

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE BIOCIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE HISTOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MORFOTECNOLOGIA

LEYLIANNE DE CÁSSIA RODRIGUES NERYS

POTENCIAL CITOTÓXICO E ANTIMICROBIANO DE BIOATIVOS  
DE *SYZYGium CUMINI*, *SYZYGium MALACCEENSE* E *PSIDIUM GUINEESE*

Recife

2018

LEYLIANNE DE CÁSSIA RODRIGUES NERYS

POTENCIAL CITOTÓXICO E ANTIMICROBIANO DE BIOATIVOS DE *SYZYGIUM CUMINI*,  
*SYZYGIUM MALACCEENSE* E *PSIDIUM GUINEESE*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Morfotecnologia, do Centro de Biociências da Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Morfotecnologia.

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Sampaio de Andrade Lima**

**Co-orientador: Prof.<sup>o</sup> Dr.<sup>o</sup> Ricardo Yara**

Recife

2018

Catálogo na fonte:  
Bibliotecário Bruno Márcio Gouveia - CRB-4/1788

Nerys, Leylianne de Cássia Rodrigues  
Potencial citotóxico e antimicrobiano de bioativos de *Syzygium cumini*, *Syzygium malacceense* e *Psidium Guineese* / Leylianne de Cássia Rodrigues Nerys. - 2018

61 f. : il.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cláudia Sampaio de Andrade Lima.

Coorientador: Prof. Dr. Ricardo Yara.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Biociências. Programa de Pós-graduação em Morfotecnologia, Recife, 2018.

Inclui referências.

1. Plantas medicinais. 2. Toxicologia. 3. Agentes anti-infecciosos. I. Lima, Cláudia Sampaio de Andrade (Orientadora). II. Yara, Ricardo (Coorientador). III. Título.

581.634

CDD (22.ed.)

UFPE/CB – 2019 - 069

LEYLIANNE DE CÁSSIA RODRIGUES NERYS

POTENCIAL CITOTÓXICO E ANTIMICROBIANO DE BIOATIVOS DE *SYZYGIUM CUMINI*,  
*SYZYGIUM MALACCEENSE* E *PSIDIUM GUINEESE*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Morfotecnologia, da Universidade Federal de Pernambuco como requisito para obtenção do título de Mestre em Morfotecnologia.

Aprovada em: 31/08/2018

**BANCA EXAMINADORA**

---

Dr.<sup>a</sup> Cláudia Sampaio de Andrade Lima (Orientador)

Universidade de Federal de Pernambuco

---

Dr.<sup>a</sup> Juliana Pinto de Medeiros (Examinador Interno)

Universidade de Federal de Pernambuco

---

Dr.<sup>a</sup> Silene Carneiro do Nascimento (Examinador Externo)

Universidade de Federal de Pernambuco

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, que através de seus caminhos me guiou até aqui, possibilitando realizar mais um sonho.

A minha mãe por todo o apoio, carinho e amor, mas por toda dedicação durante todos esses anos, não tenho palavras para expressar minha eterna gratidão para com ela.

Ao meu irmão por tanto carinho, quantas vezes colaborou em casa mesmo contra sua vontade para poder dar tempo de terminar meu trabalho.

A minha orientadora Dra. Cláudia Sampaio, e meu co-orientador Dr. Ricardo Yara pelo incentivo e dedicação ao mostrar o melhor caminho, com sua incrível paciência, principalmente por toda a atenção dedicada a mim.

Agradeço a todos os meus companheiros de laboratório, onde fui acolhida com todo amor e carinho por todo o apoio e carinho. Agradeço em especial a João Paulo, Renan, Rafael, Marília Grazi, Marília Lima, Nathalia Almeida e Yago.

Meus agradecimentos aos amigos que também me deram forças para seguir este caminho a Neyla, Alex, que fizeram parte da minha formação e compartilharam dos momentos alegres, e as vezes, estressante, de realização não só desse trabalho, mas também da minha vida acadêmica e pessoal.

Agradeço ao meu namorado que vem me ajudando a passar por todos os momentos alegres e estressantes dessa parte da minha vida acadêmica.

Agradeço a SUDENE e ao ITCBIO pelo incentivo e apoio financeiro a esta pesquisa.

Também gostaria de agradecer ao programa de Pós-Graduação Morfotecnologia e a Universidade de Federal de Pernambuco pelo apoio.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

## RESUMO

As plantas são utilizadas com fins medicinais desde os tempos mais remotos, e seu uso vem se perpetuando ao longo das gerações. Existem plantas que são utilizadas simultaneamente como alimento e como medicamento. Isso ocorrer em diversos representantes da família Myrtaceae, família botânica cuja ocorrência se dá no hemisfério sul principalmente em regiões tropicais da Austrália e da América do Sul. Produzem frutos muito apreciados pelo seu sabor exótico e são conhecidas por seus efeitos terapêuticos. Para o presente estudo, foram selecionadas as plantas *Syzygium cumini*, *Syzygium malacceense* e *Psidium guineense* com o objetivo de avaliar a composição fitoquímica, atividade antioxidante e atividade biológica de extratos e frações. As partes vegetais analisadas foram folhas, galhos e frutos. Em relação a atividade biológica, foram determinados o potencial citotóxico a partir do método de viabilidade celular (MTT) com células HeLa e o potencial antimicrobiano frente à micro-organismos representantes de bactérias Gram-positivas, Gram-negativas, álcool ácido resistentes e leveduras. A avaliação fitoquímica demonstrou que todas as plantas são ricas em flavonoides e outros compostos fenólicos como antocianinas, quinonas e ácidos orgânicos. *Psidium guineense* apresentou maior atividade antioxidante no teste do DPPH, apresentou-se ainda mais ativo na citotoxicidade frente as células HeLa que as outras espécies estudadas e além de maior atividade antimicrobiana frente a *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*, *Mycobacterium smegmatis* e *Candida albicans*. Diante dos resultados obtidos, a espécie *Psidium guineense*, apresentou resultados promissores em relação a sua bioatividade indicando que estudos mais aprofundados desta espécie botânica sejam realizados.

Palavras chaves: Citotoxicidade. Antimicrobianos. Plantas Medicinais.

