

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ALANY RAQUEL DOS SANTOS MORAIS

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE DO SAPOTI (*Manilkara zapota* L.)**

JOÃO PESSOA – PB

2018

ALANY RAQUEL DOS SANTOS MORAIS

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE DO SAPOTI (*Manilkara zapota* L.)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal da Paraíba, como parte das exigências para a obtenção do título de Tecnólogo de Alimentos.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Graciele da Silva Campelo Borges

JOÃO PESSOA – PB

2018

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

M827a Morais, Alany Raquel Dos Santos.  
Avaliação do Potencial Antioxidante do Sapoti  
(Manilkara zapota L.) / Alany Raquel Dos Santos Morais.  
- João Pessoa, 2018.  
53 f.

Orientação: Graciele da Silva Campelo Borges.  
Monografia (Graduação) - UFPB/CTDR.

1. bioativos, compostos fenólicos, sapotizeiro. I.  
Borges, Graciele da Silva Campelo. II. Título.

UFPB/BC


ALANY RAQUEL DOS SANTOS MORAIS

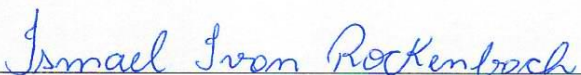
AValiação DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE DO SAPOTI (*Manilkara zapota* L.)

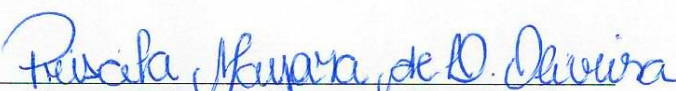
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal da Paraíba, como parte  
das exigências para a obtenção do título de  
Tecnólogo de Alimentos.

João Pessoa, 31 de Outubro de 2018.

BANCA EXAMINADORA

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Graciele da Silva Campelo Borges  
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)  
(Orientadora e Presidente da Banca Examinadora)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Ismael Ivan Rockenbach  
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)  
(Membro da Banca Examinadora)

  
\_\_\_\_\_  
Mestranda Priscila Mayara de Lima Oliveira  
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)  
(Membro da Banca Examinadora)

*Aos meus avós, que sempre sonharam em ter  
alguém na família formado, e pela felicidade de  
agora não ser mais um sonho.*

*E aos meus pais, por todo amor e apoio*

***Dedico.***

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Joceane Moraes e Antônio Carlos, por todo o apoio, compreensão, dedicação e amor, meus exemplos de vida e a força que sempre me impulsiona para frente com confiança na minha competência, amo vocês demais.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Graciele da Silva Campelo Borges, por ser uma pessoa incrível, eu aprendi muito com a senhora e agradeço por ter me concedido a honra de ser sua orientanda, acreditando na minha competência e, por toda dedicação, paciência e conhecimento transmitido.

A minha banca examinadora, Prof. Dr. Ismael Ivan Rockenbach e em especial, a Mestranda Priscila Mayara, pela contribuição inestimável.

Ao CTDR, que ao longo da minha formação ofereceu um ambiente de estudo agradável, motivador e repleto de oportunidades. Sou imensamente grata à cada membro do corpo docente dessa instituição de ensino. Em especial a professora Ana Braga, Kettelin Arbos, Graciele Borges, Alice Silva e aos professores João Paulo e Ismael Rockenbach, que me confiaram tantas oportunidades de projetos, onde aprendi muito e apenas tive mais certeza do quero na minha vida, minha imensa gratidão.

Ao meu namorado e melhor amigo, Antonio Cavalcanti, a pessoa que mais me colocou pra cima e não me deixou acreditar que eu não era capaz. Obrigada por ser essa pessoa incrível, me ajudando sempre de forma direta ou indireta, sempre estando ao meu lado nos momentos bons e ruins.

Aos meus avós, João Batista e Severina, que agora têm o sonho realizado, de ter a primeira neta formada na UFPB.

Aos meus irmãos, Arthur e Lucas, por sempre se preocuparem comigo, por todo amor e admiração mútua que temos entre nós.

Aos meus cachorros (Apolo, Pretinha, Teemo, Nasus, Lupita e Marley), pela companhia fiel e por todo amor que podem oferecer.

As amigas de turma que o curso colocou em minha vida, Ísis, Isabella, Gabriella, Ingrid, Thaís e Elizabeth, parceiras nos momentos de estudo e angústia, sempre apoiando uma as outras, vocês tem um lugar especial na minha vida, foram 4 anos de muito orgulho do nosso time e serão muito mais, minhas técnicas de alimentos, obrigada pela amizade.

Aos técnicos dos laboratórios do CTDR, em especial José Carlos e Aline Souza, por contribuírem com o desenvolvimento das análises.

Aos meu amigos pessoais que acreditaram em mim e a todos os momentos de descontração durante a caminhada, Bárbara, Ísis, Juan, Mário, Zé, Igor, Wilker.

A todos vocês, meus sinceros agradecimentos, carrego todos no coração.

*“A vida me ensinou a nunca desistir, nem ganhar, nem perder, mas procurar evoluir”*

(Charlie Brown Jr.)

## RESUMO

As frutas são ricas em compostos fenólicos, estes compostos possuem função antioxidante no organismo, ajudando na prevenção e no combate de doenças crônicas não transmissíveis. A presença destes compostos em frutos já foi associada aos efeitos antioxidante, anti-mutagênico, anti-inflamatório, entre outros. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial antioxidante dos frutos do sapotizeiro (*Manilkara zapota* L.) frente a distintos mecanismos de ação, visto que há uma escassez de trabalhos na literatura sobre o potencial antioxidante do sapoti, com o intuito de incentivar o aproveitamento deste fruto como fonte de compostos bioativos. Os frutos do sapotizeiro utilizados neste trabalho foram oriundos de João Pessoa, sendo as polpas nomeadas de SP1 (Sapoti Torre-PB), SP2 (Sapoti Valentina-PB) enquanto que a polpa SP3 (Sapoti Parnaíba-PI) é proveniente da região do Parnaíba-PI. Para determinação do potencial antioxidante dos frutos utilizou-se ensaios DPPH, FRAP e ORAC, ademais determinou-se o perfil de compostos fenólicos por cromatografia líquida acoplada ao espectrofotômetro de UV. Os compostos fenólicos majoritários quantificados no sapoti foram a catequina, a procianidina A2 e a hesperidina. A amostra SP1 destacou-se por apresentar o maior conteúdo de compostos fenólicos, o maior teor de fenólicos totais (16,24 mg EAG/100 g polpa) e a maior capacidade antioxidante no ensaio DPPH (12,6  $\mu\text{mol}$  de TEAC/100 g polpa), e no FRAP (52,64  $\mu\text{mol}$  de TEAC/100 g polpa). Em relação ao perfil de fenólicos esta amostra se destaca pelo alto teor de procianidina B1 (0,22 mg/100g polpa) e hesperidina (0,58 mg/100g polpa). Através da análise de correlação observou-se uma forte correlação destes compostos com o ensaio de DPPH e FRAP, a hesperidina  $r = 0,94$  e  $r = 1,00$ ; procianidina B1  $r = 0,94$  e  $r = 0,81$ ; respectivamente. Já no ensaio ORAC, a polpa SP2 apresentou maior capacidade antioxidante (234,38  $\mu\text{mol}$  de TEAC/100 g de amostra). Na análise de correlação, o ensaio ORAC apresentou forte correlação com catequina ( $r = 0,97$ ), procianidina A2 ( $r = 1,00$ ), kampferol 3-glicosídeo ( $r = 1,00$ ). Conclui-se então que o sapoti é uma fonte importante de compostos fenólicos com potencial antioxidante, e que poderá contribuir à saúde devido sua alta capacidade de sequestrar radicais livres, desta forma, incluir o sapoti na alimentação, ocasionará benefícios à longo prazo na saúde humana.

**Palavras-chave:** antioxidante; bioativos; compostos fenólicos; sapotizeiro;

## ABSTRACT

Fruits are rich in phenolic compounds, these compounds have antioxidant roles in the human body, helping to prevent and combat chronic non-infectious diseases. The presence of these compounds in fruits has already been associated with anti-proliferative, anti-mutagenic, anti-inflammatory and anti-oxidant activities. Thus, the objective of this project was to evaluate the antioxidant potential of the sapotizeiro (*Manilkara zapota* L.) fruits against different mechanisms of action, since there is a shortage of literature on the potential of this fruit. Phenolic profile and antioxidant capacity analyzes were carried out using the DPPH, FRAP and ORAC assays, aiming to encourage the use of this fruit as a source of bioactive compounds. The sapotizeiro fruits used in this research came from João Pessoa, (Sapoti-Torre-PB), SP2 (Sapoti Valentina-PB), whereas the SP3 (Sapoti-Parnaíba-PI) pulp came from the Parnaíba-PI region. In the phenolic profile analysis, the major compounds found were catechin, hesperidin and procyanidin B2. This analysis highlighted the SP3 sample, which had the highest amount of compounds detected. In the antioxidant capacity tests, the SP1 sample had the highest phenolic content (16.24 mg gallic acid/100 g sample). The SP1 sample also presented high antioxidant activity in the DPPH assay (12.6  $\mu\text{mol TEAC}/100\text{ g sample}$ ) and FRAP (52.64  $\mu\text{mol TEAC}/100\text{ g sample}$ ). According to the phenolic profile, this sample stands out for the high content of procyanidin B1 (0.22 mg / 100g pulp) and hesperidin (0.58 mg / 100g pulp). Through correlation analysis a strong correlation of these compounds was observed on the DPPH and FRAP assay, hesperidin  $r = 0.94$  and  $r = 1.00$ ; procyanidin B1  $r = 0.94$  and  $r = 0.81$ ; respectively. In the ORAC assay, the SP2 pulp presented the highest antioxidant capacity (234.38  $\mu\text{mol TEAC}/100\text{ g sample}$ ). In the ORAC assay, the SP2 pulp presented higher antioxidant capacity (234.38  $\mu\text{mol TEAC} / 100\text{ g sample}$ ). In the correlation analysis, the ORAC assay showed a strong correlation with catechin ( $r = 0.97$ ), procyanidin A2 ( $r = 1.00$ ), kampferol 3-glycoside ( $r = 1.00$ ). Thus, the sapoti is an important source of phenolic compounds with antioxidant potential, and it's been observed that it may contribute to our health due to its high capacity to neutralize free radicals, ending its chain of reactions before they become harmful to molecules in the human organism.

Keywords: bioactive; phenolic compounds; sapotizeiro; antioxidant

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Sapoti ( <i>Manilkara zapota</i> L.).....	12
<b>Figura 2</b> – Fluxograma da elaboração de polpa de frutas.....	21
<b>Figura 3</b> – Tempo de reação do radical DPPH na presença dos extratos de sapoti.....	31
<b>Figura 4</b> – Tempo de reação do radical DPPH na presença do Trolox em concentração de 25 $\mu$ M.....	32
<b>Figura 5</b> – Tempo de reação da fluoresceína com AAPH na presença dos extratos de sapoti.....	32
<b>Figura 6</b> – Tempo de reação da fluoresceína com AAPH na presença do Trolox em concentração de 150 $\mu$ M.....	33

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Perfil de compostos fenólicos.....	25
<b>Tabela 2</b> – Conteúdo de fenólicos totais e capacidade antioxidante das polpas de sapoti.....	27
<b>Tabela 3</b> – Correlação dos compostos fenólicos com os ensaios Da capacidade antioxidante.....	30

## LISTA DE SIGLAS

**AUC** – Área sob a curva

**ERN** – Espécies reativas de nitrogênio

**ERO** – Espécies reativas de oxigênio

**EAG** – Equivalente de ácido gálico

**TEAC** – Capacidade antioxidante equivalente ao Trolox

**DPPH** – 2,2-difenil-1-picrilhidrazil

**FRAP** – Poder antioxidante de redução de ferro

**ORAC** – Capacidade de absorção de radicais oxigenados

**DCNT** – Doenças crônicas não transmissíveis

**CAT** – Capacidade antioxidante total

**EAA** – Equivalente de ácido gálico

**TPTZ** – Tripiridiltrazina

**AAPH** – (dihidrocloreto de 2,2'-azobis [2-metilpropionamida])

**SP1** – Sapoti Torre-PB

**SP2** – Sapoti Valentina-PB

**SP3** – Sapoti Parnaíba-PI

# Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	14
2. OBJETIVOS .....	16
2.1. Objetivo geral .....	16
2.2. Objetivos específicos .....	16
3. REFERENCIAL TEÓRICO .....	17
3.1. O sapotizeiro .....	17
3.1.1. O sapoti .....	18
3.1.2. Características químicas e nutricionais .....	19
3.1.3. Exploração tecnológica do sapoti .....	19
3.2. Antioxidantes .....	20
3.2.1. Compostos fenólicos e propriedades antioxidantes do sapoti .....	21
3.3. Métodos <i>in vitro</i> para determinação da capacidade antioxidante .....	24
4. MATERIAIS E MÉTODOS .....	26
4.1. Obtenção das amostras .....	26
4.2. Local de execução .....	26
4.3. Elaboração das polpas de sapoti .....	26
4.4. Preparo dos extratos .....	27
4.5. Determinação do perfil de compostos fenólicos livres .....	28
4.6. Determinação de fenólicos totais .....	28
4.7. Atividade antioxidante .....	29
4.7.1. Capacidade do sequestro do DPPH• .....	29
4.7.2. Poder redutor de Fe <sup>+2</sup> (FRAP) .....	29
4.7.3. Capacidade de absorção dos radicais oxigenados (ORAC) .....	30
4.8. Análise estatística .....	30
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	31
5.1. Perfil de fenólicos livres .....	31
5.2. Ensaio da capacidade antioxidante e conteúdo fenólico total .....	33
6. CONCLUSÃO .....	40
REFERÊNCIAS .....	41
APÊNDICES .....	51

## 1. INTRODUÇÃO

As frutas vêm ganhando destaque devido a crescente preocupação por uma alimentação saudável, pois constituem uma parte importante da dieta humana, em razão de serem ricas em vitaminas, minerais, fibras e diversos fitoquímicos que conferem benefícios a saúde (SLAVIN; LLOYD, 2012).

