redutoras por meio de mecanismos como o de inibição de enzimas responsáveis pela produção de espécies reativas de oxigênio e redução de espécies reativas de oxigênio (LI FU et al., 2011).

Em estudo realizado por Ahn, Grun e Fernando (2002) o extrato de semente de uva foi avaliada pelo seu efeito antioxidante em alguns tipos de carne e tem sido relatados para melhorar a estabilidade oxidativa da carne cozida, hambúrgueres de peru e carne de peru armazenado refrigerado.

A proposta de analisar o efeito antioxidante também pode ser verificada em estudos com extratos hidro-alcoólicos e metílicos da casca de maçã e folhas de alcachofra e do extrato metílico de erva mate (MILANI et al., 2002), extrato bruto de caqui versus extrato de alecrim em diferentes concentrações (HOFFMANN, 2003) aplicados em carne mecanicamente separada de frango (CMSF). Constatou-se também que a aplicação dos extratos hidro-etanólicos de marcela (*Achyrocline satureioides*) e de erva mate (*Ilex paraguariensis*) em linguiça apresentaram um efeito positivo no retardo da oxidação lipídica em linguiça, sendo que o extrato hidro-etanólico de marcela apresentou ação superior (FURTADO et al., 2004).

Pensando nas indústrias farmacêuticas e de alimentos Pliszka (2017), aplicou seu conhecimento detalhado sobre as propriedades físico-químicas da baga de sabugueiro e encontrou em seus resultados que a seleção de certas cultivares apoiam a alta estabilidade das antocianinas e o baixo nível de impurezas microbiológicas nos extratos, garantido a alta qualidade dessa matéria-prima no processamento de alimentos e produtos farmacêuticos.

Um estudo investigou a atividade inibitória da enzima conversora da angiotensina (ECA), um dos principais alvos terapêuticos no controle da hipertensão. Utilizando extratos ricos em flavonóides obtidos de diferentes genótipos de kiwi

*Actinidia deliciosa* e *Actinidia chinensis* (kiwi verde e kiwis de ouro) os pesquisadores constataram que estes extratos atuaram de modo moderadamente eficaz como inibidores da ECA *in vitro* quando comparados com os outros extratos de plantas relatados na literatura (HETTIHEWA; HEMAR; RUPASINGHE, 2018).

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 TIPO DE PESQUISA

Esta pesquisa é do tipo experimental quantitativa.

### 4.2 COLETA E PREPARAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

As seriguelas foram adquiridas na feira livre do município de Nova Floresta-PB, durante o mês de janeiro/fevereiro de 2018. Após a coleta, as amostras foram encaminhadas a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Cuité, onde foram higienizadas em solução clorada por 15 minutos e posteriormente enxaguadas em água potável. Em seguida, foram retirados os caroços das seriguelas com auxílio de uma faca inox e após foram dispostas em bandejas de aço inox, levadas à estufa de ar com circulação forçada à 55°C por 72 horas para secagem. Após foram trituradas em liquidificador, colocadas em sacos plásticos e embaladas a vácuo e armazenadas sob a temperatura de -18°C, até a obtenção do extrato.

### 4.3 OBTENÇÃO DO EXTRATO – EXTRAÇÃO POR AGITAÇÃO

O extrato foi obtido a partir da amostra previamente moída, pesada em um béquer e adicionada de solvente (álcool de cereais 60%) na proporção 1:20 (g/v). Em seguida a mistura foi levada a uma chapa de aquecimento e submetida a agitação constante utilizando agitador magnético em diferentes tempos (15, 30, 45 e 60 minutos) na temperatura de 40 °C. Posteriormente o extrato foi filtrado em papel filtro, acondicionado em frascos âmbar e armazenados em freezer (-18 °C) até o momento das análises. A extração foi realizada em triplicata.

### 4.4 DETERMINAÇÃO DO CONTEÚDO 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 hidroetanólica

dos extratos foi adicionada de 2,0 mL de solução aquosa do reativo de Folin-Ciocalteu a 10% e deixada em repouso por 6 minutos na ausência de luz. Posteriormente, adicionou-se 1,6 mL de carbonato de sódio a 7,5%. A mistura foi levada ao banho maria por 5 minutos 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. A quantificação de compostos fenólicos totais da amostra foi realizada 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 FLAVONÓIDES TOTAIS

O teor de flavonóides totais foi determinado de acordo com o método proposto por Zhishen, Mengcheng e Jianming (1999). Em um tubo de ensaio, uma alíquota de 0,5 mL dos extratos foram adicionados a 2 mL de água destilada. Em seguida foi adicionado 0,15 mL de nitrito de sódio e após 5 minutos adicionou-se 0,15 mL de cloreto de alumínio. Após 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 contra um branco do reagente preparado a 510 nm. O teor de flavonóides 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, incubados a temperatura de 25°C, no escuro durante 12-16 horas.

Uma vez formado o radical, foi diluído em água destilada até obter o valor de absorvância de  $0,700 \pm 0,020$  a 734nm. A partir de cada extrato, foram preparadas quatro diluições diferentes, em triplicatas. Em ambiente escuro foram transferidos uma alíquota de 15 $\mu$ L do extrato para tubos de ensaio contendo 1,5  $\mu$ L do radical ABTS<sup>+</sup>. A leitura foi realizada após 30 minutos da reação a 734nm em espectrofotômetro. O branco da

reação foi preparado conforme o procedimento descrito acima, sem adição da amostra. Como referência, foi utilizado o Trolox e os resultados foram expressos em  $\mu\text{M}$  trolox/g de amostra. O valor de  $\text{IC}_{50}$  foi determinado através da equação da reta plotada através dos resultados contendo os valores de concentração (mg/mL) utilizadas 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 (FRAP) foi utilizada a metodologia descrita por Benzie; 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  $\mu\text{L}$  do extrato foi adicionada a 1800  $\mu\text{L}$  do reagente FRAP e incubado a 37 °C em banho-maria 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 no comprimento de onda de 593nm. Curva de calibração foi feita com Trolox e os resultados expressos em  $\mu\text{mol/g}$  de amostra.