## ABSTRACT

Plants have been used as medicinal purposes since begin of times. Their use are remaining over the generations. There are plants that are used both as food and as medicine. This occurs in several representatives of the Myrtaceae family, that is a botanical family that occurs in the southern hemisphere, mainly in tropical regions of Australia and South America. This family produce fruits appreciated for their exotic flavor and they are known for their therapeutic effects. For the present study, the plants *Syzygium cumini*, *Syzygium malaccense* and *Psidium guineense* were selected, being evaluated the phytochemical composition, antioxidant activity and biological activity of extracts and fractions. Leaves, branches and fruits from each plant were analyzed separately. In relation to the biological activity, the cytotoxic potential was determined from the cell viability method (MTT) with HeLa cells and the antimicrobial potential against microorganisms representing Gram-positive, Gram-negative, alcohol-resistant and yeast bacteria. Phytochemical evaluation showed that all plants are rich in flavonoids and other phenolic compounds such as anthocyanins, quinones and organic acids. *Psidium guineense* presented higher antioxidant activity in the DPPH test, showed a higher cytotoxicity - MTT than the other species studied, and a higher antimicrobial activity against *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*, *Mycobacterium smegmatis* and *Candida albicans*. Considering the results obtained, the species *Psidium guineense* presented promising results in relation to its bioactivity that indicate the potential of further studies of this botanical species.

Keywords: Cytotoxicity. Antimicrobial. Medicinal Plants.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - <i>Psidium guineense</i> (Araçá – do – campo); A) Detalhe do arbusto B) Frutos em corte transversal.....	15
Figura 2 - Exemplar de azeitona roxa ( <i>Syzygium cumini</i> ).....	16
Figura 3 - Exemplar de jambo ( <i>Syzygium malaccense</i> ).....	18
Figura 4 - Doseamento de flavonoides de <i>Syzygium cumini</i> , <i>Syzygium malaccense</i> e <i>Psidium guineense</i> (folha). ....	33
Figura 5 - Doseamento de flavonoides de <i>Syzygium cumini</i> , <i>Syzygium malaccense</i> e <i>Psidium guineense</i> (galho).....	34
Figura 6 - Doseamento de flavonoides das frações de <i>Psidium guineense</i> (galho).....	35
Figura 7 - Doseamento de fenóis de <i>Syzygium cumini</i> , <i>Syzygium malaccense</i> e <i>Psidium guineense</i> (folha). ....	37
Figura - 8 Doseamento de fenóis de <i>Syzygium cumini</i> , <i>Syzygium malaccense</i> e <i>Psidium guineense</i> (galho).....	38
Figura - 9 Doseamento de fenóis de <i>Syzygium cumini</i> , <i>Syzygium malaccense</i> e <i>Psidium guineense</i> (fruto).....	39
Figura - 10 Doseamento de fenóis das frações de <i>Psidium guineense</i> (galho) .....	40
Figura 11 - Placa pré revelação da análise por CCDAE dos extratos <i>Syzygium cumini</i> , <i>Syzygium malaccense</i> e <i>Psidium guineense</i> 41	
Figura 12 - Placa pós revelação da análise por CCDAE dos extratos <i>Syzygium cumini</i> , <i>Syzygium malaccense</i> e <i>Psidium guineense</i> .....	42
Figura 13 - Placa pré revelação da análise por CCDAE das frações de <i>Psidium guineense</i> (galho).....	43
Figura - 14 Placa pós revelação da análise por CCDAE das frações de <i>Psidium guineense</i> (galho).....	44
Figura - 15 Atividade antioxidante de <i>Syzygium cumini</i> , <i>Syzygium malaccense</i> e <i>Psidium guineense</i> (folha) .....	45
Figura - 16 Atividade antioxidante de <i>Syzygium cumini</i> , <i>Syzygium malaccense</i> e <i>Psidium guineense</i> (galho).....	46
Figura - 16 Atividade antioxidante das frações de <i>Psidium guineense</i> (galho).....	47
Figura - 18 Atividade citotóxica de <i>Syzygium cumini</i> , <i>Syzygium malaccense</i> e <i>Psidium guineense</i> .....	48
Figura - 19 Atividade citotóxica das frações de <i>Psidium guineense</i> (galho).....	49

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Rendimento dos extratos brutos de <i>Syzygium cumini</i> , <i>Syzygium malacceense</i> e <i>Psidium guineese</i> .....	32
Tabela 2 - Rendimento das frações de <i>Psidium guineese</i> .....	33
Tabela 3 - Atividade antimicrobiana de <i>Syzygium cumini</i> , <i>Syzygium malacceense</i> e <i>Psidium guineese</i> .....	51

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CCDAE	Cromatografia em Camada Delgada de Alta Eficiência
HPTLC	High Performance Thin Layer Chromatography
RENISUS	Relação Nacional de Plantas Medicinais de interesse ao Serviço Único de Saúde
TLC	Thin-layer chromatography
UV-Vis	Ultravioleta - visível
QE	Equivalente Quercetina
GAE	Equivalente Ácido Gálico
SCG	<i>Syzygium cumini</i> galho
SCFr	<i>Syzygium cumini</i> fruto
SCF	<i>Syzygium cumini</i> folha
SMF	<i>Syzyium malaccense</i> folha
SMG	<i>Syzyium malaccense</i> galho
SMFr	<i>Syzyium malaccense</i> fruto
PGF	<i>Psidium guineense</i> folha
PGG	<i>Psidium guineense</i> galho
PGFr	<i>Psidium guineense</i> fruto
PGGC	<i>Psidium guineense</i> galho ciclohexano
PGGD	<i>Psidium guineense</i> galho diclorometano
PGGA	<i>Psidium guineense</i> galho acetato de etila
PGGM	<i>Psidium guineense</i> galho metanol

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1	OBJETIVOS .....	13
1.1.1	Objetivo Geral.....	13
1.1.2	Objetivos Específicos.....	13
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>14</b>
2.1	FAMÍLIA MYRTACEAE .....	14
2.2	ARAÇÁ DO CAMPO ( <i>Psidium guineense</i> ).....	14
2.3	AZEITONA ROXA ( <i>Syzygium cumini</i> ).....	15
2.4	JAMBO ( <i>Syzygium malaccense</i> ).....	17
2.5	FENÓIS E FLAVONOIDES .....	19
2.6	ANÁLISE POR CROMATOGRAFIA EM CAMADA DELGADA DE ALTA EFICIENCIA (CCDAE).....	19
2.7	ATIVIDADE ANTIOXIDANTE.....	20
2.8	ATIVIDADE ANTIMICROBIANA .....	21
2.9	ATIVIDADE CITOTÓXICA .....	22
2.10	ATIVIDADE BIOLÓGICA DE ESPÉCIES DA FAMÍLIA MYRTACEAE .....	22
2.10.1	Atividade biológica de araçá ( <i>Psidium guineense</i> ).....	23
2.10.2	Atividade biológica de azeitona roxa ( <i>Syzygium cumini</i> ).....	24
2.10.3	Atividade biológica de jambo ( <i>Syzygium malaccense</i> ).....	25
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>26</b>
3.1	COLETA DO MATERIAL BOTÂNICO .....	26
3.2	OBTENÇÃO DO EXTRATO HIDROALCÓOLICO.....	26
3.3	DOSEAMENTO DE FLAVONOIDES.....	26
3.4	DOSEAMENTO DE FENÓIS .....	27