Os compostos fenólicos são os mais abundantes nas frutas, a exemplo dos flavonoides, ácidos fenólicos, antocianinas e estilbenos, os quais apresentam funções biológicas no corpo humano, pois possuem a propriedade de sequestrar radicais livres (AHMED et al., 2015), ação anti-inflamatória, atividades antimicrobianas, potencial antiproliferativo e antimutagênico, que contribuem na redução do risco de doenças como câncer e doenças cardiovasculares (SCHIASSI et al., 2018; AGUIAR, 2001; CARVALHO et al., 2017).

O sapotizeiro é uma planta da espécie *Manilkara zapota* (L.) P. Royen. É nativo do Sul do México e da América central, esta espécie adaptou-se em quase todo o Brasil, mas seu crescimento e produção são favorecidos na região Nordeste (BANDEIRA et al., 2003; MORAIS et al., 2006).

O sapoti (*Manilkara zapota* L.) é comumente consumido de forma *in natura*, no entanto, por ser uma fruta climatérica muito perecível, é utilizada de forma artesanal para a elaboração de polpa congelada, geleias, sorvetes e compotas (MIRANDA et al., 2002; BANDEIRA et al., 2005).

Este fruto possui grande potencial de comercialização e apresenta expansão do seu cultivo na região do Nordeste, o que vem gerando empregos e sua utilização em novos produtos e agregando valor ao fruto, contudo, é insuficientemente estudado, sendo escassos os trabalhos que avaliam seus compostos bioativos. Desta forma, diferentes métodos têm sido utilizados para avaliar a capacidade antioxidante *in vitro* das frutas e os resultados variam de acordo com o método utilizado. Portanto, é recomendando o uso de pelo menos dois métodos combinados para fornecer resultados confiáveis da “capacidade antioxidante total” de uma amostra (PÉREZ-JIMÉNEZ et al., 2008). Dentre os métodos para se estimar a capacidade antioxidante em frutas, incluem-se o DPPH• (2,2-difenil-1-picrilhidrazil), o FRAP (Poder antioxidante de redução do  $Fe^{+2}$ ) e ORAC (Capacidade de absorção de radicais oxigenados).

Diante do exposto, e pela ausência de estudos que avaliem o potencial antioxidante do sapoti frente a distintos mecanismos de ação, este trabalho tem como objetivo, avaliar o perfil

de compostos fenólicos e o potencial antioxidante da polpa do fruto do sapotizeiro, com o intuito de incentivar o aproveitamento deste fruto como fonte de compostos bioativos.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Avaliar o perfil de compostos fenólicos e o potencial antioxidante da polpa do fruto do sapotizeiro (*Manilkara zapota L.*) frente a diferentes mecanismos de ação.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Elaborar as polpas de sapoti;
- Extrair os compostos fenólicos livres da polpa de sapoti;
- Identificar e quantificar os compostos fenólicos por cromatografia líquida de alta eficiência;
- Quantificar o conteúdo total de compostos fenólicos;
- Determinar a atividade antioxidante pelos métodos DPPH, FRAP e ORAC.
- Correlacionar o conteúdo de fenólicos totais com a atividade antioxidante.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. O sapotizeiro

O sapotizeiro é uma planta que pertence à família Sapotaceae, do gênero *Manilkara* e, espécie *Manilkara zapota* (L.) P. Royen. Originário do Sul do México e da América central, espalhou-se por toda a América Tropical, Caribe, e regiões mais quentes do sul dos Estados Unidos, países asiáticos, incluindo a Índia e na América do Sul (MILIND; PREETI, 2015; GOMES, 2006).

A árvore do sapotizeiro pode atingir 15 metros de altura, possui numerosos galhos fortes, demonstrando resistência ao vento, apresentando copa frondosa e arredonda e, folhas verde-brilhante. Em altitudes inferiores a 400 metros, apresenta maior produtividade, porém, chega-se a desenvolver acima de 1000 metros de altitude. Seu crescimento é favorecido por temperaturas acima de 28° C, sendo um dos motivos para a adaptação em praticamente todo o território brasileiro (BANDEIRA et al., 2003).

Esta espécie adaptou-se em quase todo o Brasil, sendo cultivado desde o Sul do estado de São Paulo até a Região Amazônica. Contudo, seu crescimento e produção são favorecidos na região Nordeste, por apresentar altas temperaturas e umidade na região litorânea (BANDEIRA et al., 2003; MORAIS et al., 2006).

No Nordeste, o sapotizeiro tem destaque pois suporta longos períodos de seca (COSTA et al., 2017), sendo as condições climáticas associadas com o uso de irrigação um fator benéfico para a alta produção, pertencendo assim ao estado de Pernambuco (Zona da Mata, Agreste e Submédio São Francisco) o maior destaque na produção nacional do sapoti, seguido da Bahia (região Cacaueira e Extremo Sul), Ceará (Região Metropolitana de Fortaleza), Pará (Nordeste Paraense e Região Metropolitana de Belém), Paraíba (Zona da Mata e Brejo Paraibano), Rio Grande do Norte (Zona da Mata e algumas áreas irrigadas nos pólos Mossoró/Açu) e Sergipe (região Centro-Sul) (SILVA JUNIOR et al., 2014).

Desta forma, o sapotizeiro adapta-se a uma ampla variedade de solos. Ainda que se desenvolva e cresça em solos pobres, demonstra preferência por solos profundos e ricos em matéria orgânica, férteis ou bem adubados, bem drenados e ligeiramente argilosos e bem aerados (GOMES, 2006).

A reprodução desta espécie acontece por reprodução sexuada, via semente ou por enxertia (DO PRADO et al., 2014). O meio de propagação mais comum e natural é pela via semente, porém ocorre uma alta variação genética em seus frutos, acarretando na falta de

uniformidade na cor, no sabor dos frutos, na forma, no tamanho e na textura. Essas desigualdades podem ocasionar a rejeição do fruto de forma industrial, devido à falta de padronização, dando-se a reprodução assexuada a forma mais indicada para a disseminação da planta, pois além de ser econômica, é a mais rápida e fácil, podendo ainda garantir a padronização no desenvolvimento dos pomares e a uniformidade dos frutos (AZERÊDO et al., 2002; BANDEIRA et al., 2005).

### 3.1.1. O sapoti

O sapoti (Figura 1) é um fruto com formato ovalado, de tamanho pequeno variando de 5 a 9 cm de diâmetro e com peso entre 45 a 200 g. O sapoti apresenta casca demasiadamente fina e de coloração marrom, e em sua superfície encontra-se um pó que se desprende fácil ao tocar no fruto. Quando imaturo, possui polpa dura, esbranquiçada e muito adstringente, já no seu estágio de amadurecimento, apresenta polpa succulenta de coloração castanho-avermelhada, amarelada ou marrom-escura, com sabor bastante adocicado e sem acidez (SILVA JUNIOR et al., 2014).

O padrão respiratório do sapoti é climatérico, o que o torna muito perecível, ele amadurece rapidamente em condições naturais, com uma vida útil pós-colheita curta, de 8 a 12 dias (ARAÚJO-NETO et al., 2001; MORAIS et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2011), dificultando sua conservação e comercialização (MATTA et al., 2005).

**Figura 1** - Sapoti



Fonte: Próprio autor

### 3.1.2. Características químicas e nutricionais

A composição química do fruto do sapotizeiro, segundo estudo realizado por De Souza et al. (2012), encontraram um teor de água de 72,75%, 0,1 mg/100 g de acidez, 2,24 mg/100 g de ácido ascórbico, pH 5,43, 0,99% de atividade de água, 0,38% de cinzas, 13,67 °Brix, 5,14% de glicose (açúcares totais), 3,95% glicose (açúcares redutores), e 1,55% de sacarose (não-redutores). Pode-se também observar no trabalho realizado por Soares (2018), que os resultados obtidos nas polpas de sapoti, apresentaram uma alta atividade de água (0,99), sólidos solúveis e ratio (em média 20,13 e 148,33) respectivamente, indicando que são frutos doces, com baixa acidez titulável (0,14 g/100 g de ácido cítrico) e pH de 6,05 (SOARES, 2018).

Em relação ao perfil de ácidos orgânicos no sapoti, Soares (2018), encontrou os seguintes compostos: ácido ascórbico, cítrico, tartárico, málico, succínico, fórmico e acético, em todas as amostras estudadas.

Segundo Oliveira et al. (2011), a polpa de sapoti contém cálcio, fósforo, ferro, niacina, além de vitaminas, como a vitamina A, vitamina C e vitaminas B1, B2 e B5, sendo portanto, um fruto com alto potencial benéfico para a saúde humana (BRITO; NARAIN, 2002).

### 3.1.3. Exploração tecnológica do sapoti

Este fruto é comumente consumido *in natura* ou na elaboração de polpa congelada, geleias, sorvetes e compotas (MIRANDA et al., 2002). Concomitantemente destaca-se pelo látex que é exsudado do tronco do sapotizeiro, utilizado por alguns países nas indústrias de goma de mascar (BANDEIRA et al., 2003). A fruta seca do sapoti é produzida na Índia, cujo país leva o título de maior produtor mundial (MIRANDA et al., 2002).

Uma alternativa para aumentar sua disponibilidade e conseqüente consumo, é empregar processos de beneficiamento no fruto *in natura* (EVANGELISTA; VIEITES, 2006). A polpa de fruta congelada, se diferencia dos demais produtos por possuir composição e características sensoriais semelhantes às do fruto fresco, proporcionando agregação de valor econômico à fruta, evitando desperdícios e ampliando o consumo, por estar disponível nos períodos de entressafra (CONTRERAS-CALDERÓN et al., 2011; MOSELE et al., 2015).

Em um estudo realizado por Aguiar (2017), cujo objetivo foi elaborar uma geleia mista de sapoti e tamarindo, frutas subexploradas pela agroindústria, foram desenvolvidas cinco formulações de geleia, com variações nas concentrações da polpa de tamarindo (20, 30 e 40%) e a concentração de açúcar (20, 30 e 40%). A formulação de geleia com concentrações de 100g

de sapoti, 30 g de tamarindo e 30g de açúcar, apresentou-se viável para elaboração, obtendo nos resultados da análise de textura, perfil de dureza de 0,92 N, adesividade de 1,76 mJ, elasticidade de 4,02 mm, perfil de fraturabilidade de 0,85 N e gomosidade de 0,77 N. E em relação as análises físico-químicas, pH de 3,38, 62 °Brix e 0,77 g/100g de acidez, estando dentro das características esperadas para uma geleia.

Ademais, a polpa de sapoti (*Manilkara zapota* L.) foi utilizada na produção de bala de goma no estudo de Mafaldo (2018), com objetivo de substituir parcialmente a sacarose presente nas formulações comerciais deste produto. Com os resultados das análises realizadas neste trabalho, observou-se que é possível desenvolver uma bala de goma utilizando a polpa de sapoti, em substituição parcial de açúcares, demonstrando ser viável para o desenvolvimento de um produto inovador (MAFALDO, 2018).

### 3.2. Antioxidantes

Os organismos aeróbios necessitam de uma grande quantidade de O<sub>2</sub>, pois este participa nos processos da produção de ATP, regulação do crescimento celular, fagocitose, entre outros (ABRAHÃO et al., 2010). No entanto, apesar do O<sub>2</sub> ser essencial para a vida dos organismos aeróbios, as formas tóxicas do oxigênio são conhecidas como radicais livres, que são responsáveis pelos processos de oxidação que obstruem as artérias, ocasionam mutações que proporcionam maior incidência de eventos neoplásicos das células para células cancerosas, problemas osteo-articulares, disfunções do sistema nervoso central, e também encontram-se associados à senilidade (CARVALHO et al., 2006). Compreende-se como radical livre, todo átomo ou molécula que tem elétrons não pareados em sua última camada eletrônica, podendo ceder o elétron solitário, oxidando-se, ou, recebendo outro, reduzindo-se (oxirredução) (HALLIWELL, 1992). Sendo assim, é este não-emparelhamento que confere alta reatividade e o torna instável (FERREIRA; MATSUBARA, 1997). Quando se refere aos radicais que são derivados do oxigênio, estes são comumente conhecidos como espécies reativas de oxigênio (ERO).

No entanto, o desequilíbrio na produção de ERO, os quais destacam-se os radicais superóxido (O<sub>2</sub><sup>-</sup>), o peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) e a hidroxila (OH<sup>-</sup>), os quais ocasionam o estresse oxidativo, e que podem levar à ocorrência de efeitos deletérios nas células, causando a morte celular. Em especial, contribuem para o desenvolvimento de doenças crônicas não

transmissíveis (DCNT), tais como catarata, artrite, doenças de Parkinson, câncer e diabetes (LOBO et al., 2010).

Assim, as substâncias antioxidantes são importantes, exatamente por serem capazes de reagir com estes radicais livres, formando moléculas menos reativas e danosas ao corpo humano.

Os antioxidantes podem ser definidos como compostos que, quando presentes em menor concentração em relação ao do substrato oxidável, e são capazes de retardar ou impedir a oxidação desse substrato de maneira eficaz, podendo atuar em alimentos ou em sistemas biológicos. São conhecidos pela ação em diferentes níveis do processo de oxidação, podendo agir na quelatação de íons metálicos, no sequestro de ERO/ERN, e reparando danos causados pela ação destas mesmas espécies (NIKI, 2010). Os radicais livres que são gerados de forma fisiológica ou não, podem ser equilibrados pela ação dos antioxidantes endógenos e exógenos (OU et al., 2002). Desta forma, manter o equilíbrio entre a produção dos radicais livres e os antioxidantes é essencial para o funcionamento correto do organismo (VALKO et al., 2007).