#### 4.8 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Todas as análises foram realizadas em triplicata, os dados avaliados através de análise de variância (ANOVA) e representados como média e desvio padrão. As médias foram comparadas pelo teste de *Tukey*, considerando o nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ), utilizando *SigmaStat 3.5*.

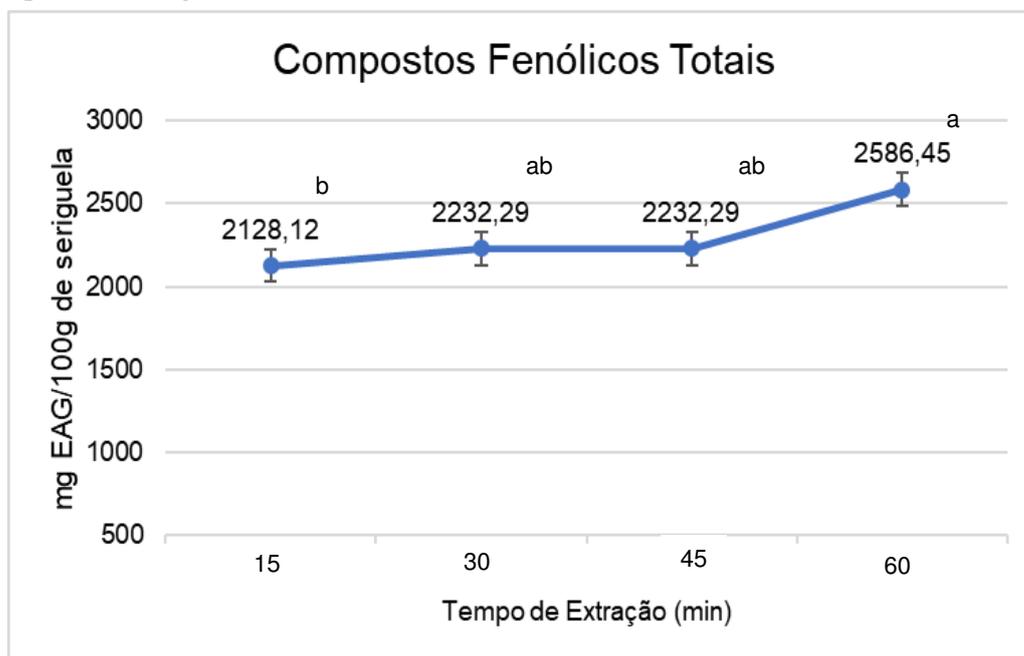
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 CONTEÚDO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS

A busca por um método de extração de composto fenólico prático e eficiente é um processo constante nas avaliações de compostos bioativos, em que diversos parâmetros devem ser observados, podendo ser influenciados pelo solvente, tempo e pelas altas temperaturas (CARVALHO; GOSMANN; SCHENKEL, 2007). Lucarini et al. (2018), relatam que os procedimentos de extração são processos cruciais para a recuperação, isolamento e identificação de compostos bioativos, devem ser ideais e fornecer o rendimento máximo em termos de concentração de compostos alvo.

Os resultados para o conteúdo de compostos fenólicos totais da seriguela obtidos em diferentes tempos de extração estão apresentados na Figura 2.

**Figura 2** – Conteúdo de compostos fenólicos totais da seriguela obtidos em diferentes tempos de extração.



EAG: Equivalentes Ácido Gálico. Médias±desvio padrão seguidas de letras minúsculas iguais não diferiram entre si pelo teste de *Tukey* ( $p>0,05$ ). Fonte: Autores (2018).

Os valores médios de compostos fenólicos totais variaram entre 2128,12±1,52-2586,45±1,23 mg EAG/100g de seriguela nos diferentes tempos de extração (Figura 2). Pode-se observar que os teores de compostos fenólicos totais não diferiram ( $p>0,05$ ) entre os tempos de extração 30, 45 e 60 minutos. Com isso, pode-se inferir

estatisticamente que o tempo de 30 minutos promoveu uma melhor extração de polifenóis totais com valor médio de  $2232,29 \pm 1,36$  mg EAG/100g de seriguela.

Resultados diferentes foram encontrados por Stefanello et al. (2016) ao realizar a extração de compostos fenólicos de cogumelos do sol por agitação em diferentes tempos de extração (15, 30 e 60 minutos) relatando que o tempo de 60 minutos a  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  promoveu melhor extração dos compostos fenólicos (44,1mg EAG/100g de cogumelo).

Em outro estudo também analisando os parâmetros de extração de compostos fenólicos e avaliação da atividade antioxidante *in vitro* da banana (*Musa sp.*), entre os intervalos de 1, 5, 10, 15, 20, 40 e 60 minutos, o conteúdo de fenólicos totais aumentou durante o tempo de extração, alcançando o valor máximo após 20-40 minutos, na ordem de 1,00 a 1,30g EAG/100g da casca de banana liofilizada (PEREIRA, 2015).