3.5 ANÁLISE POR CROMATOGRAFIA EM CAMADA DELGADA DE ALTA EFICIENCIA (CCDAE).....	27
3.6 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELA CAPTURA DO RADICAL LIVRE (DPPH).....	28
3.7 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA.....	28
3.8 ENSAIO DA CITOTOXICIDADE .....	29
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>31</b>
4.1 RENDIMENTOS OBTIDOS DOS EXTRATO HIDROALCÓOLICO .....	31
4.2 DOSEAMENTO DE FLAVONOIDES .....	32
4.3 DOSEAMENTO DE FENÓIS .....	36
4.4 ANÁLISE POR CROMATOGRAFIA EM CAMADA DELGADA DE ALTA EFICIÊNCIA (CCDAE).....	40
4.5 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE – DPPH.....	44
4.6 ENSAIO DA CITOTOXICIDADE - MTT.....	48
4.7 ATIVIDADE ANTIMICROBIANA .....	50
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>53</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>54</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As plantas são utilizadas com fins medicinais desde os tempos mais remotos, e seu uso vem se perpetuando ao longo das gerações. Existem plantas que são utilizadas simultaneamente como alimento e como medicamento. Algumas ainda como alface foram inicialmente utilizadas como medicamento (como calmante) e posteriormente incorporados a dieta ocidental na forma de saladas ou de acompanhamento de sanduiches.

Entre as plantas arbóreas e arbustivas diversos representantes da família Myrtaceae, família botânica cuja ocorrência se dá no Hemisfério Sul principalmente em regiões tropicais da Austrália e da América do Sul podem ser utilizadas com essa dupla finalidade, ou seja, alimento/fitoterápico. Em relação aos frutos estes são sem dúvida, os mais utilizados na alimentação tanto na forma *in natura* como também em produtos com maior valor agregados como polpa congelada, geleias e doces. O uso de representante desta família como fitoterápico se dá principalmente por meio do uso de cascas, galhos e folhas.

*Syzygium cumini*, *Syzygium malacceense* e *Psidium guineense* representam três espécies da família Myrtaceae disseminadas em quintais e pomares tanto de regiões rurais como urbana, podendo ser encontrada inclusive em praças e parques público e pode representar uma fonte de renda a pequenos agricultores, sobretudo aqueles localizados próximos as cidades.

Neste sentido, a possibilidade da utilização de galhos e folhas das árvores/arbustos concomitantemente a exploração dos frutos agrega valor comercial gerando uma fonte alternativa de renda, além de promover sistema de podas que maximizam a produtividade agrícola destas plantas.

Entretanto, em relação exploração de produtos naturais existe a necessidade de validação do conhecimento popular, tanto por meio da caracterização das substâncias presentes nestas plantas, como a possibilidade ou não de utilização destes ativos. Neste sentido, a caracterização dos perfis fitoquímico destas espécies e da determinação das

atividades metabólicas por meio de bioensaios são fundamentais para a utilização deste recurso.

O objetivo deste trabalho foi verificar o perfil fitoquímico, citotóxico e antimicrobiano de *Syzygium cumini*, *Syzygium malaccense* e *Psidium guineense*, além de realizar bioensaios para verificar as possíveis aplicações destes recursos como fitoterápicos.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

A partir de extratos etanólicos de folhas, galhos e frutos de *Syzygium cumini* (azeitona roxa), *S. malaccense* (jambo) e *Psidium guineense* (araçá do campo) verificar o perfil fitoquímico além de observar o potencial bioativo destes extratos por meio do potencial antioxidante, antimicrobiano e citotóxico destes extratos.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

1. Avaliar o conteúdo de fenóis e flavonoides de três fontes sustentáveis de obtenção de matéria-prima (*S. cumini*, *S. malaccense* e *P. guineense*) a partir da análise de folhas, galhos e frutos;
2. Determinar o perfil fitoquímico a partir da técnica de cromatografia em camada delgada de alta eficiência (CCDAE);
3. Avaliar a bioatividade destes extratos por meio de ensaios da atividade antioxidante, antimicrobiano e citotóxica;
4. A partir dos resultados obtidos em 1, 2 e 3 fracionar e analisar o extrato com melhor desempenho na atividade biológica.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 FAMÍLIA MYRTACEAE

A família Myrtaceae, do grego *myrtus* = perfume, pertence a ordem Myrtales ou Myrtiflorae, possui cerca de 140 gêneros e aproximadamente 5.600 espécies entre árvores e arbustos. Essa família se divide em duas grandes subfamílias; a) Leptospermoideae que apresentam folhas alternadas e frutos secos como os Eucaliptos; b) Myrtoideae que apresentam folhas opostas e frutos carnosos (LEGRAND; KLEIN, 1978). As Myrtoideae são encontradas principalmente distribuídas pela América do Sul e América Central, por outro lado, Leptospermoideae apresentam uma maior concentração de espécies na Austrália, embora representantes das duas subfamílias ocorram em outras regiões do mundo (WILSON et al, 2001; THE PLANT LIST, 2018).

Segundo o Anuário Estatístico da Associação Brasileira dos Produtores de Floresta Plantada (ABRAF) (2013), várias espécies de Myrtaceae ocorrem no território brasileiro, predominantemente a Floresta Atlântica, tendo cultivos comerciais implantados principalmente no Sul e Sudeste.

Myrtaceae possui espécies arbóreas ou arbustivas. Pode ocorrer cauliflora (ex jabuticaba). As flores são hermafroditas, na maioria das vezes brancas, mas podem apresentar coloração avermelhada, com receptáculo desenvolvido e podendo apresentar múltiplos óvulos. O fruto pode ser do tipo baciforme, e as sementes podem ser tipo aladas (JOLY, 1998; WILSON et al., 2001).

### 2.2 ARAÇÁ DO CAMPO (*Psidium guineense*)

O gênero *Psidium* constitui mais de 100 espécies (LANDRUM; KAWASAKI, 1997), compreendendo espécies frutíferas comestíveis, ornamentais e madeiraira (VIEIRA et al, 2010). As espécies do gênero mais exploradas pela humanidade são *Psidium guajava* (goiabeira) e *Psidium guineense* (Araçá). Essas duas espécies também

são reconhecidas e utilizadas como plantas medicinais, para o tratamento de distúrbios do trato urinário e distúrbios gástricos devido à presença de compostos com atividades farmacológicas, tais como flavonoides, monoterpenos, triterpenos, sesquiterpenos e taninos (GUTIERREZ et al., 2008; RAJA; SUNDAR, 2012).