Os antioxidantes exógenos (vitaminas, minerais e fitoquímicos) podem ser encontrados em diversas fontes, no entanto, são nas frutas e nos vegetais que encontram-se mais abundantes. Assim, dentre os antioxidantes naturais, encontra-se as vitaminas, carotenoides e compostos fenólicos, sendo este último grupo, o mais abundante na natureza e encontrados principalmente em frutas e hortaliças (WILLETT, 2006).

### **3.2.1. Compostos fenólicos e propriedades antioxidantes do sapoti**

Em relação à capacidade antioxidante do sapoti, Rezende (2010) determinou a concentração de compostos fenólicos totais da polpa congelada do sapoti, alcançando valor de 50,25 mg de equivalente de ácido gálico (EAG)/100 g.

Na avaliação da atividade antioxidante e antiproliferativa de extratos aquosos de frutas tropicais, na análise de compostos fenólicos totais, Barros (2012) encontrou no extrato aquoso do sapoti 441,0 µg EAG/mL, o qual demonstrou ter quantidade elevada de compostos fenólicos, sendo superior aos extratos aquosos de carambola, cajá e mangaba, e se comparando apenas à siriguela. E no teste de capacidade antioxidante total (CAT), o extrato aquoso do sapoti apresentou valor de aproximadamente 30,0 mg equivalente de ácido ascórbico (EAA)/mg, tendo o dobro do valor dos extratos das outras frutas do estudo (BARROS, 2012).

Em estudos anteriores, encontrou-se em frutos de sapoti imaturo a catequina, epicatequina, leucocianidina, ácido clorogênico e ácido gálico, já os frutos maduros apresentaram ácido 5-cafeoilquínico na casca ( $94,46 \pm 9,50$  mg/100g<sup>-1</sup> de polpa) e na polpa ( $32,1 \pm 18,7$  mg/100g<sup>-1</sup> de polpa) (PONTES et al., 2002; MATHEW; LAKSHMINARAYANA, 1969).

Com a finalidade de avaliar os compostos bioativos e atividade antioxidante em pós de casca de frutas tropicais, Can-Cauich et al. (2017) encontram no extrato metanólico do pó da casca do sapoti os seguintes compostos fenólicos: ácido elágico ( $9,94 \pm 0,03$  mg/100g de peso seco), ácido clorogênico ( $8,49 \pm 0,15$  mg/100g de peso seco), ácido p-hidroxibenzóico ( $6,42 \pm 0,04$  mg/100g de peso seco), ácido gálico ( $6,37 \pm 0,03$  mg/100g de peso seco), catequina ( $3,53 \pm 0,28$ ), ácido ferúlico ( $3,32 \pm 0,04$  mg/100g de peso seco) e ácido trans-cinâmico ( $2,22 \pm 0,14$  mg/100g de peso seco).

Leong e Shui (2002) investigaram a capacidade antioxidante de frutas obtidas no mercado de Singapura, sendo o sapoti o fruto que apresentou a maior atividade antioxidante entre os frutos estudados. Com isso, a presença do elevado conteúdo de fenólicos certificam ao sapoti uma considerável atividade antioxidante, colocando-o como um fruto importante na prevenção de doenças crônico-degenerativas não transmissíveis associadas ao estresse oxidativo (SHUI; WONG; LEON, 2004).

Dentre os antioxidantes presentes na natureza, os compostos fenólicos constituem a maior parte dos metabólitos secundários de plantas, também sendo a maior classe de antioxidantes encontrados nelas, e se apresentam em grandes concentrações nas frutas e vegetais (BOUAYED et al., 2011; YOU et al., 2011). A atividade antioxidante destes compostos é devido principalmente às suas propriedades de oxidorredução, que desempenham papel importante na neutralização dos radicais livres (PEREIRA; CARDOSO, 2012).

Definem-se compostos fenólicos como substâncias que possuem um anel aromático (C6) com um ou mais substituintes hidroxilas (-OH), incluindo seus grupos funcionais. Exercem papel importante na pigmentação, no crescimento e reprodução das plantas (GHASEMZADEH; GHASEMZADEH, 2011). Para o consumo humano, estes compostos relacionam-se à redução do risco de doenças pela sua propriedade em neutralizar radicais livres (AHMED et al., 2015), ação anti-inflamatória, atividades antimicrobianas e antiproliferativa (VELDERRAIN-RODRÍGUEZ et al., 2014).

No reino vegetal, eles englobam desde moléculas simples, até outras com alto grau de polimerização, com cerca de 8 mil compostos já identificados (ROCHA et al., 2011; DEL RIO

et al., 2013). Devido a essa diversidade, estes compostos dividem-se em classes: Os flavonoides, com as subclasses que englobam os flavonóis (quercetina, miricetina), flavonas (apigenina, luteolina), flavanóis (epicatequina, catequina), flavanonas (hesperitina, naringenina), antocianidinas (cianidina, malvidina) e isoflavonoides (genisteína, daidzeína); os não-flavonoides, cujo os de significância nutricional são os ácidos fenólicos, que englobam as subclasses dos ácidos hidroxibenzóicos (ácido gálico, ácido vanílico) e os ácidos hidroxicinâmicos (ácido *p*-cumárico, ácido cafeico) (JANIQUES et al., 2013). Os flavonoides constituem o maior grupo de compostos bioativos, com mais de 4000 compostos já identificados, sendo os mais encontrados nos vegetais. Sua estrutura básica constitui-se do difenil-propano (C6-C3-C6). São os principais compostos, pois são reconhecidos pela sua capacidade antioxidante, a qual é possível por apresentar estrutura química simples, o que os permite elevar o potencial de oxidação e redução, atuando como agentes redutores e quelantes de metais (IGNAT et al., 2011; KAMILOGLU et al., 2015).

Já os ácidos fenólicos também vêm recebendo atenção, pois apresentam ação protetora contra doenças, além de sua onipresença nos alimentos de origem vegetal. São caracterizados por possuírem um grupo funcional carboxila, e são derivados hidroxilados do ácido benzoico e do ácido cinâmico (BASKARAN et al., 2016).

Diante disso, sabe-se que as frutas são ricas em compostos fenólicos, como as antocianinas, flavonoides, ácidos fenólicos e estilbenos que contribuem para o aumento da concentração de antioxidantes endógenos que desempenham sua atividade no interior das células e na prevenção ou diminuição do estresse oxidativo no organismo (HALLIWELL, 2012; RUFINO et al., 2011; SCHIASSI et al., 2018).

Estudos realizados nos últimos anos vêm demonstrando que o elevado consumo de frutas está associado a uma menor incidência de doenças crônico-degenerativas não transmissíveis (REIS et al., 2016; SILVEIRA et al., 2015; RAWSON et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2015; NEUHouser, 2004). A presença de compostos fenólicos em frutos já foi associada em estudos *in vitro* e *in vivo* a atividade antioxidante, potencial antiproliferativo, efeitos anti-inflamatórios, antimutagênicos, inibição da oxidação de lipossomas e inflamação de células do cérebro (WESTON et al., 2010; PANDEY et al., 2016; CARVALHO et al., 2017).

No entanto, as quantidades destes compostos nas frutas podem ser alteradas por muitos fatores, como as condições de cultivo, maturação, espécies, origem geográfica e técnicas de colheita, além do tempo e condições de armazenamento (BOBINAITE et al., 2012; VIZZOTTO et al., 2012; MELO et al., 2008).

Assim, é importante conhecer e quantificar os compostos fenólicos e sua capacidade antioxidante em frutas por métodos *in vitro*, para que haja um incentivo maior ao consumo, seja da forma *in natura* ou processada, contribuindo para a saúde humana.

### 3.3. Métodos *in vitro* para determinação da capacidade antioxidante

Para um antioxidante ser considerado eficaz, é necessário apresentar algumas características, como ter a presença de substituintes doadores de elétrons ou de hidrogênio ao radical, em função de seu potencial de redução; capacidade de deslocamento do radical formado em sua estrutura; capacidade de quelar metais de transição implicados no processo oxidativo; e acesso ao local de ação, dependendo de sua hidrofília ou lipofília e de seu coeficiente de partição (MANACH et al., 2004).

Portanto, existem numerosas metodologias para determinação da capacidade antioxidante que podem estar sujeitas a interferências, além de se basearem em fundamentos diversos. Devido a esse fator, atualmente preconiza-se a utilização de duas ou mais técnicas, já que nenhum ensaio utilizado isoladamente estima exatamente a “capacidade antioxidante total” de uma amostra (HUANG et al., 2005).

Existem vários métodos *in vitro* para avaliar a capacidade antioxidante em polpas de frutas, dentre eles têm-se a captura de radicais DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil), o poder antioxidante de redução do ferro (FRAP), e a capacidade de absorção de radicais oxigenados (ORAC) (ALVES et al., 2010).

O ensaio de captura de DPPH• é um método químico, envolve mecanismos de transferência de elétrons e de átomos de hidrogênio, e fundamenta-se na capacidade dos antioxidantes em reduzir o radical DPPH•, ocasionando a mudança simultânea da coloração violeta para amarelo. Este método é considerado um dos mais simples, precisos e reprodutivos. Contudo, algumas críticas a este ensaio referem-se ao fato de que a espécie DPPH• não é encontrada em sistemas biológicos e, portanto, não é representativa do comportamento *in vivo* (OLIVEIRA, 2015; PRADO, 2009).

O método FRAP é baseado no mecanismo de transferência de elétrons, e consiste em utilizar o complexo férrico-tripiridiltrazina ( $\text{Fe}^{\text{III}}$ -TPTZ) que é reduzido ao complexo ferroso ( $\text{Fe}^{\text{II}}$ -TPTZ). O complexo formado por esta reação possui uma coloração azul intensa (NIKI, 2010). A limitação desta técnica é que qualquer substância que apresente uma capacidade de redução menor que o par redox  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  pode, teoricamente, reduzir  $\text{Fe}^{3+}$  para  $\text{Fe}^{2+}$ ,

contribuindo para um valor maior de absorvância e para um resultado errôneo de ação antioxidante. No entanto, este método é econômico e o procedimento é direto e rápido, dessa forma, os resultados são reprodutíveis (MOON; SHIBAMOTO, 2009).

Por fim, o ensaio ORAC, método que utiliza os radicais peroxila como substâncias pró-oxidantes, geradas a partir do azo-iniciador AAPH (dihidrocloreto de 2,2'-azobis [2-metilpropionamida]), e como substrato oxidável utiliza a fluoresceína. Sendo as substâncias antioxidantes presentes na amostra protegem a fluoresceína da oxidação provocada pelos radicais peroxila, através da doação de átomos de hidrogênio aos radicais livres, evitando o decréscimo de fluorescência. Este método possui vantagens muito importantes com relação aos outros ensaios que usam a absorvância, pois utiliza a fluoresceína como medida do dano oxidativo, já que ocorre menor interferência dos compostos coloridos presentes nas amostras e integra tanto o grau quanto o tempo de reação da espécie antioxidante. Assim, os resultados do método possuem maior relevância para sistemas biológicos pelo fato do radical peroxila ser comumente encontrado nesses sistemas e pelo ensaio ser realizado a temperatura de 37° C, o que reproduz a temperatura do corpo humano (SUCUPIRA et al., 2012; LIMA, 2008; WU X et al., 2004).

## **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1. Obtenção das amostras**

As amostras do sapoti, nomeadas de SP1, são oriundas do bairro da Torre, localizado na cidade de João Pessoa-PB. As amostras nomeadas como SP2 foram doadas pela empresa Polpa Mangai, a qual localiza-se no bairro de Valentina, na cidade de João Pessoa-PB. Outra amostra de sapoti, nomeada de SP3, é proveniente da região de Parnaíba-PI. Todos os frutos foram coletados no período de safra da árvore, nos meses de novembro/2017 e janeiro/2018, sendo doados em estágio imaturo. Para a elaboração da polpa utilizou-se frutos no estágio de maturação uniforme, com casca marrom, enrugada e polpa macia.

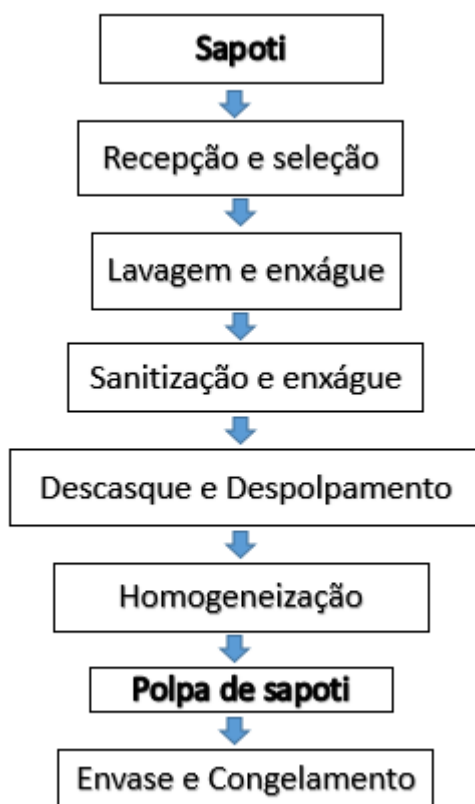
### **4.2. Local de execução**

A elaboração da polpa dos frutos do sapotizeiro ocorreu no Laboratório de Processamento de Carnes e Pescados. O procedimento de extração dos compostos fenólicos foi realizado no Laboratório de Análises Físico-químicas. Os ensaios para determinação da atividade antioxidante foram conduzidos no Laboratório de Processamento de Alimentos. A análise de compostos fenólicos totais foi realizada no Laboratório de Tecnologia Sucroalcooleira, todos localizados no Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional (CTDR) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

A análise de identificação e quantificação dos compostos fenólicos livres foi realizada em parceria com o Instituto Federal do Sertão Pernambucano, localizado na cidade de Petrolina-PE. As amostras foram armazenadas e transportadas sob congelamento (-18°C).