Independentemente dos tempos de extração, os valores de polifenóis totais encontrados para a seriguela neste estudo são considerados altos quando comparados com estudo realizado por Rezende (2010) que ao analisar polpa congelada e polpa liofilizada de seriguela encontrou valores médios de  $427,12 \pm 5,99$  e  $2084,08 \pm 34,19$  respectivamente. Balasundram, Sundram, e Samman, (2006), relataram que extratos ricos em polifenóis totais quando aplicados em óleos comestíveis, em peixe, carne e produtos avícolas, mostraram atividades antioxidantes comparáveis às dos antioxidantes sintéticos usados pela indústria de alimentos como o BHA (butilhidroxianisol), o BHT (butil-hidroxitolueno) e o TBHQ (terc-butilhidroquinona). Esta afirmativa, segundo Rockenbach et al. (2007) é de grande relevância, pois indica que os extratos naturais equiparam-se aos sintéticos, sendo de ótimo interesse à saúde, já que estes sintéticos despertam preocupação quanto as suas doses de segurança e toxicidade.

Entretanto, vale ressaltar que diferenças entre variedades, região geográfica, safra, condições climáticas, peculiaridades de processamento e métodos de extração podem interferir nos resultados do teor de compostos fenólicos, bem como, na expressão da atividade antioxidante de materiais vegetais (ROCKENBACH et al., 2011).

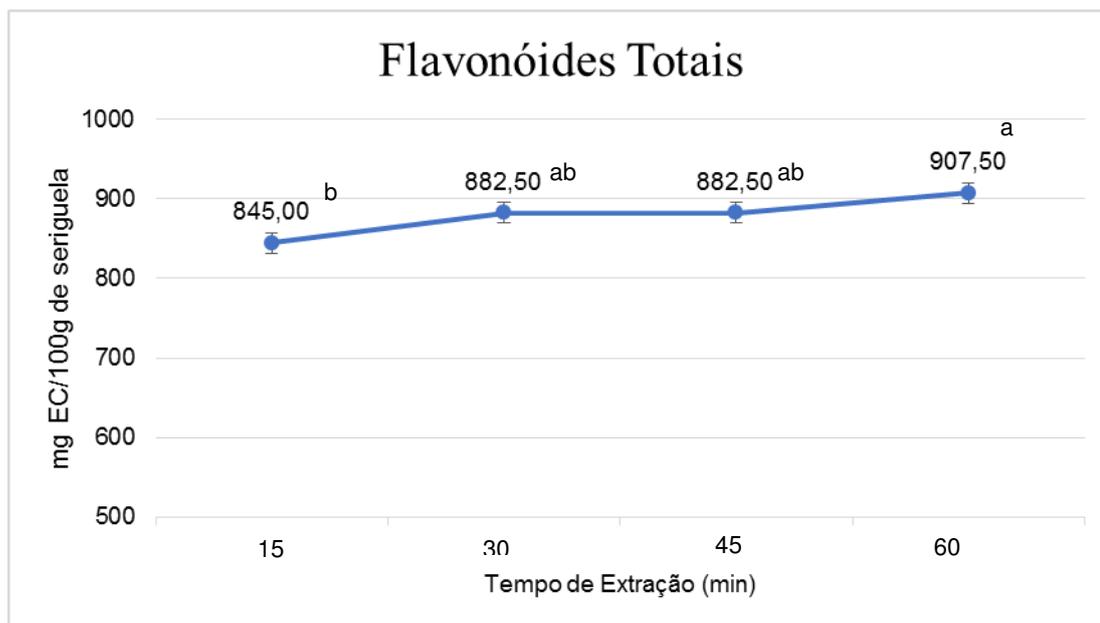
## 5.2 CONTEÚDO DE FLAVONÓIDES TOTAIS

Os polifenóis são uma classe heterogênea de compostos químicos que podem ser divididos em flavonóides (flavonóis, flavonas, flavanóis, flavanonas,

antocianidinas, calconas e isoflavonas) e não flavonóides (ácidos fenólicos) (CIANCIOSI et al., 2018).

Na figura 3, é possível observar os valores obtidos para flavonóides da seriguela em diferentes tempos de extração.

**Figura 3** – Conteúdo de flavonóides totais da seriguela obtidos em diferentes tempos de extração.



EC: Equivalentes Catequina. Médias±desvio padrão seguidas de letras minúsculas iguais não diferiram entre si pelo teste de *Tukey* ( $p>0,05$ ). Fonte: Autores (2018).

Verificou-se que valores médios de flavonóides totais apresentaram-se na faixa de  $845,0\pm 2,12$  –  $907,5\pm 1,56$  mg EC/100 g de seriguela nos diferentes tempos de extração (Figura 3). Constatou-se que os valores de flavonóides totais extraídos da seriguela não apresentaram diferença ( $p>0,05$ ) entre 30, 45 e 60 minutos de extração, comportamento igual ao observado para o conteúdo de fenólicos totais. Portanto, 30 minutos de extração pode ser considerado o tempo que ocasionou a maior extração de flavonóides totais da seriguela, promovendo uma economia de energia e tempo no processo.

Galo et al (2018) realizaram estudo da quercetina (tipo de flavonóide natural), a partir da cebola roxa e encontraram que para os extratos obtidos em diferentes tempos de amostragem estudados (2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 90, 105, 120, 150, 180, 210, 240, 270 e 300 minutos) verificou-se que houve estabilização do teor de quercetina após 120 minutos de extração, ou seja, a partir desse tempo não há aumento

na extração de quercetina de cebola, sendo os demais tempos de extração considerados a partir deste tempo encontrado, irrelevantes.

Estudos recentes vêm estudando a aplicação desses compostos de forma mais específica como é o caso de Yoshichika (2018) que avaliou a utilização efetiva da quercetina aplicando-a na dieta diária para a prevenção de doenças crônicas relacionadas à idade, o que propõe uma possível estratégia para a utilização efetiva de flavonóides de forma proveitosa na saúde humana.