A espécie *Psidium guineense* conhecida popularmente como araçá, araçá do campo, araçá verdadeiro, araçá mirim, araçá pedra, araçazinho é um arbusto que pode atingir mais de 2 metros de altura (Figura 01 A), tem tronco de casca lisa, seus frutos são pequenos e globosos (Figura 01 B), de coloração amarelada, semelhante a goiaba, porém mais macio e com perfume acentuado (GONZALÉZ et al., 2005).

**Figura 1:** *Psidium guineense* (Araçá – do – campo); A) Detalhe do arbusto B) Frutos em corte transversal



**Fonte:** O Autor, 2017.

O araçazeiro é economicamente explorado devido a boa aceitação do consumo de seus frutos, que apresenta elevado teor de vitamina C e sais minerais, alta capacidade de dispersão, frutificação e resistência a pragas (RASEIRA; RASEIRA, 1994; MANICA et al., 2000).

### 2.3 AZEITONA ROXA (*Syzygium cumini*)

A azeitona roxa é uma árvore pertencente à família Myrtaceae, classificada inicialmente como *Eugenia jambolana* e posteriormente, como *Syzygium cumini* (Figura 02). Nativa da Índia ocorre nas regiões dos trópicos e também regiões subtropicais como Flórida, Califórnia, Argélia e Israel (ROSS, 1999; MAHMOUD et al., 2001). No Brasil é facilmente encontrado em regiões de clima quente e úmido, como na região norte, nordeste e nas áreas quentes da região Sudeste (DANADIO et al., 1998).

O fruto de *Syzygium cumini* é conhecido popularmente no Brasil como azeitona, azeitona-roxa, azeitona preta, jamelão, jambolão, azeitona-do-nordeste e em vários outros países como ‘jamun’, ‘jambolan’, ‘jambolana’, ‘jambol’, ‘jambul’ (Ásia), fauxpistachier (França) ‘blackplum’, ‘indianblackberry’ (Inglaterra) jambal, duhat (Finlândia) (OLIVEIRA e AKISUE, 2000; GARCIA, POLO e IHA, 2003; RUFINO, 2008).

**Figura 2:** Exemplar de azeitona roxa (*Syzygium cumini*)



**Fonte:** O Autor, 2017.

É uma árvore que pode atingir entre 15 a 20 metros de altura, de caule geralmente tortuoso (RUFINO, 2008). Sua copa é frondosa, com projeção de 3 a 4,5 metros de diâmetro, apresenta folhagem abundante, ramos de coloração acinzentada, com fissuras escuras e cicatrizes foliares bastante evidentes. As flores estão arranjadas em inflorescências, de coloração branca a creme, axilares, racemosas, plurifloras

compostas (OLIVEIRA e AKISUE, 2000; MIGLIATO, 2005). Adapta-se bem em qualquer tipo de solo e a climas quentes e úmido (DONADIO et al., 1998).

O fruto é pequeno, de forma elipsoide, de casca fina e coloração roxa escura quando madura. Sua polpa, também roxa, é carnosa e pouco caldosa, e envolve uma única semente. De sabor agridoce, pouco adstringente, porém agradável ao paladar. Nas épocas de safras, as árvores ficam carregadas de frutos e quando maduros, despencam e se acumulam no solo, os frutos da *S. cumini* são principalmente consumidos *in natura*. (SÁ, 2008; LI, 2009).

#### 2.4 JAMBO (*Syzygium malaccense*)

A espécie *Syzygium malaccense*, popularmente conhecida como jambo vermelho, é uma fruteira originalmente da Índia, sendo disseminada no sudoeste da Ásia, podendo ser encontrada na América central (Belize, El Salvador e Costa Rica) e América do Sul (no Equador, Brasil e Venezuela) (VALERA, 2012; GARCÍA, 2016). No Brasil, especificamente, é localizado nas regiões mais quentes, como no Nordeste, Sudeste e alguns lugares da região Sul (CRUZ; KAPLAN, 2004).

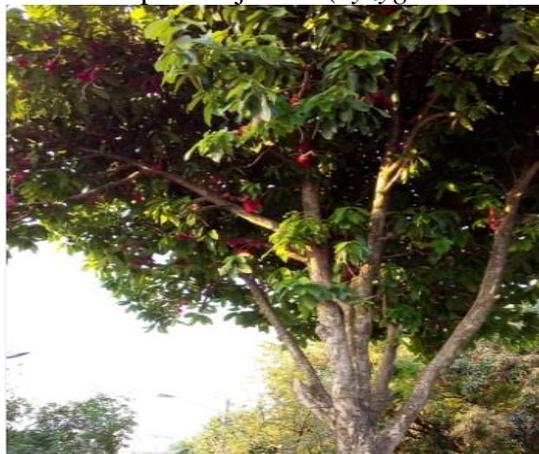
A árvore do jameiro pode atingir até 20 metros de altura (Figura 03), possui copa piramidal densa e tronco longo e reto. As folhas são de coloração verde escura, lustrosas na parte superior e opacas na parte inferior. Em relação a forma das folhas, oblongas, elípticas, coriáceas, medindo entre 20 e 22 cm de comprimento e em torno de 9 cm de largura (WHISTLER; ELEVITCH, 2006).

As flores são do tipo hermafroditas possuem coloração avermelhada, com 4 sépalas e pétalas e numerosos estames (cerca de 350), atingindo 3 a 4 cm de comprimento. O jameiro vermelho apresenta 2 a 3 períodos de florescimento (DONADIO et al., 1998).

Os jambos são carnosos e suculentos, de polpa branca, a casca é fina e lisa, de coloração vermelho escuro quando maduros, com uma semente grande que aumenta conforme o amadurecimento do fruto (TODD, 2005; AZEVÊDO et al., 2010). Quanto a

sua forma, de elíptica à oval (AUGUSTA et al.; 2010). Apresenta ainda, sabor levemente ácido, agradável ao paladar, semelhante ao da maçã e exala um perfume similar ao de uma rosa (CAVALCANTE, 1991; TODD, 2005).

**Figura 3:** Exemplar de jambo (*Syzygium malaccense*)



**Fonte:** O Autor, 2017.

O jambo é normalmente consumido fresco, podendo ser utilizado para a produção de doces, geleias, polpa para suco, néctares, sorvetes, além do aproveitamento das cascas para obtenção de farinhas utilizadas para enriquecer alimentos ou até mesmo para obtenção de corantes naturais. Por não serem comuns, essas opções de consumo e produção regional são alternativas para comercialização em mercados locais (AUGUSTA, 2011).

Se tratando das propriedades nutricionais, vários estudos ressaltaram que a polpa de jambo, pode-se encontrar de água, carboidratos, proteína, fibras alimentares, carotenoides e traços de vitamina B2 e B1. Além disso, a polpa fresca do jambo é uma fonte rica de açúcares redutores e fibras. Já a casca apresenta quantidades elevadas de lipídios e compostos bioativos, sobretudo antocianinas (FALCÃO et al., 2002; BATISTA et al., 2017).