### **4.3. Elaboração das polpas de sapoti**

Os frutos foram coletados e selecionados, a fim de retirar os frutos impróprios, e processados de acordo com a Figura 2. Inicialmente, os frutos foram lavados com detergente neutro e enxaguados em água corrente. Em seguida foram imersos em solução de água clorada a 100 ppm, por cerca de 10 minutos, para sanitização. Na sequência, os frutos foram descascados com auxílio de faca inox, cuidadosamente, com intuito de separar a casca da polpa, e posteriormente foram processados em liquidificador doméstico (PHILCO), com finalidade de homogeneizar a polpa integral. Por fim, a polpa foi acondicionada em sacos herméticos de 200 gramas, fechados e armazenados na temperatura de -18°C.

**Figura 2** – Fluxograma de elaboração de polpa de frutas

Fonte: Próprio autor

#### 4.4. Preparo dos extratos

A extração dos compostos fenólicos foi realizada conforme metodologia descrita por Moo-Huchin et al. (2014). Pesou-se 2,5 g de cada polpa de fruta e homogeneizou-se em 10 mL de acetona/água/ácido acético (70: 29.5: 0.5, v/ v/ v). Em seguida, as amostras foram postas em banho de ultrassom (UNIQUE, modelo USC-1800, Brasil) por 30 min. Posteriormente as amostras foram centrifugadas a 6000 g por 15 min, usando a centrífuga modelo SL-701 (SOLAB, São Paulo, Brasil). Logo após, o sobrenadante foi coletado e rotaevaporado (Fisatom 802, São Paulo, Brasil) para concentrar os extratos. Estes foram utilizados para as análises de compostos fenólicos e atividade antioxidante.

#### 4.5. Determinação do perfil de compostos fenólicos livres

Os extratos fenólicos das polpas de sapoti foram analisados por um sistema de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), modelo Agilent 1260 Infinity LC (Agilent Technologies, Santa Clara - EUA) equipado com bomba e degaseificador de solvente quaternário (modelo G1311C), amostrador automático (modelo G1392B), compartimento de coluna termostático (modelo G1316A) e um detector de arranjos de diodo (modelo G1315D). A coluna utilizada para separação dos compostos fenólicos foi uma Zorbax Eclipse Plus RP-C18 (100 x 4,6 mm, 3,5  $\mu$ m) e a pré-coluna era uma Zorbax C18 (12,6 x 4,6 mm, 5  $\mu$ m). A temperatura da coluna foi ajustada a 35 °C.

A análise foi realizada segundo metodologia descrita por Padilha et al. (2017), com modificações. Os extratos foram filtrados através de um filtro de seringa 0,45  $\mu$ m (PTFE) e em seguida injetou-se uma alíquota de 20  $\mu$ L. As fases móveis foram compostas por água acidificada com 0,1M de ácido fosfórico (pH 2,0) na fase A, e metanol acidificado com 0,5% de ácido fosfórico na fase B. Utilizou-se um caudal de 0,8 mL.min<sup>-1</sup>. A eluição foi completada em 33 minutos usando gradientes de: 0-5 min: 5% B; 5-14 min: 23% B; 14-30 min: 50% B; 30-33 min: 80% B.

A detecção dos compostos foi realizada a 220 nm para catequina, epicatequina, epicatequina galato, epigalacatequina galato, procianidina B1, procianidina B2, procianidina A2; 280 nm para ácidos gálico e siríngico, hesperidina, cis-resveratrol e naringenina; 320 nm para ácido caftárico, ácido cafeico, ácido clorogênico, ácido  $\rho$ -cumárico e trans-resveratrol; 360 nm para quercetina 3-glicosídeo, rutina e Kaempferol; e 520 nm para malvidina 3,5-diglicosídeo; malvidina 3-glicosídeo, cianidina 3,5-diglicosídeo, cianidina 3-glicosídeo, pelargonidina 3,5-diglicosídeo, pelargonidina 3-glicosídeo, peonidina 3-glicosídeo, petunidina 3-glicosídeo, delphinidina 3-glicosídeo.

Os dados obtidos foram analisados usando o software OpenLAB CDS ChemStation Edition (Agilent Technologies).

#### 4.6. Determinação de fenólicos totais

O teor de fenólicos totais dos extratos foi determinado através do método espectrofotométrico, utilizando o reagente de Folin-Ciocalteu, seguindo a metodologia descrita por Vieira (2008), onde primeiramente adicionou-se 2 mL de água deionizada a 100  $\mu$ L de amostra em tubos falcon. Em seguida foi adicionado 0,5 mL do reativo Folin-Ciocalteu

e agitou-se. Após 30 segundos e antes de 8 min foi adicionado 1,5 mL de carbonato de sódio a 20%. Agitou-se bem e diluiu-se com 5,9 mL de água deionizada. A solução ficou guardada em local escuro por 2 horas. Posteriormente, foram realizadas as leituras em triplicata das absorvâncias em espectrofotômetro (modelo EEQ-9005) a 765 nm. A curva padrão foi realizada com ácido gálico e os resultados foram expressos em mg de ácido gálico/100 g de amostra.

#### **4.7. Atividade antioxidante**

A avaliação da atividade antioxidante do extrato oriundo das polpas do fruto do sapotizeiro (*Manilkara zapota* L.) foi determinada por três metodologias distintas, sendo elas: DPPH• (2,2-difenil-1-picrilhidrazil), FRAP (Poder redutor de  $\text{Fe}^{+2}$ ) e ORAC (Capacidade de absorção dos radicais oxigenados), todas em triplicata. Os ensaios de DPPH• e FRAP foram adaptados, pois as análises foram realizadas no fluorímetro (Fluostar Óptima BMG LABTECH).

##### **4.7.1. Capacidade do sequestro do DPPH•**

A capacidade antioxidante foi determinada através da redução do DPPH• (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) pelos antioxidantes presentes nos extratos. O método foi realizado conforme metodologia descrita por Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995), com modificações. Primeiramente, preparou-se uma solução metanólica, contendo  $0,06 \text{ mmol/L}^{-1}$  de DPPH•. Em seguida, foi adicionado aos poços da microplaca, o controle (solução DPPH• e água deionizada), o branco (metanol 80%) e as amostras (diluídas em água deionizada). A microplaca foi colocada no fluorímetro, o qual injetou o radical DPPH• nas amostras e realizou a leitura da absorvância a 544 nm. A curva padrão foi realizada com Trolox e os resultados foram expressos em  $\mu\text{mol}$  de TEAC/100 g de amostra.

##### **4.7.2. Poder redutor de $\text{Fe}^{+2}$ (FRAP)**

A atividade antioxidante avaliada quanto ao poder de redução do Ferro foi medida pelo método FRAP, segundo Rufino et al. (2006), com adaptações. A solução FRAP foi preparada com TPTZ 10 mM/L adicionada a uma solução de HCl 40 M/L, tampão acetato 0,3 M (pH 3,6) e  $\text{FeCl}_3$  20 mM. Posteriormente, foram adicionados nos poços da microplaca o extrato (amostra), o branco ( $\text{H}_2\text{O}$ ) e o controle (solução FRAP e  $\text{H}_2\text{O}$ ). Em seguida a microplaca foi posta no fluorímetro, onde injetou-se a solução FRAP nos poços, incubando a placa na

temperatura de 37 °C, por 30 min. Logo após, mediu-se a absorbância a 620 nm. A curva padrão foi realizada com Trolox e os resultados expressos em  $\mu\text{mol}$  de TEAC/100 g de amostra.

#### **4.7.3. Capacidade de absorção dos radicais oxigenados (ORAC)**

O método consiste em verificar a capacidade sequestradora das frações hidrofílica e lipofílica proporcional de um antioxidante frente à formação de um radical peroxila induzido pelo AAPH (dihidrocloreto de 2,2'-azobis [2-metilpropionamida]) à 37° C, onde o radical peroxila reage com a fluoresceína formando um produto não fluorescente (PRIOR et al., 2003; DÁVALOS et al., 2004). O ensaio foi realizado utilizando o Fluostar Óptima BMG LABTECH, aos poços das microplacas foi adicionado o controle (tampão fosfato de potássio e fluoresceína), o branco (tampão fosfato de potássio, fluoresceína e AAPH), o Trolox (Trolox, fluoresceína e AAPH) e as amostras (extrato, fluoresceína e AAPH). O AAPH é injetado pelo equipamento, iniciando a reação. Todas as soluções foram preparadas em tampão fosfato 75Mm (pH 7,4). As amostras foram preparadas com diferentes concentrações para que a área sob a curva (AUC) estivesse dentro do intervalo de Trolox. A atividade antioxidante foi expressa em  $\mu\text{mol}$  de TEAC/100 g de amostra.

#### **4.8. Análise estatística**

Todas as análises foram realizadas em triplicata e os dados foram tratados utilizando a análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey para identificar diferenças significativas entre as médias, ao nível de 5% ( $p < 0,05$ ). O software utilizado para as análises estatísticas foi o Statistica Software 5.1.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1. Perfil de fenólicos livres

Os resultados da identificação e quantificação dos fenólicos livres encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1** - Perfil de compostos fenólicos das polpas de sapoti.

<b>Fenólicos livres</b>				
	<b>Composto</b>	<b>SP1</b>	<b>SP2</b>	<b>SP3</b>
<b>Flavanois</b>	Catequina	1,44 ± 0,15 <sup>a</sup>	1,53 ± 0,09 <sup>a</sup>	1,2 ± 0,30 <sup>a</sup>
	Epicatequina	0,03 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,01 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,01 ± 0,01 <sup>a</sup>
	Epigallocatequina galato	ND	0,1 ± 0,12 <sup>a</sup>	0,1 ± 0,10 <sup>a</sup>
	Procianidina B1	0,22 ± 0,07 <sup>a</sup>	0,1 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,12 ± 0,05 <sup>b</sup>
	Procianidina B2	0,23 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,21 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,21 ± 0,08 <sup>a</sup>
	Procianidina A2	1,13 ± 0,01 <sup>b</sup>	1,66 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,75 ± 0,01 <sup>c</sup>
	Kampferol glicosídeo	ND	ND	0,01 ± 0,01
<b>Ácidos fenólicos</b>	Clorogênico	ND	ND	0,14 ± 0,01
<b>Estilbenos</b>	Cis-resveratrol	0,27 ± 0,13 <sup>b</sup>	ND	0,73 ± 0,22 <sup>a</sup>
<b>Flavanonas</b>	Hesperidina	0,58 ± 0,04 <sup>a</sup>	ND	0,47 ± 0,08 <sup>a</sup>
	<b>Total</b>	3,9	3,61	3,74

Valores expressos em mg/100g de massa fresca

Valores seguidos de letras diferentes na mesma linha representam diferenças estatísticas entre as amostras ( $p \leq 0,05$ ). ND = não detectado

SP1: Sapoti Torre - PB SP2: Sapoti Valentina - PB SP3: Sapoti Parnaíba - PI

Dos grupos identificados e quantificados por HPLC, os flavanois foram os que se destacaram. A catequina é o composto majoritário, variando os valores entre 1,2 a 1,53 mg/100g de massa fresca, não diferindo-se entre as amostras ( $p > 0,05$ ). A procianidina A2 apresentou maior valor na polpa SP2, 1,66 mg/100g de massa fresca, diferindo-se das demais. Já a procianidina B1 apresentou os maiores conteúdos na amostra SP1, 0,22 mg/100g de massa

fresca ( $p < 0,05$ ). Já a amostra SP3 destaca-se com o maior conteúdo de cis-resveratrol, 0,73 mg/100g de massa fresca, diferindo-se das demais ( $p < 0,05$ ).

Em ordem decrescente, os compostos fenólicos encontrados na amostra SP1 foram: catequina > procianidina A2 > hesperidina > cis-resveratrol > procianidina B2 > procianidina B1 > epicatequina, apresentando o maior teor de compostos fenólicos, de 3,9 mg/100g de massa fresca.

Seguindo o mesmo raciocínio, os compostos encontrados na polpa SP2, em ordem decrescente foram: procianidina A2 > catequina > procianidina B2 > epigallocatequina galato e procianidina B1 > epicatequina. O total de compostos fenólicos nesta amostra foi de 3,61 mg/100g de massa fresca.

Na polpa SP3, foram detectados o maior número de compostos com um total de fenólicos de 3,74 mg/100g de massa fresca. Seguindo a ordem decrescente, obteve-se: catequina > procianidina A2 > cis-resveratrol > hesperidina > procianidina B2 > ácido clorogênico > procianidina B1 > epigallocatequina galato > epicatequina e Kaempferol glicosídeo.

Estudos com o perfil de fenólicos em polpas de sapoti não foram encontrados na literatura.

O conteúdo de compostos fenólicos nas frutas varia de acordo com alguns fatores, como a origem geográfica, técnicas de colheita, condições de armazenamento, cultivo e maturação, além de que, quanto mais maduras as frutas, menor o teor de compostos fenólicos e, conseqüentemente, a capacidade antioxidante será menor (BOBINAITE et al., 2012). Desta forma, pode-se associar com o fato da polpa SP1 ter demonstrado a presença da maior quantidade dos compostos quantificados.

Os compostos majoritários encontrados nas polpas de sapoti foram a catequina, a procianidina A2 e a hesperidina. As catequinas fazem parte do grupo dos compostos chamados de flavonoides, sendo a catequina o principal componente deste grupo. É um composto incolor, hidrossolúvel, que contribui no amargor e na adstringência do vegetal, normalmente encontrada em cerejas, framboesas, mirtilo, amoras, entre outros vegetais (ARAÚJO, 2008). Exercem benefícios à saúde humana, pois possuem ação antioxidante sobre radicais livres, agindo na redução de certos tipos de câncer e contribuindo na redução do colesterol sérico e estimulação do sistema imunológico (COZZOLINO, 2009).