Os estudos aqui apresentados com relação a quercetina confirmam que a exploração de testes *in vitro* nos alimentos mostram-se eficientes e são importantes para futuras pesquisas, onde é notório a ratificação entre os estudos de Galo et al. (2018) e Yoshichika (2018) que demonstram a importância da continuidade das buscas pela validação dos benefícios de qualquer composto que esteja sendo estudado afim de trazer benefícios ao organismo humano.

Recentemente também foram avaliados os efeitos antiinflamatórios, antidiabéticos e anti-Alzheimer usando técnicas *in vitro*. Shahinozzaman et al. (2018) ao avaliar cinco tipos de flavonóides encontraram resultados satisfatórios. Estes, mostraram efeitos antiinflamatórios significativos através da inibição da desnaturação da albumina em comparação um medicamento anti-inflamatório não esteróide, indicando que os compostos naturais possuem atividade fitoterápica comprovada.

A introdução de produtos alimentares enriquecidos com compostos antioxidantes ao mercado por meio da adição de extratos naturais, como por exemplo, polifenóis (flavonóides), pode ser uma forma de minimizar a crescente incidência de doenças associadas à exposição excessiva a radicais livres (TARKO; DUDA-CHODAK; SEMIK-SZCZURAK, 2017). Além disso, esses extratos podem auxiliar no aumento da vida de prateleira dos produtos alimentícios, por meio da inibição da oxidação lipídica.

### 5.3 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE *IN VITRO*

Os resultados obtidos para as atividades antioxidantes analisados neste estudo (FRAP, ABTS e IC<sub>50</sub>) da seriguela por diferentes tempos de extração são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1** – Valores médios das atividades antioxidantes (FRAP, ABTS e IC<sub>50</sub>) de seriguela obtidos em diferentes tempos de extração.

	FRAP*	ABTS*	IC <sub>50</sub>
	( $\mu\text{mol TEAC/g}$ )	( $\mu\text{mol TEAC/g}$ )	( $\text{mg/mL}$ )
<b>C15</b>	4,67 $\pm$ 0,01 <sup>B</sup>	113,06 $\pm$ 0,01 <sup>AB</sup>	1,16 $\pm$ 0,01 <sup>AB</sup>
<b>C30</b>	4,91 $\pm$ 0,00 <sup>AB</sup>	103,15 $\pm$ 0,02 <sup>B</sup>	1,27 $\pm$ 0,02 <sup>A</sup>
<b>C45</b>	4,94 $\pm$ 0,02 <sup>A</sup>	135,58 $\pm$ 0,00 <sup>AB</sup>	1,16 $\pm$ 0,00 <sup>AB</sup>
<b>C60</b>	4,78 $\pm$ 0,00 <sup>AB</sup>	158,03 $\pm$ 0,03 <sup>A</sup>	0,77 $\pm$ 0,00 <sup>B</sup>

C15: extração a 15 minutos; C30: extração a 30 minutos; C45: extração a 45 minutos; C60: extração a 60 minutos; \*Resultados expressos em g de seriguela na base seca; IC<sub>50</sub>: capacidade de inibição de 50% do radical livre ABTS; TEAC: capacidade antioxidante equivalente trolox. Médias  $\pm$  desvio-padrão com letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Fonte: Próprio Autor (2018).

O teste de FRAP mostra a habilidade de um composto em produzir Fe<sub>2</sub><sup>+</sup> a partir de Fe<sub>3</sub><sup>+</sup>, no qual define a sua força antioxidante (GOULART et al., 2007; PRIOR; WU; SCHAICH, 2005). Com relação à atividade antioxidante FRAP observa-se (Tabela 1) que os valores situaram-se na faixa de 4,67 $\pm$ 0,01-4,94 $\pm$ 0,02  $\mu\text{mol TEAC/g}$  de seriguela para os tempos de 15 a 60 minutos de extração. Os tempos 30, 45 e 60 minutos de extração não diferiram ( $p > 0,05$ ) entre si apresentando as maiores atividades antioxidantes. Corroborando com o teor de compostos fenólicos totais e flavonóides totais, 30 minutos de extração foi o suficiente para extrair compostos da seriguela com maior atividade antioxidante FRAP.

As atividades antioxidantes do extrato de folhas de *Tabernaemontana catharinensis* em condições de temperatura de 60 °C, tempo de extração de 60 minutos e utilizando-se etanol como solvente extrator obteve resultados pelo método FRAP de 24,13  $\mu\text{mol Fe}^{2+}$ , sendo considerado pelo estudo um valor satisfatório, mesmo este sendo inferior a outros estudos analisados pelo mesmo, justificando a dificuldade em fazer uma comparação direta entre estudos, pois os métodos de extração se diferem (SARI, 2016).

O método ABTS determina a atividade antioxidante pela captura do radical ABTS<sup>+</sup>. A atividade antioxidante ABTS encontrada variou de 103,15 $\pm$ 0,02-158,03 $\pm$ 0,03  $\mu\text{mol TEAC/g}$  de seriguela nos tempos de extração (Tabela 1). As maiores atividades antioxidantes foram detectadas em 15, 45 e 60 minutos de extração ( $p > 0,05$ ), sendo assim 15 minutos de extração foi suficiente para extrair compostos bioativos com maior atividade antioxidante da seriguela.