## 2.5 FENÓIS E FLAVONOIDES

Os fenóis são encontrados em grandes quantidades e bastante variados na natureza, estando inclusos em praticamente todos os tipos de metabolitos secundários. Eles podem ser incluídos em várias categorias tais como fenóis simples, ácidos fenólicos, taninos, cumarina, flavonoides, ligininas (SANTOS; BLATT, 1998).

Os compostos fenólicos são moléculas heterogêneas que contêm na sua estrutura grupos benzênicos, que podem ser substituídos por grupamentos de hidroxilas. Sendo largamente encontrados na natureza nos frutos (BERNARDES et al., 2011).

Os flavonoides são pigmentos naturais que estão presentes nos vegetais e que protegem o organismo dos males produzidos pelos agentes antioxidantes tais como poluição ambiental, raios ultravioletas e algumas substâncias químicas que os alimentos possuem. Entretanto o organismo não produz esse tipo de composto sendo necessário a obtenção através dos alimentos (FLÓREZ et al., 2002).

Constituem um dos grupos de compostos fenólicos mais importantes dentre os produtos naturais. Podendo ser encontrados em sementes, raízes, caules, flores, frutas e vegetais. Eles são produzidos a partir das vias do ácido acético e do ácido chiquímico. São encontrados sob duas formas os glicosídeos metilados ou como agliconas (COUTINHO; MUZITANO; COSTA, 2009).

## 2.6 ANÁLISE POR CROMATOGRAFIA EM CAMADA DELGADA DE ALTA EFICIENCIA (CCDAE)

A técnica de cromatografia é baseada no método de distribuição de moléculas de uma amostra, entre uma estrutura adequada (fase estacionaria), e um solvente ou misturas de solventes (fase móvel). Este método pode ser aplicado para várias formas de procedimentos, como análises de alimentos e bebidas, de suplementos dietéticos, amostras clínicas, poluentes ambientais, além de análises de medicamentos sintéticos à base de plantas (SHERMA, 2008).

A Cromatografia em Camada Delgada de Alta Eficiência (CCDAE) é uma técnica que foi desenvolvida recentemente. Dispõe de equipamentos avançados, sendo uma técnica automatizada e de alto desempenho, podendo ser utilizada para análises qualitativas e quantitativas, necessitando de metodologias padronizadas para desenvolvimento, otimização, documentação e uso de métodos (HUSAIN, 2004).

Este método é bastante promissor, pela grande variedade de vantagens, como precisão do método e análise da separação de compostos, sendo um processo de separação fácil, podendo combinar, e usar, diferentes formas de avaliação, permitindo a identificação de compostos através da diferença de coloração e características de absorção de luz diferenciadas. Após separação dos compostos, as placas podem ser guardadas por um longo período. As amostras podem ser, adicionalmente, analisadas na mesma placa, tornando-se uma análise rápida e de baixo custo (KALASZ, 2001).

## 2.7 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Os radicais livres atuam em diversos processos no organismo e encontram-se envolvido na fagocitose, regulação do crescimento, produção de energia entre outros. Porém seu excesso é prejudicial, causando danos ao DNA, organelas celulares, proteínas. Por esses motivos, muitas vezes, encontram-se envolvidos em várias patologias como envelhecimento precoce, câncer, doenças degenerativas, cardiovasculares. Para combater esses radicais o corpo produz substâncias que são capazes de prevenir ou regenerar os danos oxidativos, exercendo sua função antioxidante (DAVID et al., 2010).

Substâncias antioxidantes são aquelas que retardam a oxidação, através de um ou mais mecanismos. Esses antioxidantes podem ser naturais ou sintéticos. Os sintéticos de maior destaque são BHT (hidroxitolueno de butila) e BHA (hidroxianisol de butila) e os naturais de maior destaque são o ácido ascórbico e vitamina E. Outro potente antioxidante são os compostos fenólicos que podem agir como redutores de oxigênio (ALMEIDA et al., 2006).

O melhor ensaio para avaliar a capacidade antioxidante de um composto é através de células vivas, porém a maioria dos modelos utilizados são os baseados na química de radicais livres. O método mais usado é DPPH (FILHO CAVALCANTI, 2014).

O método DPPH baseia-se na transferência de elétrons onde, através da ação de um antioxidante, o DPPH que tem cor roxa é reduzido produzindo difenil-picril-hidrazina, de coloração amarelada, com o desaparecimento da absorção, podendo a mesma ser observada pela redução da absorbância. Com base nos resultados encontrados determina-se a porcentagem de atividade antioxidante (NASCIMENTO et al., 2011).

## 2.8 ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

Desde a antiguidade, mesmo antes de a humanidade descobrir a existência de micro-organismos, já se tinha a ideia de que algumas plantas possuíam potencial para cura pela sua atuação frente a micro-organismos patogênicos, o que atualmente se caracteriza como princípios antimicrobianos, analgésico, anti-inflamatórios entre outros (RÍOS, 2005).

Na atualidade ainda os seres humanos são frequentemente acometidos por vários tipos de micro-organismos como bactérias, vírus, fungos entre outros (CHO et al., 2005). Entretanto a utilização de forma inadequada de antibióticos tem contribuído cada vez mais para o surgimento de micro-organismos resistentes a diversos tipos de medicamentos (SILVA et al., 2018).

A descoberta de novos agentes antimicrobianos é relevante a medida de que novas cepas resistentes a antibióticos surgem. Neste sentido as plantas medicinais são de grande importância visto que sintetizam uma gama de substâncias que possuem propriedades antimicrobianas o que revisa e demonstra a importância das plantas como fonte de novos antimicrobianos (DUARTE, 2006).

## 2.9 ATIVIDADE CITOTÓXICA

Estudos revelam que chás de plantas medicinais podem ser tóxicos para o ser humano, entretanto utilizados de forma correta e com seus efeitos comprovados eles podem combater patologias mutagênicas que estejam acometendo seres humanos (BAGATINI; SILVA; TEDESCO, 2007).

Vários compostos químicos como fenóis, flavonoides, taninos entre outros podem causar benéficos ou malefícios para o organismo. Onde a citotoxicidade desses compostos é verificada através de disfunções que essas substâncias possam causar nas células que estão sendo testadas (SOUZA et al., 2015).

Ainda segundo Perón e colaboradores 2008, tanto os medicamentos sintéticos quanto as plantas medicinais possuem compostos bioativos que agem no organismo, sendo necessário estudos do seu potencial citotóxico. Para assim poderem ser criadas estratégias para sua melhor utilização.