A procianidina A2, foi o segundo composto em maior quantidade encontrado nas polpas de sapoti, é um constituinte fitoquímico encontrado em altas concentrações em uvas, vinhos,

mirtilo, morango e outros frutos tipo baga (DUDONNÉ et al., 2015). Estudos epidemiológicos sugerem o consumo de alimentos ricos em procianidinas, pois estas conferem benefícios a longo prazo para a saúde, reduzindo o risco de doenças cardiovasculares e neurodegenerativas, e possuem efeitos hipoglicêmicos e anti-inflamatórios (PRIOR; GU, 2005; GRACE et al., 2014; ESPOSITO et al., 2014).

Já a hesperidina, é um composto que faz parte do grupo das flavanonas, encontrados em frutos cítricos, sendo mais comum na laranja (CHANET et al., 2012). Há várias aplicações deste composto na indústria farmacêutica e alimentícia, devido às suas propriedades antioxidantes serem bem estabelecidas (CHEN et al., 2010). Estudos realizados anteriormente com flavanonas na forma isolada exibiram várias propriedades antioxidantes deste composto, mostrando serem anti-hipertensivas, antidiabéticas e anti- inflamatórias (MORAND et al., 2011; SNYDER et al., 2011; YOSHIDA et al., 2013).

## 5.2. Ensaio da capacidade antioxidante e conteúdo fenólico total

Na Tabela 2 podemos observar o conteúdo de fenólicos totais, o qual foi quantificado pelo método de Folin-Ciocalteu, medido em espectrofotômetro. Encontram-se também os dados obtidos nos ensaios DPPH, FRAP e ORAC.

**Tabela 2** – Conteúdo de fenólicos totais e capacidade antioxidante das polpas de sapoti.

Ensaio antioxidante	SP1	SP2	SP3
Fenólicos Totais*	16,24 ± 1,74 <sup>a</sup>	9,86 ± 2,6 <sup>b</sup>	14,72 ± 1,39 <sup>a</sup>
DPPH**	12,6 ± 0,10 <sup>a</sup>	9,88 ± 0,17 <sup>b</sup>	11,2 ± 0,12 <sup>a</sup>
FRAP**	52,64 ± 1,15 <sup>a</sup>	40,77 ± 1,79 <sup>b</sup>	49,49 ± 1,94 <sup>a</sup>
ORAC**	181,61 ± 2,31 <sup>b</sup>	234,38 ± 1,27 <sup>a</sup>	128,85 ± 1,36 <sup>c</sup>

Valores seguidos de letras diferentes na mesma linha representam diferenças estatística na atividade antioxidante entre as amostras ( $p \leq 0,05$ ).

\*Valores expressos em mg de ácido gálico/100g de amostra

\*\*Valores expressos em  $\mu\text{mol}$  de TEAC/100g de amostra

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, o teor de fenólicos totais da polpa SP2 ( $9,86 \pm 2,6$  mg EAG/100 g de amostra) demonstrou diferença estatística ( $p \leq 0,05$ ) em relação às polpas SP1 ( $16,24 \pm 1,74$  mg EAG/100 g de amostra) e SP3 ( $14,72 \pm 1,39$  mg

EAG/100 g de amostra), apresentando os menores valores, conforme já relatado no perfil de fenólicos.

As polpas SP1 e SP3 apresentaram valores maiores em relação ao encontrado por Almeida et al. (2011) e Sousa et al. (2007), onde ambos encontraram 13,5 mg de EAG/100g na polpa do sapoti. Em outro estudo, Moo-Huchin et al. (2014) encontraram 15,35 mg de EAG/100 g de peso fresco na polpa de sapoti. Assim, o resultado da polpa SP1 encontrado neste trabalho é superior aos citados.

No método de Folin-Ciocalteu, alguns compostos como o ácido ascórbico, e outros compostos redutores, podem reagir com o ácido fosfotúngstico-fosfomolibdico formando o complexo azul de molibdênio, dessa forma, é possível que este método não forneça valores exatos do teor de fenólicos (HUANG et al., 2005; PRIOR et al., 2005).

Os métodos FRAP, DPPH e ORAC são comumente utilizados para determinar a atividade antioxidante de frutas. Pérez-Jiménez et al. (2008) recomendam mais de um método ou todos os possíveis de se executar, para que seja possível adquirir mais informações sobre a capacidade antioxidante do alimento.

Em relação à capacidade de sequestro do radical DPPH, a polpa SP1 (12,60  $\mu\text{mol TEAC}/100\text{ g}$  de amostra) e a polpa SP3 (11,20  $\mu\text{mol TEAC}/100\text{ g}$  de amostra) demonstraram uma maior capacidade antioxidante que a polpa SP2 (9,88  $\mu\text{mol TEAC}/100\text{ g}$  de amostra) ( $p < 0,05$ ), não diferindo entre si ( $p > 0,05$ ). Os resultados encontrados neste trabalho foram inferiores aos encontrados por Moo-Huchin et al. (2014), onde obtiveram 208,04  $\mu\text{mol TEAC}/100\text{ g}$  de peso fresco, na polpa de sapoti.

No ensaio FRAP, a polpa SP1 (52,64  $\mu\text{mol TEAC}/100\text{ g}$  de amostra) e a polpa SP3 (49,49  $\mu\text{mol TEAC}/100\text{ g}$  de amostra) apresentaram maior poder de redução de ferro quando comparado com a polpa SP2 (40,77  $\mu\text{mol TEAC}/100\text{ g}$  de amostra) ( $p < 0,05$ ).

No ensaio ORAC, a atividade antioxidante da polpa SP2 (234,88  $\mu\text{mol TEAC}/100\text{ g}$  de amostra), foi superior à da polpa SP1 (181,61  $\mu\text{mol TEAC}/100\text{ g}$  de amostra) e a polpa SP3 (128,85  $\mu\text{mol TEAC}/100\text{ g}$  de amostra) ( $p < 0,05$ ). Os valores encontrados neste estudo foram muito superiores aos apresentados por Mahattanatawee et al. (2006), onde obtiveram na polpa de sapoti 1,4  $\mu\text{mol TEAC}/\text{g}$  de polpa.

Na análise de correlação, demonstra-se a relação do perfil fenólico com os métodos de ensaio da capacidade antioxidante, como apresentado na Tabela 3. Este método mostra o grau de associação entre duas variáveis, através do coeficiente de relação ( $r$ ) (OLIVEIRA et al., 2014). Granato et al. (2010) estabeleceram uma escala arbitrária para a força das correlações

entre as variáveis, aplicando os seguintes critérios: perfeito ( $r = 1.0$ ), forte ( $0.80 \leq r < 1.0$ ), moderado ( $0.50 \leq r < 0.80$ ), fraco ( $0.10 \leq r < 0.50$ ), e correlação muito fraca ou quase nenhuma ( $0.10 \leq r$ ).

Observa-se uma correlação forte no ensaio DPPH com a procianidina B1 ( $r = 0.94$ ) e hesperidina ( $r = 0.94$ ), seguida da procianidina B2 ( $r = 0.87$ ) e epicatequina ( $r = 0.86$ ). Percebe-se que os compostos que foram quantificados em maior quantidade na análise do perfil de fenólicos não necessariamente são os que apresentaram uma correlação positiva. Isso se deve à conformação estrutural de cada composto e a forma como ele pode se ligar ao radical utilizado em cada análise.

No ensaio FRAP, a hesperidina apresentou uma correlação perfeita ( $r = 1.0$ ), enquanto a epicatequina ( $r = 0.97$ ) e a procianidina B1 ( $r = 0.81$ ) apresentaram correlação forte. Já no método ORAC, a procianidina A2 ( $r = 1.0$ ) e o Kaempferol glicosídeo ( $r = 1.0$ ) apresentaram uma correlação perfeita, e a catequina ( $r = 0.97$ ) apresentou uma correlação forte.

Na correlação entre os métodos, observa-se que o ORAC não teve nenhuma correlação com o FRAP e o DPPH, pois os métodos apresentam características diferentes, como o substrato, o radical e o mecanismo de reação (PAZ et al., 2015). No entanto, foi constatada uma correlação positiva entre os métodos FRAP e DPPH.

O fato do método ORAC não possuir nenhuma correlação com os demais ensaios deve-se ao seu mecanismo ocorrer de forma diferente, é um método direto e este utiliza o radical peroxila, o qual é predominantemente encontrado devido à oxidação lipídica em sistemas biológicos (OU et al., 2001) e se baseia na capacidade de fluorescência da fluoresceína na presença de radicais de oxigênio (DÁVALOS et al., 2004). Sendo os resultados obtidos por este ensaio os mais fidedignos. Já os outros dois métodos são indiretos, o FRAP se baseia na capacidade de redução do complexo férrico em ferroso e o DPPH utiliza um radical sintético, o qual se baseia na capacidade do DPPH em reagir com doadores de hidrogênio (ROGINSKI et al., 2005).

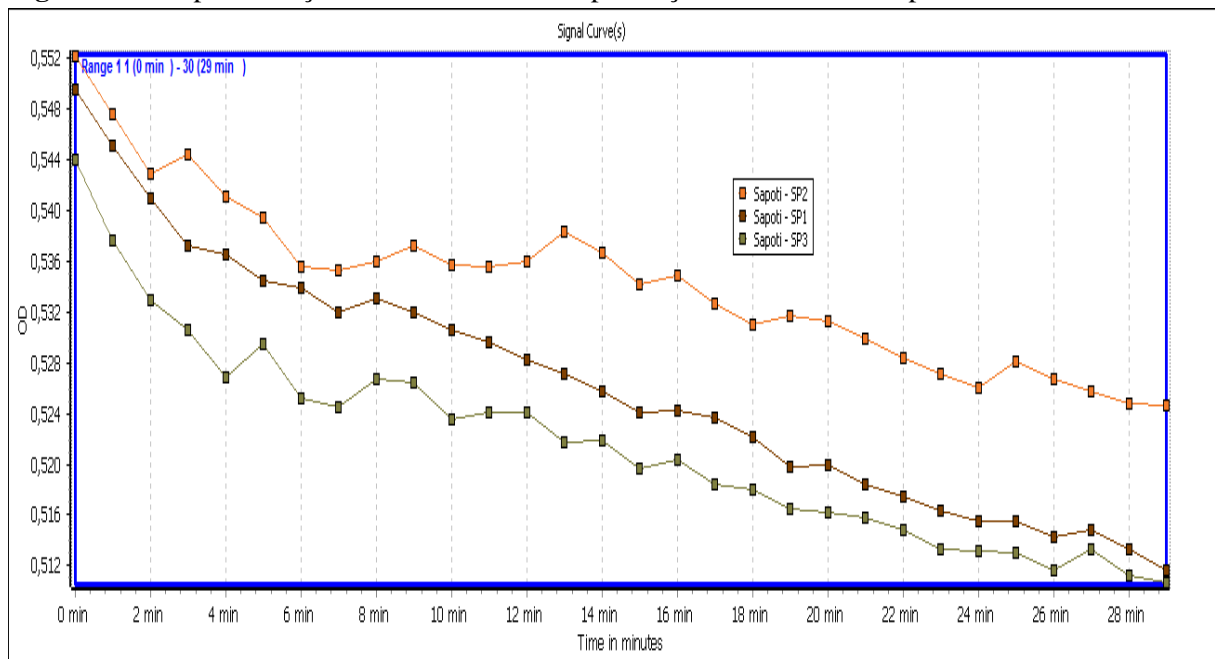
**Tabela 3** – Correlação dos compostos fenólicos com os ensaios da capacidade antioxidante.

	Catequina	Epicatequina	Epigallocatequina	Procia B1	Procia B2	Procia A2	Kampferol	Ác. Clo.	Cis-resveratrol	Hesperidina	DPPH	FRAP
<b>DPPH</b>	-0,25	0,86	-0,87	0,94	0,87	-0,57	-0,02	-0,02	0,35	0,94		
<b>FRAP</b>	-0,51	0,97	-0,71	0,81	0,71	-0,77	0,26	0,26	0,60	1,00	0,96	
<b>ORAC</b>	0,97	-0,87	0,00	-0,16	0,00	1,00	1,00	-0,87	-0,99	-0,76	-0,49	-0,71

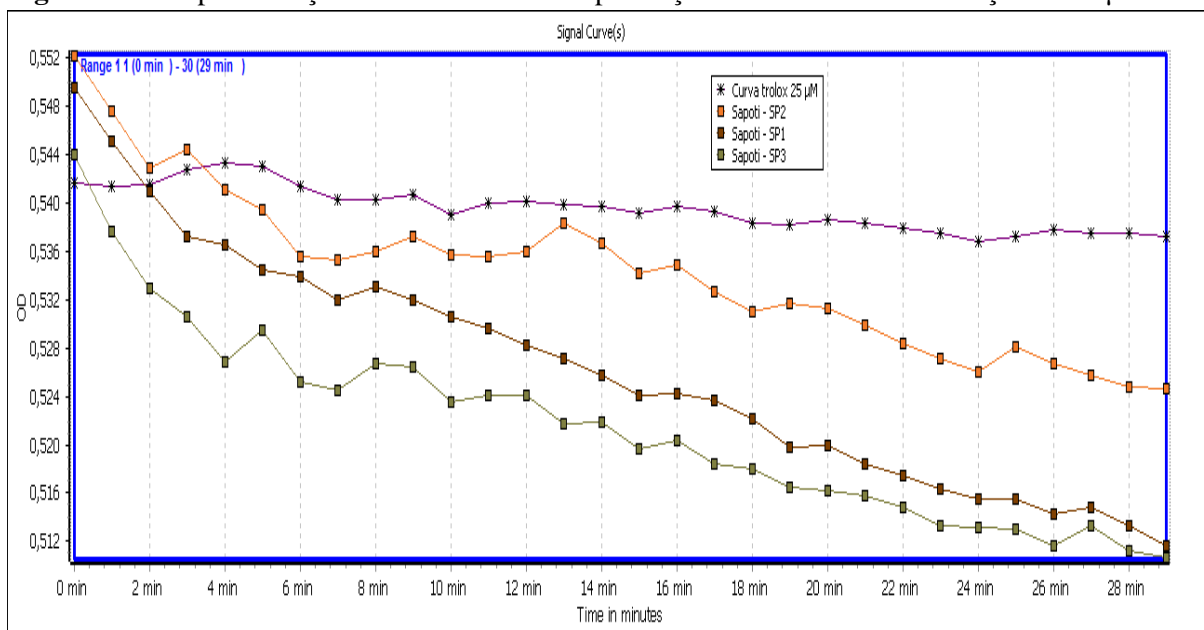
As Figuras 3 e 4 representam as curvas de cinética de consumo do radical DPPH, onde têm-se a absorbância x tempo. Na Figura 3, a amostra SP1 demonstra que a estabilidade da reação com o radical livre DPPH começa a ser estabelecida a partir de 8 minutos do início da reação, ou seja, este extrato reduziu rapidamente o radical livre DPPH. A Figura 4 demonstra que na concentração  $25\mu\text{M}$  de Trolox, as amostras demonstraram os melhores resultados.