Resultados inferiores foram relatados por Sari (2016) que também avaliando a atividade antioxidante de seriguela em seu estudo pelo método ABTS, encontrou valores de 12,57  $\mu\text{mol trolox}$  aos 60 minutos de extração. O autor desse estudo avaliou os tempos de 30 e 60 minutos, notando-se que a seriguela possui compostos bioativos em quantidades riquíssimas sendo possível extraí-los com uma quantidade de tempo mínima quando comparado a outros tipos de matrizes.

Os resultados (Tabela 1) demonstram valores de  $\text{IC}_{50}$  variando de  $0,77 \pm 0,00$ - $1,27 \pm 0,02$  mg/mL nos devidos tempos de extração. Cabe salientar que quanto menor o valor de  $\text{IC}_{50}$ , maior a atividade antioxidante do extrato, já que esse valor representa a quantidade de extrato necessária para reduzir em 50% a atividade do radical livre. Nessas condições, verificou-se que em 15, 45 e 60 minutos de extração os valores de  $\text{IC}_{50}$  da seriguela não diferiram ( $p > 0,05$ ) entre si, podendo assim, inferir que 15 minutos de extração foram eficientes para obtenção de uma concentração necessária para capturar 50% do radical livre ABTS (1,16 mg de seriguela/mL do extrato). Resultado considerado satisfatório, uma vez que os valores de  $\text{IC}_{50}$  acima de  $25 \text{ mg mL}^{-1}$  são considerados de baixo potencial antioxidante (CAMPOS et al., 2005).

Vale ressaltar que diferentes autores têm apresentado valores de  $\text{IC}_{50}$  de antioxidantes naturais com grandes diferenças, dificultando a comparação dos resultados, provavelmente pelo fato de haver diferenças nas metodologias utilizadas para a elaboração de extratos.

Por fim, de acordo com os resultados obtidos neste estudo (Tabela 1), pode-se afirmar que em menor tempo (15 minutos) foi possível obter uma extração mais elevada de compostos da seriguela com maior capacidade para reduzir o radical ABTS+. Já em 30 minutos de extração foi possível obter compostos bioativos da seriguela com capacidade para reduzir o ferro (III). Sendo assim, como uma possível alternativa de uso do extrato de seriguela em produtos alimentícios como antioxidante natural sugere-se a extração nas condições de 15 minutos a  $40^\circ \text{C}$ , visto que segundo Hirsch (2011) a atividade antioxidante FRAP é uma técnica realizada em condições que não são comumente encontradas em alimentos, como por exemplo, pH de 3,6 utilizado na metodologia, entre outros fatores. Além disso, reafirmando o tempo de 15 minutos, tem-se uma maior capacidade antioxidante  $\text{IC}_{50}$ .

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que para uma maior extração de compostos fenólicos totais, flavonóides totais e atividade antioxidante FRAP da seriguela 30 minutos são suficientes a 40 °C. No entanto, para atividade antioxidante ABTS e capacidade de inibir 50% do radical livre (IC<sub>50</sub>), 15 minutos de extração são necessários a 40 °C. Portanto, sugere-se que para uma menor economia de tempo e energia, o tempo de 15 minutos seja suficiente para obtenção de compostos bioativos da seriguela com capacidade antioxidante. Além disso, os resultados obtidos demonstram que o conteúdo de fenólicos totais, flavonóides e atividade antioxidante do fruto da seriguela, apresentam valores consideráveis quando extraídas de forma adequada.

Vale ressaltar que a seriguela é uma fruta muito encontrada no Nordeste, podendo ser alternativa a utilização do extrato de seriguela em produtos alimentícios (embutidos cárneos, derivados lácteos, pães, barras de cereais, entre outros) como antioxidante natural em substituição aos sintéticos resultando em produtos com maior vida de prateleira, em benefícios à saúde do consumidor e valorização de uma fruta regional.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMADOR, S. A. **Uso de extrato de goiaba (*Psidium guajava* L.) Na prevenção da oxidação da carne de frango.** Dissertação de mestrado em ciências animais - Universidade de Brasília Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. 2015.
- AHN, J. H.; GRUN, I. V.; FERNANDO, L. N. Antioxidant properties of natural plants extract containing polyphenolic compounds in cooked ground beef. **Journal of Food Science**, v. 67, n. 32, p. 1364–1368, 2002.
- BAMONIRI, A.; EBRAHIMABADI, A. H.; MAZOOCHI, A.; BEHPOUR, M.; KASHI, F. J.; BATOOLI, H. Antioxidante e avaliação de atividade antimicrobiana e análise de óleo essencial de *Semenovia tragioides* Boiss. De Irã. **Food Chemistry**, v. 122, n. 3, pp. 553-558. 2010.
- BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence and potential uses. **Food Chemistry**, Barking, v. 99, p.191-203, 2006.
- BENZIE, I. F. F, STRAIN, J. J. Ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. **Anal Biochem**, v. 239, p. 70-76, 1996.
- BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. **Nutr. Rev.**, Washington, v. 56, n. 11, p. 317-333, 1998.
- BRITO, N. J. N. **Avaliação *in vitro* e *in vivo* da atividade antioxidante do extrato hidroetanólico de folhas de *Turnera ulmifolia* Linn. var. *elegans* (Turneraceae).** Dissertação de mestrado. 2009. 74f. (Mestrado em C. Farmaceutica) – Universidade Federal do RN. 2009.
- BRITO, H. R. **Caracterização química de óleos essenciais de *Spondias mombin* L., *Spondias purpurea* L. e *Spondias* sp (cajarana do sertão).** 2010, 68p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, UFSG, Patos, 2010.
- CAMPOS, L. M. A. S.; MICHIELIN, E. M. Z.; DANIELSKI, L.; FERREIRA, S. R. S. Experimental data and modeling the supercritical fluid extraction of marigold (*Calendula officinalis*) oleoresin. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 34, n. 2, p. 163-170, 2005. DOI: 10.1016/j.supflu.2004.11.010.
- CARVALHO, J. C. T.; GOSMANN, G.; SCHENKEL, E. P. Compostos fenólicos simples e heterosídeos. In: SIMÕES, M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. (Orgs.). Farmacognosia da planta ao medicamento. 3.ed. Porto Alegre: UFRGS; Florianópolis: UFSC, 2007.
- CASTRO, D. S.; NUNES, J. S.; SILVA, F. B.; OLIVEIRA, T. K. B.; SILVA, L. M. M. Desenvolvimento e avaliação físico-química de néctar misto de abacaxi (*Ananas comosus*) e seriguela (*Spondias purpurea*). **Revista Verde**, v. 9, n. 1, p. 6-9, 2014.
- CIANCIOSI, D.; FORBES-HERNÁNDEZ, T. Y.; AFRIN, S.; GASPARRINI, M.; REBOREDO-RODRIGUEZ, P.; MANNA, P. P.; ZHANG, J.; BRAVO LAMAS, L.; MARTÍNEZ FLÓREZ, S.; AGUDO TOYOS, P.; QUILES, J. L.; GIAMPIERI, F.;