## 2.10 ATIVIDADE BIOLÓGICA DE ESPÉCIES DA FAMÍLIA MYRTACEAE

As folhas, cascas e frutos das espécies de Myrtaceae são comumente utilizadas na medicina popular, sendo conhecidas pelos potenciais anti-inflamatórios, antioxidantes, antimicrobianos, antidiarreicos, antireumáticos e hipocolesterolêmicos (STEFANELLO et al., 2011).

A Relação Nacional de Plantas Medicinais de interesse ao Serviço Único de Saúde (RENISUS) criada pelo Ministério da Saúde, aprovou uma relação de 71 espécies de plantas com potencial terapêutico, na qual se encontram 4 espécies de Myrtaceae: *Eugenia uniflora* L., *Eucalyptus globulus* Labill., *Psidium guajava* L. e *Syzygium cumini* (L.) Skeels (RENISUS, 2009). Todas as espécies aprovadas na lista são de interesse ao SUS, que apoia e estimula estudos e pesquisas que viabilizem a padronização e produção de fitoterápicos que poderão ser oferecidos a população (RENISUS, 2009).

Os estudos realizados acerca dos constituintes de Myrtaceae visam respaldar o uso popular através da investigação científica, que compreende os aspectos botânicos, fitoquímicos e atividades biológicas, considerando além da importância medicinal e alimentar, a relevância econômica e ecológica (DEFAVERI et al., 2011; FURTADO et al., 2015; AZEVEDO, 2014; FAITANIN, 2016).

#### 2.10.1 Atividade biológica de araçá (*Psidium guineense*)

O araçá (*P. guineenses*) é amplamente utilizado na medicina popular para o tratamento de infecções do trato gastrointestinal e geniturinário, tratamento de cólicas intestinais, diarreias, gastroenterites e gastrites (CRUZ, 1995), sendo essas funcionalidades médicas associadas à presença de flavonóides e taninos em seus frutos e em suas folhas (NEIRA CONZALEZ et al, 2005).

O constante uso de *P. guineense* pelos populares impulsionou pesquisas acerca de seu potencial farmacológico. Análises físico-químicas (CALDEIRA et al., 2004), e principalmente, da atividade antimicrobiana (FERNANDES et al., 2011; RODRIGUES et al 2014; MAIA et al., 2016) antifúngica e bactericida (LAPENA et al., 2003), antioxidante (GORDON et al., 2011), hipoglicemiante (BALISTEIRO et al., 2011) e toxicidade com *Artemia salina* (SANCHES; NEIRA, 2005) contribuem para o conhecimento do potencial terapêutico dessa espécie.

As raízes de *P. guineense* possuem propriedades antidiarréicas e diuréticas, e devido a isso são usadas tradicionalmente pela população brasileira. Fernandes e colaboradores (2012) verificou o efeito inibitório do extrato de *P. guineense* sobre o crescimento de *S. aureus* quando associados a medicamentos como beta-lactâmicos, carbapenêmicos e fluoroquinolonas, este fenômeno ocorre devido a ação sinérgica entre antibióticos e extrato. González (2005) demonstrou em seus estudos, o potencial antimicrobiano do extrato etanólico da polpa do fruto de *P. guineense*, relacionando essa ação a presença de flavonóides, guaijaverina e quercetina que tiveram atividade sobre cepas de *S. mutans*.

### 2.10.2 Atividade biológica de azeitona roxa (*Syzygium cumini*)

As casca, sementes e folhas *S. cumini* são conhecidos na medicina popular por serem ricos em óleos voláteis, podendo ser preparados como extrato aquoso, etanólico, decocção ou como suco, especialmente para o tratamento do diabetes (BONA et al., 2010).

Uma característica marcante do fruto, é a forte pigmentação na casca e polpa, reputado por causar manchas permanentes na pele, roupas, e pinturas dos automóveis, motivo pelo qual se deve ter cautela em seu manuseio. O pigmento se deve à presença de antocianinas, conferindo alta solubilidade em misturas aquosas. Além das antocianinas, várias substâncias fazem parte da composição química, as quais conferem as características de cor e sabor (LI, 2009).

De acordo com Costa e colaboradores (2009) o preparo de chás da casca do caule da azeitona é utilizado para fazer gargarejo para tratar infecções na garganta, ulcerações aftosas, estomatites entre outras doenças ou inflamações da cavidade bucal.

O caule e a casca do fruto apresentam propriedades que pode diminuir os níveis de glicose no sangue ajudando dessa forma no controle da diabetes; possui também efeitos antioxidantes devido a presença de ácido elágico, o que confere atividade anticarcinogênica, antimicrobiana e antiinflamatória (LORENZI & MATOS, 2002; VIZZOTO & FETTER, 2009). Já a casca do caule, como relatam Ayyanar e Subash-Babu (2012), é rica em flavonoides, quercetina, miricetina, ácido gálico, taninos, campferol, bergeninas e ácido elágico.

Algumas das substâncias já identificadas principalmente nas folhas foram saponinas, taninos, ácido gálico, canferol, miricetina, ácido elágico, ácido clorogênico, quercetina, nilocitina,  $\beta$ -sitosterol e ácido betulínico metilgalato (LOGUÉCIO et al., 2005; MIGLIATO, 2006; SWAMI et al., 2012).

### 2.10.3 Atividade biológica de jambo (*Syzygium malaccense*)

As frutas do jambo vermelho apresentam efeito protetor ao organismo auxiliando na diminuição de inflamações, doenças cardiovasculares e doenças degenerativas, além de serem considerados excelente fonte de antioxidantes (FALCÃO; PARALUPP; CLEMENTE, 2002; AUGUSTA et al., 2010; FIGUEIRÔA, 2013).

Em uma pesquisa realizada por Peixoto e colaboradores em 2016, demonstraram que o metabolito de maior prevalência encontrado no fruto de jambo corresponde à antocianina. Este composto é largamente utilizado como pigmento natural o que vem despertando grande interesse pelos seus benefícios.

Dentre os compostos já identificados a cianidina 3- glicosídeo foi o principal metabolito encontrado no jambo vermelho. Esse composto está relacionado com a minimização dos processos inflamatórios, além de prevenir a obesidade (BATISTA et al., 2017; NUNES et al., 2016; PEIXOTO et al., 2016).