Já nas Figuras 5 e 6, geradas através do ensaio ORAC, estão apresentadas as curvas de decaimento da fluoresceína com AAPH na presença dos extratos de sapoti e com a presença do Trolox. Na Figura 5, observa-se que o extrato SP2 apresentou maior poder de inibição na perda da intensidade da fluoresceína. Na Figura 6 está ilustrada a curva de decaimento da fluorescência na presença de AAPH e do Trolox em concentração de  $150\mu\text{M}$ , pois foi o que apresentou maior tempo para decair e a melhor concentração para os extratos.

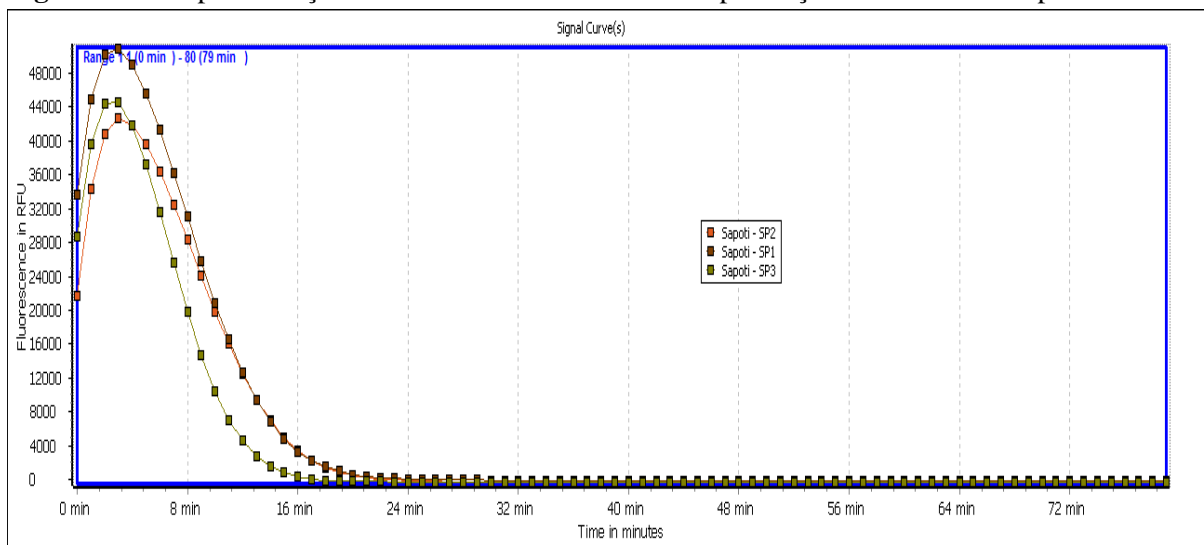
**Figura 3** - Tempo de reação do radical DPPH na presença dos extratos de sapoti.



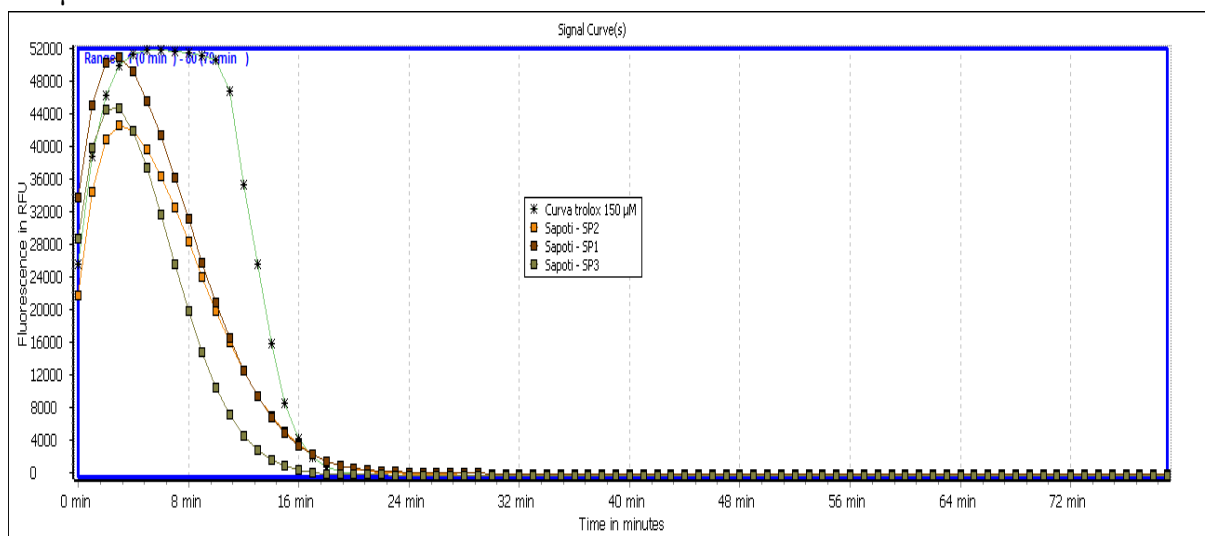
**Figura 4** – Tempo de reação do radical DPPH na presença do Trolox em concentração de 25  $\mu\text{M}$ .



**Figura 5** – Tempo de reação da fluoresceína com AAPH na presença dos extratos de sapoti.



**Figura 6** – Tempo de reação da fluoresceína com AAPH na presença do Trolox em concentração de 150  $\mu\text{M}$ .



## 6. CONCLUSÃO

Diante dos resultados encontrados nesta pesquisa, pode-se concluir que o perfil de fenólicos da polpa SP1 foi o que se destacou, pois, possui todos os compostos que foram detectados. Esta análise de perfil de fenólicos foi a primeira realizada com polpas do sapotizeiro, diante das buscas na literatura.

O sapoti demonstrou ser uma fonte importante de compostos que exercem função antioxidante, sendo a catequina, a procianidina A2 e a hesperidina os três compostos majoritários encontrados nas polpas. Todos estes exercem funções benéficas à saúde, auxiliando no combate às doenças crônicas não transmissíveis (DCNT). Esta pesquisa também contribui para agregação de valor ao sapoti, fruto que demonstrou um ótimo potencial para contribuição na saúde, abrindo portas para trabalhos futuros que investiguem melhor as suas propriedades.

Conclui-se que a alta correlação da atividade antioxidante com os compostos fenólicos citados, presentes na polpa de sapoti, o que sugere uma alta capacidade de sequestrar os radicais livres, sendo uma fonte importante destes agentes antioxidantes e de grande importância para a indústria de alimentos e o consumo *in natura* do fruto.

## REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, S. A.; PEREIRA, R. G. F. A.; DUARTE, S. M. S.; LIMA, A. R.; ALVARENGA, D. J.; FERREIRA, E. B. Compostos bioativos e atividade antioxidante do café (*Coffea arabica* L.) . **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n.2, p. 414-420, 2010.
- AGUIAR, L. P.  **$\beta$ -caroteno, vitamina C e outras características de qualidade de acerola, caju e melão em utilização no melhoramento genético**. 2001. 87p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.
- AGUIAR, M. R. **Elaboração de geleia mista de sapoti (*Manilkara sapota* L.) e tamarindo (*Tamarindus indica* L.)**. 2017, Monografia (Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, 2017.
- AHMED, I. A.; MIKAIL, M. A.; IBRAHIM, M.; HAZALI, N.; RASAD, M. S. B. A.; GHANI, R. A.; WAHAB, R. A.; ARIEF, S. J.; YAHYA, M. N. A. Antioxidant activity and phenolic profile of various morphological parts of underutilized *Baccaurea angulate* fruit. **Food Chemistry**, v. 172, p. 778-787, 2015.
- ALMEIDA, M. M. B.; DE SOUZA, P. H. M.; ARRIAGA, A. M. C.; DO PRADO, G. M.; MAGALHÃES, C. E. C.; MAIA, G. A.; DE LEMOS, T. L. G. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2155-2159, 2011.
- ALVES, C. Q.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P.; BAHIA, M. V.; AGUIAR, R. M. Métodos para determinação de atividade antioxidante in vitro em substratos orgânicos. **Química Nova**, v.33, n. 10, p. 2202-2210, 2010.
- ARAÚJO, J. M. (2008). **Química de Alimentos: Teoria e Prática**. 4. Ed. Viçosa: Editora UFV, 477p.
- ARAÚJO-NETO, S.E.; PRAÇA, E.F.; CARVALHO, E.F.; ALVES, R.E.; MENEZES, J.B.; MORAIS, E.A. Determinação do ponto de colheita e índices de maturação para sapoti (*Manilkara achras* (Mill.) Fosberg). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, p.45-49, 2001.
- AZERÊDO, G. A.; BRUNO, R. de L. A.; LOPES, K. P.; SILVA, A.; BRUNO, G. B. Desempenho de sementes de sapoti (*Achras sapota* L.) submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n. 1, p. 147-150, 2002.
- BANDEIRA, T. C.; MESQUITA, M. L. A.; DE AQUINO, L. R. A.; JUNIOR, C. T. A.; SANTOS, S. J. F.; OLIVEIRA, S. N. F.; NETO, S. J.; BARROS, M. L.; SOBRINHO, B. R.; DE LIMA, N. R.; DE OLIVEIRA, H. V. **O cultivo do sapotizeiro**. 2. ed. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. 20 p. (Circular técnica, 13).
- BANDEIRA, T. C.; MESQUITA, M. L. A.; DE AQUINO, L. R. A.; JUNIOR, C. T. A.; SANTOS, S. J. F.; OLIVEIRA, S. N. F.; NETO, S. J.; BARROS, M. L.; SOBRINHO, B. R.; DE LIMA, N. R.; DE OLIVEIRA, H. V. **O cultivo do sapotizeiro**. Embrapa Agroindústria Tropical-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2005.

BARROS, J. A. C. **Avaliação da atividade antioxidante e antiproliferativa do extrato aquoso de frutas tropicais**. 2012. Dissertação (Mestre em Ciências da Saúde) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2012.

BASKARAN, R.; PULLENCHERI, D.; SOMASUNDARAM, R. Characterization of free, esterified and bound phenolics in custard apple (*Annona squamosa* L) fruit pulp by UPLC-ESI-MS/MS. **Food Research International**, v. 82, p. 121-127, 2016.

BERTOIA M. L.; MUKAMAL, K. J.; CAHILL, L. E.; HOU, T.; LUDWIG, D. S.; MOZAFFARIAN, D.; WILLET, W. C.; HU, F. B.; RIMM, E. B. Changes in intake of fruits and vegetables and weight change in United States men and women followed for up to 24 years: Analysis from three prospective cohort studies. **PLOS Medicine**, v. 12, n. 9, e 1001878, 2015.

BOBINAITE, R.; VIŠKELIS, P.; VENSKUTONIS, P. R. Variation of total phenolics, anthocyanins, ellagic acid and radical scavenging capacity in various raspberry (*Rubus* spp.) cultivars. **Food Chemistry**, v. 132, n. 3, p. 1495–1501, 2012.

BOUAYED, J., HOFFMANN, L., & BOHN, T. Total phenolics, flavonoids, anthocyanins and antioxidant activity following simulated gastro-intestinal digestion and dialysis of apple varieties: bioaccessibility and potential uptake. **Food Chemistry**, v. 128, p. 14-21, 2011.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. **Use of free radical method to evaluate antioxidant activity**. *Lebensm. Wiss. Technol.*, v. 28, p. 25-30, 1995.

BRITO, E. S.; NARAIN, N. Physical and chemical characteristics of sapota fruit at different stages of maturation. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 37, n. 4, p. 567-572, 2002.

CAN-CAUICH, C. A.; SAURI-DUCH, E.; BETANCUR-ANCONA, D.; CHEL-GUERRERO, L.; GONZÁLEZ-ÁGUILAR, G. A.; CUEVAS-GLORY, L. F.; PÉREZ-PACHECO, E.; MOO-HUCHIN, V. M. Tropical fruit peel powders as functional ingredients: Evaluation of their bioactive compounds and antioxidant activity. **Journal of Functional Foods**, v. 37, p. 501-506, 2017.

CARVALHO, A. V.; SILVEIRA, T. F. F. da; MATTIETTO, R. de A.; OLIVEIRA, M. do S., P. de; GODOY, H. T. Chemical composition and antioxidant capacity of açai (*Euterpe oleracea*) genotypes and commercial pulps. **Journal of the Science, of Food and Agriculture**, v. 97, p. 1467-1474, 2017.

CARVALHO, P. G. B.; MACHADO C. M. M.; MORETTI, C. L.; FONSECA, M. E. N. Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 397-404, 2006.

CHANET, A.; MILENKOVIC, D.; DEVAL, C.; POTIER, M.; CONSTANTS, J.; MAZUR, A.; BENNETAU-PELISSERO, C.; MORAND, C.; BÉRARD, A. M. Narigin, the major grapefruit flavonoid, specifically affects atherosclerosis development in diet-induced hypercholesterolemia in mice. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 23, n. 5, p. 469-477, 2012.

CHEN, M.; YE, Y.; JI, G.; LIU, J. Hesperidin upregulates heme oxygenase-1 to attenuate hydrogen peroxide-induced cell damage in hepatic L02 cells. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 6, p. 3330-3335, 2010.