BATTINO, M. Phenolic Compounds in Honey and Their Associated Health Benefits: A Review. **Molecules**, v. 23, n. 9, 2018.

CORREIA, L. C. S. A. Otimização do processo de produção e aceitação de rolinhos de ciriguela. 112f. 2011. **Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)** - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

CRUZ, A. P. G. **Avaliação do efeito da extração e da microfiltração do açaí sobre sua ação composição e atividade antioxidante**. 2008, 104p. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Bioquímica – Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2008.

EMBUSCADO, M. B. Spices and herbs: Natural sources of antioxidants – a mini review. **Journal of Functional Foods**, v. 18, p. 811–819, 2015.

ENGELS, C.; GRÄTER, D.; ESQUIVEL, P.; JIMÉNEZ, V. M.; GÄNZLE, M. G.; SCHIEBER, A. Characterization of phenolic compounds in Jacote (*Spondias purpurea* L.) eels by ultra-high-performance liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometry. **Food Research International**, v. 46, n. 2, p. 557-562, 2012.

FILGUEIRAS, H. A. C.; MOURA, C. F. H.; ALVES, R. E. Seriguela (*Spondias purpurea* L.). In: DONADIO, L. C. (ed.). **Caracterização de frutas nativas da América Latina**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. p. 27-30.

FREIRE, E. C. B. S.; SILVA, F. V. G.; SANTOS, A. F.; MEDEIROS, I. F. Avaliação da qualidade de ciriguela (*Spondias purpurea* L.) em diferentes estádios de maturação, **Revista Verde**, v. 6, p.27-40, 2011.

FREIRE, J. M.; ABREU, C. M. P.; ROCHA, D. A.; CORRÊA, A. D.; MARQUES, N. R. Quantificação de compostos fenólicos e ácido ascórbico em frutos e polpas congeladas de acerola, caju, goiaba e morango, **Ciência Rural**. 2012.

FURTADO, A. S. et al. Atividade antioxidante do extrato de *Achyrocline satureioides* (Marcela) em lingüiça. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 19., 2004, RECIFE. **Anais...** Recife, 2004.

GALO, G. T.; LIMA, A. C. S.; MACHADO, K. M.; VIEIRA, L. B.; MARTINS, V. C.; FERREIRA, N. L.; LUCARINI, A. C. Estudo da extração da quercetina a partir da cebola roxa (*Allium cepa* L.) e seu uso como conservante alimentar natural. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 4, n. 1, p. 0153-0162, mar. 2018.

GAO, C. Y.; TIAN, C. R.; GUO, X. P.; ZHOU, R.; HAO, G. Principais nutrientes, fenólicos, atividade antioxidante, efeito protetor do dano ao DNA e microestrutura da raiz de *Sphallerocarpus gracilis* em diferentes épocas de colheita. **Food Chemistry**, v. 127, n. 2, pp. 615-622, 2011.

GOULART, M. O. F.; VASCONCELOS, S. M. L.; MOURA, J. B. F.; BENFATO, M. S.; MANFREDINI, V.; KUBOTA, L. T. Espécies reativas de oxigênio e nitrogênio, antioxidantes e marcadores de dano oxidativo em sangue humano: principais métodos analíticos para sua determinação. **Química Nova**, n. 30, v. 5, p. 1323-1338, 2007.

HETTIHEWA, S. K.; HEMAR, Y.; RUPASINGHE, H. P. V. Flavonoid-Rich Extract of *Actinidia macrosperma* (A Wild Kiwifruit) Inhibits Angiotensin-Converting Enzyme In Vitro, **Foods**, v. 7, n. 9, sep, 2018.

HIRSCH, G. E. **Valor nutricional e capacidade antioxidante de diferentes genótipos de amora-preta (*Rubus sp.*)**. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 2011.

HORST, M. A.; MORENO, F. S. Funções plenamente reconhecidas de nutrientes – Carotenoides, **ILSI Brasil**, v. 6, 36p., 2009.

HOFFMANN, R. S. **Antioxidante natural na proteção da carne mecanicamente separada (CMS) de frango**. 2003. 135f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

ISHIDA, B. K.; CHAPMAN, M. H. Carotenoid Extraction from Plants Using a Novel, Environmentally Friendly Solvent. **J Agric Food Chem**, v. 57, n. 3, 2009.