Pela sua ocorrência farta no nordeste brasileiro e frequente uso popular e pelo potencial uso em sistemas de agricultura urbana, sistemas agro-florestais e agricultura familiar, as espécies *Syzygium cumini* (azeitona roxa), *Syzygium malaccense* (jambo) e *Psidium guineense* (araçá do campo), foram selecionadas neste trabalho para serem identificadas a presença de fenóis e flavonoides utilizando a tecnologia de cromatografia em camada delgada de alta eficiência (CCDAE), também foram verificadas o potencial antioxidante, antimicrobiano e citotóxico destes extratos.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 COLETA DO MATERIAL BOTÂNICO

As espécies *Syzygium cumini* e *Syzygium malaccense* foram coletadas no Campus Recife da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (Pernambuco, Brasil), localizado -8.0449447, -34.946582. Já a espécie *Psidium guineense* foi coletada no Assentamento Chico Mendes, no município de São Lourenço da Mata - PE, a 7 km da cidade do Recife localizado -7.9535530, -35.1084190.

#### 3.2 OBTENÇÃO DO EXTRATO HIDROALCÓOLICO

As plantas foram separadas e secadas em estufa com circulação forçada de ar a 42 °C. O material seco foi triturado e colocado em um percolador com álcool etílico 70% (v/v) durante 4 ciclos de 48 horas. Em cada ciclo o sobrenadante foi retirado e mais álcool adicionado. Posteriormente o extrato foi submetido à destilação sob vácuo em evaporador rotativo e em seguida levado ao dessecador, para retirada total do solvente. Após a extração foi verificado o rendimento do extrato bruto.

Os testes foram realizados com os extratos brutos de *Syzygium cumini* folha (SCF), *Syzygium cumini* galho (SCG), *Syzygium cumini* (SCFr), *Syzygium malaccense* folha (SMF), *Syzygium malaccense* galho (SMG), *Syzygium malaccense* fruto (SMFr), *Psidium guineense* folha (PGF), *Psidium guineense* galho (PGG) e *Psidium guineense* fruto (PGFr).

#### 3.3 DOSEAMENTO DE FLAVONOIDES

O protocolo consistiu em pipetar 1 mL do extrato em tubo de ensaios (1 mg.mL<sup>-1</sup>) e, após essa adição, adicionou-se aos tubos 1 mL de cloreto de alumínio (AlCl<sub>3</sub>, 5 %)

(hexahidratado) em metanol e 2 mL de metanol. Aguardou-se 30 minutos no escuro e se procedeu a leitura em espectrofotômetro a 425 nm. Para o experimento, foi preparado o branco utilizando-se 3 mL de metanol e 1 mL de cloreto de alumínio. Foi utilizado como padrão a quercetina, nas concentrações de 1000, 500, 250  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  para a construção da curva de calibração. A partir da equação da reta obtida, realizou-se o cálculo do teor de flavonoides, expresso em equivalente quercetina de amostra (mg de QUE/g de extrato).

### 3.4 DOSEAMENTO DE FENÓIS

Uma solução metanólica do extrato na concentração de 1  $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$  foi utilizada na análise. A mistura de reação foi preparada misturando-se 0,5 ml de solução metanólica de extrato com 2,5 mL de reagente de Folin-Ciocalteu (10%) e 2,5 mL de  $\text{NaHCO}_3$  a 7,5 %. As amostras foram em seguida incubadas num banho termostatizado a 45 °C durante 45 min. As amostras foram preparadas em triplicata (1000, 500, 250  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ) para cada análise e o valor médio de absorvância foi obtido. A absorvância foi determinada usando o espectrofotômetro de UV-Vis com a leitura do comprimento de onda a 765 nm ( $\lambda$ ). O branco foi preparado concomitantemente, à partir de 0,5 ml de metanol, 2,5 mL de reagente de Folin-Ciocalteu (10 %) e 2,5 mL de 7,5 % de  $\text{NaHCO}_3$ . O mesmo procedimento foi repetido para a solução padrão de ácido gálico. Em seguida, o conteúdo de compostos fenólicos presentes em extratos foi expresso em termos de equivalentes de ácido gálico (mg de GA. $\text{g}^{-1}$  de extrato) (STANKOVIC, 2011).

### 3.5 ANÁLISE POR CROMATOGRAFIA EM CAMADA DELGADA DE ALTA EFICIENCIA (CCDAE)

O módulo HPTLC (CAMAG Inc., Swiss) é composto de um TLC automático, câmara de desenvolvimento automática ADC2 e software integrado WINCATS (versão 1.4.46337). A fase estacionária foi a placa de vidro de sílica gel pré-revestida 60F254

(10 cm x 10 cm) adquirida da E. Merck (Darmstadt, Alemanha). Alíquotas de cada um dos extratos foram aplicados separadamente (amostras e padrões) na placa em bandas largas de 9,5 mm com distância de 8 mm do fundo e 20 mm do lado, e o espaço entre dois pontos foi de 12 mm, com taxa de aplicação constante de 150 nL.s<sup>-1</sup> um fluxo de gás N<sub>2</sub>. O primeiro estágio foi chamado de pré-revelação, onde as placas permaneceram vazias e o segundo estágio foi chamado de pós-revelação, aplicando o reagente NEU comercialmente adquirido (Merck KgaA, Alemanha), onde as concentrações foram inseridas e as bandas identificadas.

### 3.6 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELA CAPTURA DO RADICAL LIVRE (DPPH)

A partir do extrato etanólico foram preparadas soluções das amostras nas seguintes concentrações: 100, 80, 60, 40, 20 e 10 µg.mL<sup>-1</sup>. Um controle negativo foi feito pela adição de etanol e DPPH e o controle positivo foi feito pela adição de solução de um ácido ascórbico e DPPH. Adicionou-se a cada concentração de extrato etanólico uma solução de DPPH 300 µM, exceto nos brancos, onde foi adicionado o solvente (NASCIMENTO et al., 2011). Após a adição do DPPH, esperou-se 40 minutos e procedeu-se a leitura no espectrofotômetro a 515 nm (NASCIMENTO et al., 2011). A capacidade de eliminar o radical DPPH (% de atividade antioxidante) foi calculada utilizando-se a seguinte equação:

$$\text{Eliminação [DPPH] (\%)} = \frac{(\text{Abs controle} - \text{Abs amostra})}{\text{Abs controle}} \times 100$$

### 3.7 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

A atividade antimicrobiana do extrato etanólico foi avaliada pelo método de difusão em disco de papel em meio gelosado utilizando como meio de cultura, o Müller Hinton para bactérias e Sabouraud para a levedura (BAUER et al, 1966). As suspensões

padronizadas dos micro-organismos teste foram semeadas na superfície do meio, em placas de Petri, contendo 18 mL do meio, com auxílio de Swab. Foram utilizados discos de 6 mm de diâmetro embebidos com a solução a  $100 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$  do extrato em estudo, dissolvido em dimetilsulfóxido (DMSO), ficando cada disco a uma concentração de 2000 mg. As placas foram incubadas a  $35 \text{ }^\circ\text{C}$  ou  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ , durante 24 ou 48 horas, dependendo das exigências dos micro-organismos. Os testes foram realizados em triplicata e os resultados expressos em mm, obtidos pela média aritmética do diâmetro dos halos de inibição formado ao redor dos discos, nas 3 repetições. O teste controle foi realizado com discos embebidos em DMSO. Os antibióticos Canamicina e Cetoconazol foram utilizados no teste como padrão na concentração de 30 e 50  $\mu\text{g}$  por disco, respectivamente.