CONTRERAS-CALDERÓN, J.; CALDERÓN-JAIMES, L; GUERRA-HERNÁNDES, E.; GARCÍA-VILLANOVA B. Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. **Food Research Internatinal**, v. 44, p. 2047-2053, 2011.

COSTA, L. N.; MORAIS, P. L. D.; LEITE, G. A.; ALMEIDA, M. L. B.; MIRANDA, M. R. A.; FERNANDES, P. L. O. Influência da adubação potássica na qualidade e no potencial antioxidante do sapoti em diferentes estádios de desenvolvimento. **Rev. Ceres**, v. 64, n. 4, p. 419-425, 2017.

COZZOLINO, S. M. F. (2009). **Biodisponibilidade de Nutrientes**. 3. Ed. São Paulo: Manole, 1200p.

DÁVALOS, A., GÓMEZ-CORDOVÉS, C., BARTOLOMÉ, B. Extending applicability of the oxygen radical absorbance capacity (ORAC-Fluorescein) assay. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 1, p. 48–54, 2004.

DE SOUZA, P. E.; DE FIGUEIREDO, F. M. R.; QUEIROZ, M. J. A.; MELO, S. M. L.; DE SOUSA, C. F. Caracterização físico-química da polpa de sapoti oriunda da região do Ceará. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 1, p. 45-48, 2012.

DEL RIO, D.; RODRIGUEZ-MATEOS, A.; SPENCER, J. P. E.; TOGNOLINI, M.; BORGES, G.; CROZIER, A. Dietary (Poly)phenolics in Human Health: structures, bioavailability, and evidence of protective effects against chronic diseases. **Antioxidants & Redox Signaling**, v. 18, n. 14, p. 1818-1892, 2013.

DO PRADO, B. N.; PEREIRA, L. E.; SÃO JOSÉ, R. A. Dessecação de sementes de *Achras sapota* L. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 4, p. 1009-1017, 2014.

DUDONNÉ, S.; DUBÉ, P.; ANHÊ, F. F.; PILON, G.; MARETTE, A.; LEMIRE, M.; HARRIS, C.; DEWAILLY, E.; DESJARDINS, Y. Comprehensive analysis of phenolic compounds and abscisic acid profiles of twelve native Canadian berries. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 44, p. 214-224, 2015.

ESPOSITO, D.; CHEN, A.; GRACE, M. H.; KOMARNYTSKY, S.; LILA, M. A. Inhibitory effects of wild blueberry anthocyanins and other flavonoids on biomarkers of acute and chronic inflammation in vitro. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, n. 29, p. 7022-7028, 2014.

EVANGELISTA, R.M.; VIEITES, R.L. **Avaliação da Qualidade de Polpa de Goiaba Congelada, Comercializada na Cidade de São Paulo**. Segurança Alimentar e Nutricional, Campinas, 2006.

FERREIRA, A. L. A.; MATSUBARA, L. S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 43, n. 1, 1997.

GHASEMZADEH, A.; GHASEMZADEH, N. Flavonoids and phenolic acids: Role and biochemical activity in plants and human. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 5, n. 31, p. 6697-6703, 2011.

GOMES, R. P. **Fruticultura brasileira**. 13<sup>o</sup> ed. São Paulo: Nobel, p. 446, 2006.

GRACE, M. H.; ESPOSITO, D.; DUNLAP, K. L.; LILA, M. A. Comparative analysis of phenolic content and profile, antioxidant capacity, and anti-inflammatory bioactivity in wild Alaskan and commercial *Vaccinium* Berries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, n. 18, p. 4007-4017, 2013.

GRANATO, D.; DE CASTRO, I. A.; ELLENDERSEN, L. S. N.; MASSON, M. L. Physical stability assessment and sensory optimization of a dairy-free emulsion using response surface methodology. **Journal of Food Science**, v. 75, n. 3, p. 149-155, 2010.

HALLIWELL, B. Reactive oxygen species and the central nervous system. **Journal of Neurochemistry**, v. 59, n. 5, 1992.

HALLIWELL, B. The antioxidant paradox: less paradoxical now? **British Journal of Clinical Pharmacology**, v. 73, n. 3, p. 637-644, 2012.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R. L. The chemistry behind antioxidant capacity assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 6, p. 1841-1856, 2005.

IGNAT, I.; VOLF, I.; POPA, V. I. A critical review of methods for characterization of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. **Food Chemistry**, v. 126, p. 1821-1835, 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4<sup>a</sup> ed. (1<sup>a</sup> Edição digital), 2008. 1020 p.

JANIQUES, A. G. P. R.; LEAL, V. O.; MOREIRA, N. X.; SILVA, A. A. M.; MAFRA, D. Phenolic compounds: possible applicability in chronic kidney disease. **Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr. = J. Brazilian Soc. Food Nutr.**, São Paulo, SP, v. 38, n. 3, p. 322-337, dez. 2013.

KAMILOGLU, S.; TOYDEMIR, G.; BOYACIOGLU, D.; BEEKWILDER, J.; HALL, R. D.; CAPANOGLU, E. A review on the effect of drying on antioxidant potential of fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 56, p. 110-129, 2015.

LANDETE, J. M. Updated Knowledge about Polyphenols: Functions, bioavailability, metabolism, and health. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 52, n. 10, p. 936-948, 2012.

LEONG, L. P.; SHUI, G. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. **Food Chemistry**, v. 76, p. 69-15, 2002.

LIMA A. **Caracterização química, avaliação da atividade antioxidante *in vitro* e *in vivo*, e identificação dos compostos fenólicos presentes no pequi (*caryocar brasiliense*, camb.).** Tese. [Doutorado em Bromatologia] - Universidade de São Paulo; 2008.

LIMA, I. O. S.; MOREIRA, A. J.; DE SOUSA, G. F. M.; MARCONDES, K. C. B.; PEREIRA, M. R. R. **Extração de pectina dos resíduos da casca de laranja e maracujá.** XII Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas, 2015.

LIMA, L. M. P. **Otimização da desidratação osmótica do sapoti (*Achras zapota* L.).** 2013, 82p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013.

LOBO, V.; PATIL, A.; PHATAK, A.; CHANDRA, N. Free radicals, antioxidants and functional foods: impact on human health. **Pharmacognosy Review**, v. 4, n. 8, p. 118-126, 2010.

MAFALDO, I. M.; **Elaboração de bala de goma adicionada de polpa de sapota (*Manilkara zapota* L.).** 2018, Monografia (Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, 2018.

MAHATTANATAWEE, K.; MANTHEY, J. A.; LUZIO, G.; TALCOTT, S. T.; GOODNER, K.; BALDWIN, E. A. Total antioxidant activity and fiber content of select Florida-grown tropical fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 19, p. 7355-7363, 2006.

MANACH, C., SCALBERT, A., MORAND, C., R\_EM\_ESY, C., & JIM\_ENEZ, L. Polyphenols: food sources and bioavailability. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 79, p. 727-747, 2004.

MATHEW, A. G.; LAKSHMINARAYANA, S. Polyphenols of immature sapota fruit. **Phytochemistry**, v. 8, p. 507-509, 1969.

MATTA, V. M.; JUNIOR, M. F.; CABRAL, L. M. C.; FURTADO, A. A. L. **Polpa de fruta congelada.** Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; ARAÚJO, C. R. Teor de fenólicos totais e capacidade antioxidante de polpas congeladas de frutas. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 1, p. 67-72, 2008.

MELO, A. F. M.; SANTOS, E. J. V.; SOUZA, L. F. C.; CARVALHO, A. A. T.; PEREIRA, M. S. V.; HIGINO, J. S. Atividade antimicrobiana *in vitro* do extrato de *Anacardium occidentale* L. sobre espécies de *Streptococcus*. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 16, n. 2, p. 202-205, 2006.

MESSIAS, K. L. S. Os antioxidantes. **Food Ingredients Brasil**, São Paulo, v. 1, n. 6, p. 16-30, 2009.

MILIND, P.; PREETI. Chickoo: A wonderful gift from nature. **International Journal of Research in Ayurveda and Pharmacy**, v. 6, p. 544-550, 2015.

MILTON, K. Micronutrient intakes of wild primates: are humans different? **Comparative biochemistry and Physiology**, v. 136A, n. 1, p. 47-59, 2003.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (BR). **Alimentos regionais brasileiros**. Brasília: Ministério da, v. 2002, 2014. Disponível em:  
<[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/alimentos\\_regionais\\_brasileiros\\_2ed.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/alimentos_regionais_brasileiros_2ed.pdf)>. Acesso em: 15/09/18.

MIRANDA, A. R. M.; DA SILVA, S. F.; ALVES, E. R.; FILGUEIRAS, C. A. H.; ARAÚJO, C. C. N. Armazenamento de dois tipos de sapoti sob condição ambiente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 644-646, 2002.

MOO-HUCHIN, V. M.; ESTRADA-MOTA, I.; ESTRADA-LEÓN, R.; CUEVAS-GLORY, L.; ORTIZ-VÁZQUEZ, E.; VARGAS, M. de L. V.; BETANCUR-ANCONA, D.; SAURIDUCH, E. Determination of some physicochemical characteristics, bioactive compounds and antioxidant activity of tropical fruits from Yucatan, Mexico. **Food Chemistry**, v. 152, p. 508-515, 2014.

MOON, JOON-KWAN; SHIBAMOTO, T. Antioxidant assays for plant and food components. **J. Agric. Food Chem.**, v. 57, p. 1655-1666, 2009.

MORAIS, de D. L. P.; LIMA, O. De C. L.; ALVES, E. R.; FILGUEIRAS, C. A. H.; ALMEIDA, S. da A. Alterações físicas, fisiológicas e químicas durante o armazenamento de duas cultivares de sapoti. **Pesq. Agropec. Bras. Brasília**, v. 41, n. 4, p. 549-554, 2006.

MORAND, C.; DUBRAY, C.; MILENKOVIC, D.; LIOGER, D.; MARTIN, J. F.; SCALBERT, A.; MAZUR, A. Hesperidin contributes to the vascular protective effects of orange juice: a randomized crossover study in healthy volunteers. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 93, n. 1, p. 73-80, 2010.

MOSELE, J. I.; MACIÀ, A.; ROMERO, M.; MOTILVA, M.; RUBIÓ, L. Application of in vitro gastrointestinal digestion and colonic fermentation models to pomegranate products (juice, pulp and peel extract) to study the stability and catabolism of phenolic compounds. **Journal of Functional Foods**, v. 14, p. 529-540, 2015.

NEUHOUSER, M. L. Review: Dietary flavonoids and cancer risk: Evidence from human population studies. **Nutrition and Cancer**, v. 50, n. 1, p. 1-7, 2004.

NIKI, E. Assessment of antioxidant capacity in vitro and in vivo. **Free Radical Biology & Medicine**, New York, v. 49, n. 4, p. 503-515, 2010.

OU, B.; HAMPSCH-WOODILL, M.; PRIOR, R. L. Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 4619-4626, 2001.

OU, B.; HUANG, D.; HAMPSCH-WOODILL, M.; FLANAGAN, J.A.; DEEMER, E.K. Analysis of antioxidant activities of common vegetables employing oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays: a

comparative study. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 11, p. 3122-3128, 2002.

OLIVEIRA, C. C. D.; CALADO, V. M. D. A.; ARES, G.; GRANATO, D. Statistical approaches to assess the association between phenolic compounds and the in vitro antioxidante activity of camellia sinensis and Ilex paraguariensis teas. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 55, n. 10, p. 1456-1473, 2014.

OLIVEIRA, M. da S.; LACERDA, L. N. L.; SANTOS, L. C.; LOPES, A. C. S.; CÂMARA, A. M. C. S.; MENZEL, H. J. K.; HORTA, P. M. Consumo de frutas e hortaliças e as condições de saúde de homens e mulheres atendidos na atenção primária à saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.20, n. 8, p. 2313-2322, 2015.

OLIVEIRA, S. V.; AFONSO, A. R. M.; JOSÉ, M. C. C. Caracterização físico-química e comportamento higroscópico de sapoti liofilizado. **Rev. Ciên. Agron.**, v. 42, n. 2, p. 342-348, 2011.

PADILHA, C. V. da S.; MISKINIS, G. A.; DE SOUZA, M. E. A. O.; PEREIRA, G. E.; DE OLIVEIRA, D.; BORDIGNON-LUIZ, M. T.; LIMA, M. dos S. Rapid determination of flavonoids and phenolic acids in grape juices and wines by RP-HPLC/DAD: Method validation and characterization of commercial products of the new Brazilian varieties of grape. **Food Chemistry**, v. 228, p. 106-115, 2017.

PANDEY, R.; MAHAR, R.; HASANAIN, M.; SHUKLA, S. K.; SARKAR, J.; RAMESHKUMAR, K. B.; KUMAR, B. Rapid screening and quantitative determination of bioactive compounds from fruit extracts of Myristica species and their in vitro antiproliferative activity. **Food Chemistry**, v. 211, p. 483-493, 2016.

PAZ, M.; GÚLLON, P.; BARROSO, M. F.; CARVALHO, A. P., DOMINGUES, V. F.; GOMES, A. M.; LONGHINOTTI, E.; DELERUE-MATOS, C. Brazilian fruit pulps as functional foods and additives: evaluation of bioactive compounds. **Food Chemistry**, v.172, p.462-488, 2015.

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.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; ARRANZ, S.; TABERNERO, M.; DÍAZ-RUBIO, M. E.; SERRANO, J.; GOÑI, I.; SAURA-CALIXTO, F. Updated methodology to determine antioxidant capacity in plant foods, oils and beverages: extraction, measurement and expression of results. **Food Research International**, v.41, n. 3, p.274-285, 2008.