KAUR, C.; KAPOOR, H. C. Antioxidantes em frutas e vegetais: a saúde do milênio. **International Food Science and Technology**, v. 36, n. 7, pp. 703-725, 2001.

KIM, D. O.; LEE, K. W.; LEE, H. J.; LEE, C. H. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. **Journal Agricultural Food Chemistry Washington**, v. 50, n. 13, pp. 3713-3717, 2002.

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

LI FU.; BO-TAO, X. U.; XIANG-RONG, X. U.; REN-YOU, G. A. N.; YUAN ZHANG.; EM-QIN, X. I. A.; HUA-BIN, L. I. Antioxidant capacities and total phenolic contents of 62 fruits. **Food Chem.**, v. 129, p. 345-350, 2011.

LIMA, I. C. G. S.; MELEIRO, C. H. A. Desenvolvimento, avaliação físico-química e sensorial de geleia e doce de corte de seriguela (*Spondias purpurea* L.) visando o crescimento da cadeia produtiva do fruto. **Boletim do CEPPA**, v. 30, n. 2, p. 221-232, 2012.

LINS, A. C. A.; CAVALCANTI, D. T. B.; AZOUBEL, P. M.; MÉLO, E. A.; MACIEL, M. I. S. Effect of hydrocolloids on the physicochemical characteristics of yellow mombin structured fruit. **Food Science and Technology**, v. 34, n. 3, p. 456– 463, 2014.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas**. Novo Odessa - SP. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, Ltda, 2006. 640p.

LOSSO, J. N.; SHAHIDI, F.; BAGCHI, D. **Alimentos funcionais e medicinais anti-angiogênicos**. Boca Raton: Taylor e Francis, 2007, 736 p.

LUCARINI, M.; DURAZZO, A.; ROMANI, A.; CAMPO, M.; LOMBARDI-BOCCIA, G.; CECCHINI, F. Bio-Based Compounds from Grape Seeds: A Biorefinery Approach. **Molecules**, v.28, n.8, Jul, 2018.

MALDONADO-ASTUDILLO, Y. I.; ALIA-TEJACAL, I.; NÚÑEZ-COLÍN, C. A.; JIMÉNEZ-HERNÁNDEZ, J.; PELAYO-ZALDÍVAR, C.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, V.; ANDRADE-RODRÍGUEZ, M.; BAUTISTA-BANOS, S.; VALLE-GUADARRAMA, S. Postharvest physiology and technology of *Spondias purpurea* L. and *S. mombin* L. **Scientia Horticulturae**, v. 174, p. 193–206, 2014.

MARTINEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M.J.; ROS, G. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. **Arch. Latinoam. Nutr.**, Caracas, v. 50, n. 1, p. 5-18, 2000.

MASUDA, T.; INABA, Y.; TAKEDA, Y. Antioxidant mechanism of carnosic acid: Structural identification of two oxidation products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 5560–5565, 2001.

MERCADANTE, A. Z.; STECK, A.; PFANDER, H. Carotenoids from Guava (*Psidium guajava* L.): Isolation and Structure Elucidation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, n. 1, p. 145-151, 1999.

MILANI, L. I. G. et al. Inibição natural da oxidação lipídica na carne mecanicamente separada de frango. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DOS ALIMENTOS, 18., 2002, PORTO ALEGRE. **Anais...** Porto Alegre, 2002.

MOREIRA, A. C. C. G. Caracterização de frutos de genótipo de cajá- umbuzeiras: teor de fitoquímicos bioativos e potencial antioxidante. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2011.

OMENA, C. M. B.; VALENTIM, I. B.; GUEDES, G. S.; RABELO, L. A.; MANO, C. M.; BECHARA, E. J. H.; SAWAYA, A. C. H. F.; TREVISAN, M. T. S.; COSTA, J. G.; FERREIRA, R. C. S.; SANT'ANA, A. E. G.; GOULART, M. O. F. Antioxidant, anti-acetylcholinesterase and cytotoxic of ethanol extracts of peel, pulp and seeds of exotic Brazilian fruits. **Food Research International**, v. 49, p. 334-344, 2012.

ORTEGA-RAMIREZ, L. A.; RODRIGUEZ-GARCIA, I.; LEYVA, J. M.; CRUZ-VALENZUELA, M. R.; SILVA-ESPINOZA, B. A.; GONZALEZ-AGUILAR, G. A.; SIDDIQUI, M. W.; AYALA-ZAVALA, J. F. Potential of medicinal plants as antimicrobial and antioxidant agents in food industry: a hypothesis. **Journal of Food Science**, v.79, p. 130-137, 2014.

PEREIRA, G. A. **Estudo dos parâmetros de extração de compostos fenólicos e avaliação da atividade antioxidante in vitro da banana (*MUSA* sp.)**, 149p. 2015. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, 2015.

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

PLISZKA B. Polyphenolic content, antiradical activity, stability and microbiological quality of elderberry (*Sambucus nigra* L.) extracts. **Acta Sci Pol Technol Aliment**, v. 16, n. 4, p. 393-401, out-dez; 2017.

PRIOR, R. L.; WU, X. L.; SCHAICH, K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 53, n.10, p. 4290–4302, 2005.

QUARIACHI, E. M.; TOMI, P.; BOYANZER, A.; HAMMOUT, B.; DESJOBERT, J. B.; COSTA, J.; PAOLINI, J. Composição química e atividade antioxidante de óleos essenciais e extratos solventes de *Ptychotisverticillata* de Marocco. **Food and Chemical Toxicology**, v. 49, n. 2, pp. 533-536. 2011.

REZENDE, L. C. de. **Avaliação da atividade antioxidante e composição química de seis frutas tropicais consumidas na bahia**. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química, Área de concentração Química Orgânica, Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutora em Química - Área: Química Orgânica. Salvador, Bahia, 118f, 2010.

RICE-EVANS, C.A.; MILLER, N.J.; PAGANGA, G. Antioxidant properties of phenolic compounds. **Trends Plant Sci.**, Oxford, v.4, p.304-309, 1997.

ROESLER, R.; LORENCINI, M.; PASTORE, G. Fontes brasileiras de cerrado antioxidante: citotoxicidade e fototoxicidade *in vitro*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, vol. 30, n. 1, pp. 814-821, 2010.

ROCKENBACH, I. I.; SILVA, G. L. D.; RODRIGUES, E.; GONZAGA, L. V.; FETT, R. Atividade antioxidante de extratos de bagaço de uva das variedades Regente e Pinot Noir (*Vitis vinifera*). **Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)**, v. 66, n. 2, p. 158-163, 2007.

ROCKENBACH, I. I.; RODRIGUES, E.; GONZAGA, L. V.; CALIARI, V.; GENOVESE, M. I.; GONÇALVES, Q. E. S. S.; FETT, R. Phenolic compounds content and antioxidant activity in pomace from selected red grapes (*Vitis vinifera* L. and *Vitis labrusca* L.) widely produced in Brazil. **Food Chemistry**, v. 127, p. 174-179, 2011.

ROSS, JÁ.; KASUM, C. M. Dietary flavonoids: bioavailability, metabolic effects, and safety. **Annu Rev Nutr**, v. 22, p. 19-34.

ROSTAGNO, M. A.; PRADO, J. M. Natural product extraction: principles and applications. **The Royal Society of Chemistry**, 2013. 516p.

SAITO, S.; OKAMOTO, Y.; KAWABATA J. Effects of alcoholic solvents on antiradical abilities of protocatechuic acid and its alkyl esters. **Bioscience Biotechnology and Biochemistry**, v. 68, p. 1221–1227, 2004.

SANTOS, T. C.; AMORIM, G. M.; BONOMO, R. C. F.; FRANCO, M. Determinação da atividade de CMCase e FPase do estipe fúngica *Rhizopus* sp. através da bioconversão do resíduo de seriguela (*Spondias purpurea* L.). **UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 13, n. 3, p. 145-149, 2011.

SARIBURUN, E.; SAHIN, S.; DEMIR, C.; TÜRK BEN, C.; UYLAŞER, V. Phenolic content and antioxidant activity of raspberry cultivars. **J. Food Sci**, v. 75, n. 4, p. 328-335, 2010.

SARI, R. **Otimização da extração de compostos fenólicos e avaliação do potencial antioxidante e antibacteriano das folhas de (*Tabernaemontana catharinensis*)**. 2016. 48f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química Industrial), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2016.

SILVA, Q. J. **Caracterização de frutos de genótipos de ciriguela (*Spondias purpurea* L.** 2011, 107p. Dissertação (Mestrado) - Programa de pós-graduação em ciências e tecnologia dos alimentos, Universidade Estadual Rural de Pernambuco, Recife. 2011.

SILVA, Q. J.; MOREIRA, A. C. C. G.; MELO, A. E.; LIMA, V. L. A. G. Compostos fenólicos e atividade antioxidante de genótipos de ciriguela (*Spondias purpurea* L.). **Alimentos e Nutrição**. Araraquara, v. 23, n. 1, p.73-80, jan./mar. 2012.

SILVA, R. V.; COSTA, S. C. C.; BRANCO, C. R. C.; ALEXSANDRO BRANCO, A. In vitro photoprotective activity of the *Spondias purpurea* L. peel crude extract and its incorporation in a pharmaceutical formulation. **Industrial Crops and Products**, v. 83, p. 509–514, 2016.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods Enzymol**, n. 299, p. 152-178, 1999.

SIR ELKHATIM, K. A.; ELAGIB, R. A. A.; HASSAN, A. B. Content of phenolic compounds and vitamin C and antioxidant activity in wasted parts of Sudanese citrus fruits. **Food Sci Nutr**. v. 8;6 n. 5, p. 1214-1219, may, 2018.

STEFANELLO, F. S.; CAVALHEIRO, C. P.; LUDTKE, F. L.; SILVA, M. S.; MILANI, L. I. G.; KUBOTA, E. H. Efeito da extração de compostos fenólicos sobre a atividade antioxidante e antibacteriana in vitro de cogumelo-do-sol. **Arq. Inst. Biol.**, v.83, 1-7, e0522014, 2016.

SHAHINOZZAMAN, M.; TAIRA, N.; ISHII, T.; HALIM, M. A.; HOSSAIN, M. A.; TAWATA, S. Anti-Inflammatory, Anti-Diabetic, and Anti-Alzheimer's Effects of Prenylated Flavonoids from Okinawa Propolis: An Investigation by Experimental and Computational Studies. **Moléculas**, v. 23, n.10, 2018.

TARKO, T.; DUDA-CHODAK, A.; SEMIK-SZCZURAK, D. The use of fruit extracts for production of apple chips with enhanced antioxidant activity. **Rocz Panstw Zakl Hig**, v.68, n.2, p. 161-165, 2017.

YOSHICHIKA, K. Understanding metabolic conversions and molecular actions of flavonoids in vivo: toward new strategies for effective utilization of natural polyphenols in human health. **J Med Invest**, v. 65, n. 3,4, p.162-165, 2018.

ZHISHEN, J.; MENGCHENG, T.; JIANMING, W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals, **Food Chemistry**, v. 64p. 555–559, 1999.