PINHEIRO, E. R.; KLIEMANN, E.; ALBUQUERQUE E SILVA, I. M. D.; SIMAS, K. N. 111 AMANTE, E. R.; AMBONI, R. D. M. C. **Caracterização da Pectina Extraída da Casca do Maracujá Amarelo (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*). Utilizando Diferentes Métodos de Extração com Ácido Cítrico**. Anais da 58ª Reunião Anual da SBPC - Florianópolis, SC - Julho/2006. Disponível em: <[http://www.sbpcnet.org.br/livro/58ra/senior/RESUMOS/resumo\\_1164.html](http://www.sbpcnet.org.br/livro/58ra/senior/RESUMOS/resumo_1164.html)>. Acesso em: 26/09/2018.

PONTES, P. V.; MOREIRA, R. F. A.; TRUGO, L. C.; DE MARIA, C. A. B. The content of chlorogenic acids in tropical fruits. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 82, p. 1177-1181, 2002.

PRADO A. **Composição fenólica e atividade antioxidante de frutas tropicais**. Dissertação [Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos] - Universidade de São Paulo; 2009.

PRIOR, R.L.; HOANG, H.; GU, L.; WU, X.; BACCHIOCCA, M.; HOWARD, L.; HAMPSCH-WOODILL, M.; HUANG, D.; OU, B.; JACOB, R. Assays for hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity (oxygen radical absorbance capacity (ORACFL) of plasma and other biological and food samples. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 11, p. 3273–3279, 2003.

PRIOR, R. L.; GU, L. Occurrence and biological significance of proanthocyanidins in the American diet. **Phytochemistry**, v. 66, n. 18, p. 2264-2280, 2005.

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

RAWSON, A.; PATRAS, A.; TIWARI, B. K.; NOCI, F.; KOUTCHMA, T.; BRUNTON, N. Effect of thermal and non thermal processing Technologies on the bioactive content of exotic fruits and their products: review of recent advances. **Food Research International**, v. 44, p. 1875-1887, 2011.

REIS, R. C.; TORRES, A. G.; CARVALHO, J. O.; MONTE, M. J. S.; OLIVEIRA, F. C. Alimentos com efeitos na saúde humana, em especial na obesidade: compostos bioativos e atividade antioxidante. **Revista Interdisciplinar**, v. 9, n. 3, p. 36-41, 2016.

REZENDE, L. C. **Avaliação da atividade antioxidante e composição química de seis frutas tropicais consumidas na Bahia**. 2010, 118 f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal da Bahia, 2010.

ROCHA, W. S.; LOPES, R. M.; DA SILVA, D. B.; VIEIRA, R. F.; DA SILVA, J. P.; AGOSTINI-COSTA, T. D. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p. 1215-1221, 2011.

ROGINSKI, V.; LISSI, E. A. Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food. **Food Chemistry**, v. 92, p. 235-254, 2005.

RUFINO M. S. M.; ALVES R. E.; FERNANDES, F. A. N.; ALVES; BRITO, E. S. Free radical scavenging behavior of ten exotic tropical fruits extracts. **Food Research International**, v. 44, p. 2072-2075, 2011.

RUFINO, M. D. S. M., ALVES, R. E., BRITO, E. S. DE, MORAIS, S. M. DE, SAMPAIO, C. D. G., PÉREZ-JIMÉNEZ, J., SAURA-COLIXTO, F. D. **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pelo Método de Redução do Ferro (FRAP)**. Comunicado Técnico Embrapa, v. 125, p. 1–4, 2006.

SILVA JUNIOR, J. F.; BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; DE MOURA, R. J. M. O sapotizeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 86-99, 2014.

SILVEIRA, E. A.; MARTINS, B. B.; ABREU, L. R. S.; CARDOSO, C. K. S. Baixo consumo de frutas, verduras e legumes: fatores associados em idosos em capital no Centro-Oeste do Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 20, n. 12, p. 3689-3699, 2015.

SOARES, G. G. G. **Caracterização físico-química das polpas de diferentes tipos de frutos do sapotizeiro (*Manilkara zapota L.*)**. 2018, Monografia (Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, 2018.

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

SUCUPIRA, N. R.; DA SILVA, A. B.; PEREIRA, G.; DA COSTA, J. N. **Métodos para determinação da atividade antioxidante de frutos**. UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde, v. 14, n. 4, p. 263-9, 2012.

SCHIASSI, M. C. E. V.; SOUZA, V. R., LAGO; A. M. T.; CAMPOS, L. G.; QUEIROZ, F. Fruits from the Brazilian Cerrado region: Physico-chemical characterization, bioactive compounds, antioxidant activities, and sensory evaluation. **Food Chemistry**, v. 245, p. 305-314, 2018.

SHARMA, O. P.; BHAT, T. K. DPPH antioxidant assay revisited. **Food Chemistry**, v. 113, n. 4, p. 1202-1205, 2009

SHUI, G.; WONG, S. P.; LEONG, L. P. Characterization of antioxidants and change of antioxidant levels during storage of *Manilkara zapota L.* **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 7834-7841, 2004.

SLAVIN, J. L.; LLOYD, B. Health benefits of fruits and vegetables. **Advances in Nutrition**, v. 3, n. 4, p. 506-516, 2012.

SMOLIN, L. A.; GROSVENOR, M. B. **Nutrition: science and applications with bloklet package**. Orlando: John Wiley & Sons Inc, 1.ed, p 864, 2007.

SNYDER, S. M.; REBER, J. D.; FREEMAN, B. L.; ORGAD, K.; EGGET, D. L.; PARKER, T. L. Controlling for sugar and ascorbic acid, a mixture of flavonoids matching navel oranges significantly increases human postprandial serum antioxidant capacity. **Nutrition Research**, v. 31, p. 519-526.

VALKO, M.; LEIBFRITZ, D.; MONCOL, J.; CRONIN, M. T.; MAZUR, M.; TELSNER, J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. **International Journal of Biochemistry & Cell Biology**, v. 39, n.1, p. 44-84, 2007.

VELDERRAIN-RODRÍGUEZ, G. R.; PALAFOX-CARLOS, H.; WALL-MEDRANO, A.; AYALA-ZAVALA, J. F.; CHEN, C. –Y. O.; ROBLES-SÁNCHEZ, M.; ASTIAZARAN-

GARCIA, H.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. Phenolic compounds: their journey after intake. **Food Function**, v. 5, n. 2, p. 189-197, 2014.

VIEIRA, F. G. K. **Protocolos de ensaios desenvolvidos no laboratório de química de alimentos**. Grupo de Pesquisa em Química e Bioquímica de Alimentos, Florianópolis, 2008.

VIZZOTTO, M.; RASEIRA, M. C. B.; PEREIRA, M. C.; FETTER, M. R. Teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante em diferentes genótipos de amoreira-preta (*Rubus* sp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 3, p. 853-858, 2012.

WESTON, R. J. Bioactive products from fruit of the feijoa (*Feijoa sellowiana*, Myrtaceae): A review. **Food Chemistry**, v. 121, p. 923-926, 2010.

WILLETT, W. C. The Mediterranean diet: Science and practice. **Public Health Nutrition**, v. 9, n. 1, p. 105-110, 2006.

WILLET, W. C.; STAMPFER, M. J. Current evidence on healthy eating. **Annual Review Public Health**, v. 34, p. 77-95, 2013.

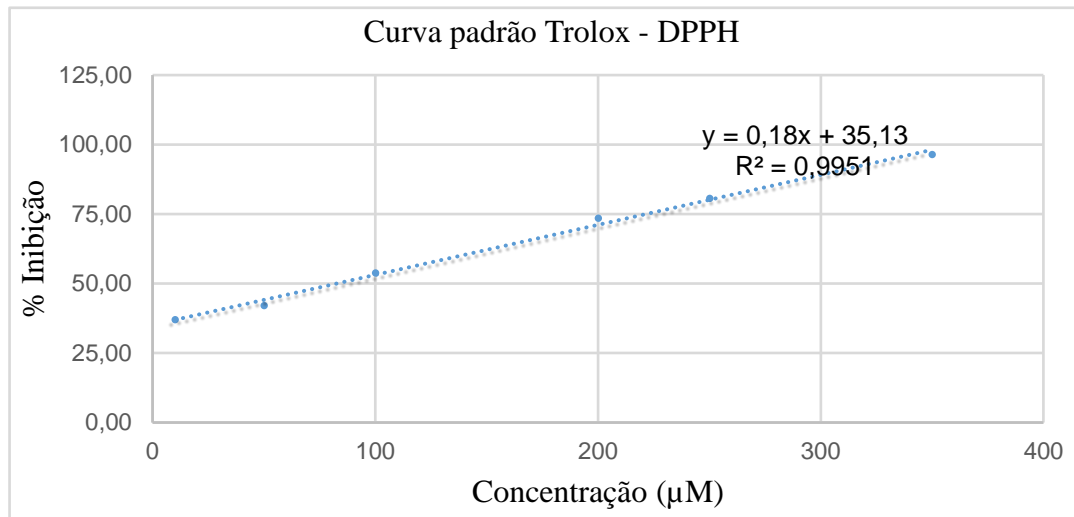
WU X., BEECHER G. R., HOLDEN J. M., HAYTOWITZ D. B., GEBHARDT S. E, PRIOR R. L. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. **J Agric Food Chem**, v. 52, p. 4026-37, 2004.

YOU, Q.; WANG, B.; CHEN, F.; HUANG, Z.; WANG, X.; LUO, P. G. Comparison of anthocyanins and phenolics in organically and conventionally grown blueberries in selected cultivars. **Food Chemistry**, v. 125, p. 201-208, 2011.

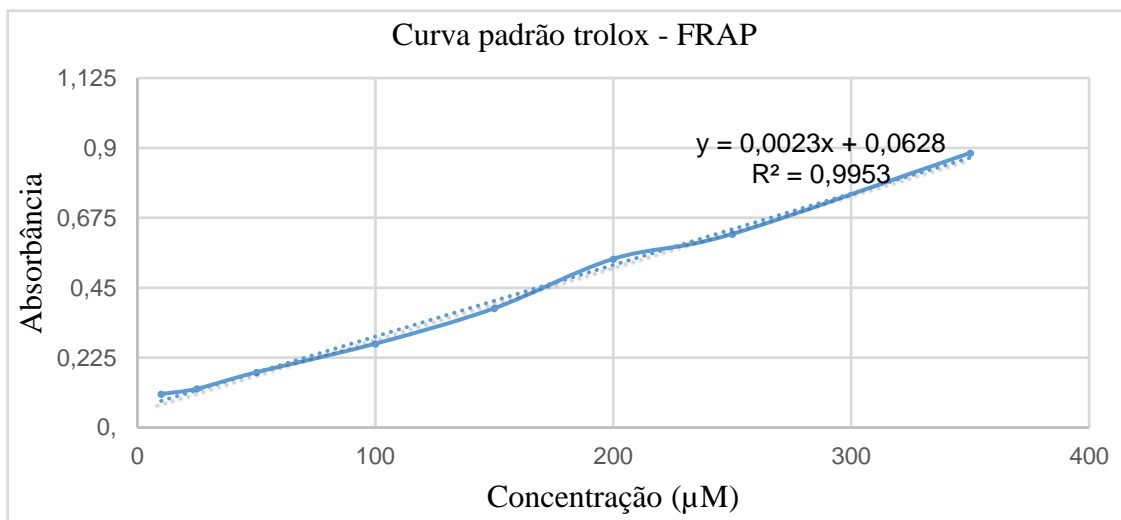
YOSHIDA, H.; WATANABE, W.; OOMAGARI, H.; TSURUTA, E.; SHIDA, M.; KUROKAWA, M. Citrus flavonoid naringenin inhibits TLR2 expression in adipocytes. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 27, n. 7, p. 1276-1284, 2013.

## APÊNDICES

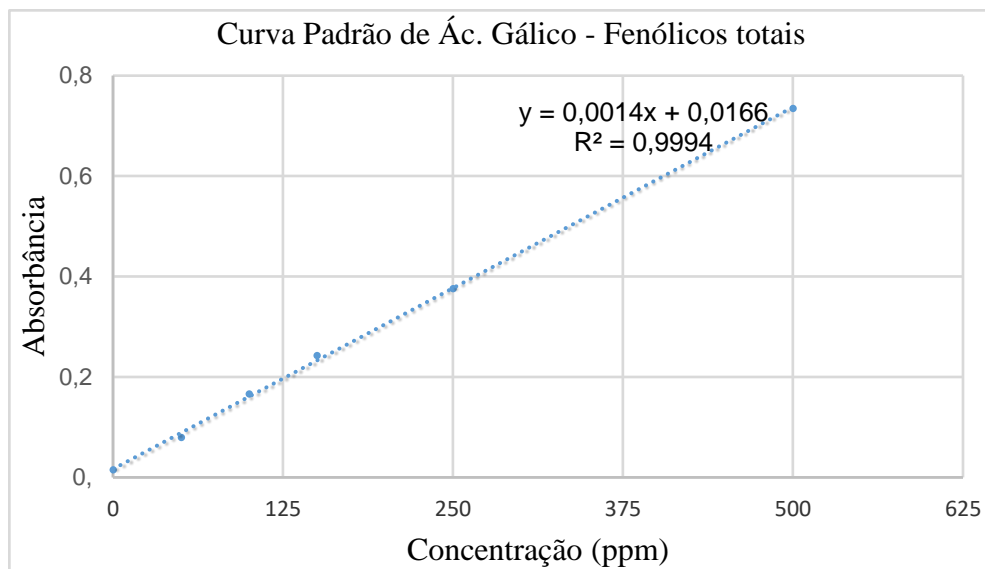
### APÊNDICE A – CURVA PADRÃO TROLOX PARA O ENSAIO DPPH



### APÊNDICE B – CURVA PADRÃO TROLOX PARA O ENSAIO FRAP



**APÊNDICE C – CURVA PADRÃO DE Ác. GÁLICO PARA QUANTIFICAÇÃO DE FENÓLICOS TOTAIS PELO ENSAIO COM O REAGENTE *FOLIN-CIOCALTEAU*.**



**APÊNDICE D – CURVA PADRÃO TROLOX PARA O ENSAIO ORAC**