Foram utilizadas as bactérias Gram positivas: *Staphylococcus aureus* (DAUFPE 01), *Micrococcus luteus* (DAUFPE 06), *Bacillus subtilis* (DAUFPE 16), *Enterococcus faecalis* (DAUFPE 138); Gram negativas: *Pseudomonas aeruginosa* (DAUFPE 39), *Escherichia coli* (DAUFPE 224), *Serratia marcescens* (DAUFPE 398), Álcool-ácido resistente: *Mycobacterium smegmatis* (DAUFPE 71) e levedura: *Candida albicans* (DAUFPE 1007). Todos os micro-organismos estão depositados na Coleção de Micro-organismo do Departamento de Antibióticos da UFPE.

### 3.8 ENSAIO DA CITOTOXICIDADE

A linhagem neoplásica HeLa (carcinoma uterino humano) foi obtida do banco de células de Portugal, e mantida em estufa a  $37 \text{ }^\circ\text{C}$  contendo 5 % de  $\text{CO}_2$ , em meio específico DMEN, com 10 % de soro fetal bovino, e 1 % de Penicilina e de Estreptomicina. Para o repique utilizou-se de tripsina/EDTA (0,25 %).

As células foram plaqueadas numa densidade  $1 \times 10^5$  (linhagem aderida), por poço em placas de 96 poços. As linhagens neoplásicas foram tratadas com os compostos na concentração única de  $50 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  e em seguida incubadas por 72 horas. Após este período 25  $\mu\text{L}$  de MTT foi adicionado e as células foram reincubadas por 3 h. A absorbância foi lida após dissolução do precipitado com 100  $\mu\text{L}$  de DMSO em

espectrofotômetro de placa a 595 nm. Os experimentos foram realizados em quadruplicatas. A citotoxicidade foi calculada utilizando-se a seguinte equação:

$$\text{Citotoxicidade (\%)} = 1 - \frac{(\text{Abs controle} - \text{Abs amostra})}{\text{Abs controle}} \times 100$$

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 RENDIMENTOS OBTIDOS DOS EXTRATO HIDROALCÓOLICO

**Tabela 01:** Rendimento dos extratos brutos de *Syzygium cumini*, *Syzygium malacceense* e *Psidium guineese*.

<b>Plantas</b>	<b>Rendimento (%)</b>
<i>Syzygium cumini</i> Folha	9,85%
<i>Syzygium cumini</i> Fruto	9,53%
<i>Syzygium cumini</i> Galho	5,59%
<i>Syzygium malacceense</i> Folha	20,40%
<i>Syzygium malacceense</i> Fruto	43,15%
<i>Syzygium malacceense</i> Galho	41,27%
<i>Psidium guineese</i> Folha	19,24%
<i>Psidium guineese</i> Fruto	24,13%
<i>Psidium guineese</i> Galho	2,19%

**Fonte:** O autor, 2018.

O extrato do araçá galho foi fracionado onde obteve-se as frações *Psidium guineese* galho ciclohexano (PGGC), *Psidium guineese* galho diclorometano (PGGD), *Psidium guineese* galho acetato de etila (PGGA) e *Psidium guineese* galho metanol (PGGM).

**Tabela 02:** Rendimento das frações de *Psidium guineense*.

<b>Frações <i>Psidium guineense</i> Galho</b>	<b>Rendimento (%)</b>
<i>Psidium guineense</i> Ciclohexano	10,46%
<i>Psidium guineense</i> Diclorometano	8,23%
<i>Psidium guineense</i> Acetato de Etila	29,14%
<i>Psidium guineense</i> Metanol	49,81%

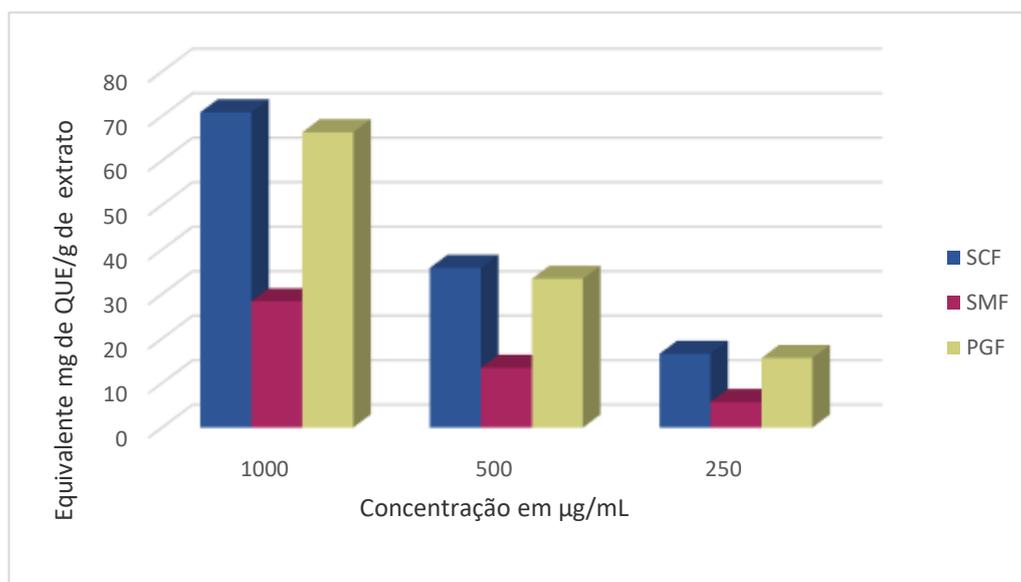
**Fonte:** O autor, 2018.

#### 4.2 DOSEAMENTO DE FLAVONOIDES

Dentre as amostras testadas, os frutos das três espécies analisadas não apresentaram flavonoides. Já na análise das amostras de galhos e folhas foi possível observar a presença desse composto.

No estudo realizado com as folhas de azeitona, jambo e araçá, na concentração de 1000 µg/mL, os valores desse doseamento ficaram entre 28,37 mg QE e 70,83 mg QE (Figura 04). SCF (70,83 mg QE) e PGF (66,40 mg QE) apresentaram a maior quantidade do composto, quando comparados com o SMF que apresentou 28,47 mg QE. Ao comparar as três espécies em diferentes concentrações, não houve diferença entre PGF e SCF ( $p > 0,05$ ), entretanto houve diferença entre PGF e SMF ( $p < 0,05$ ) como também entre SCF e SMF.

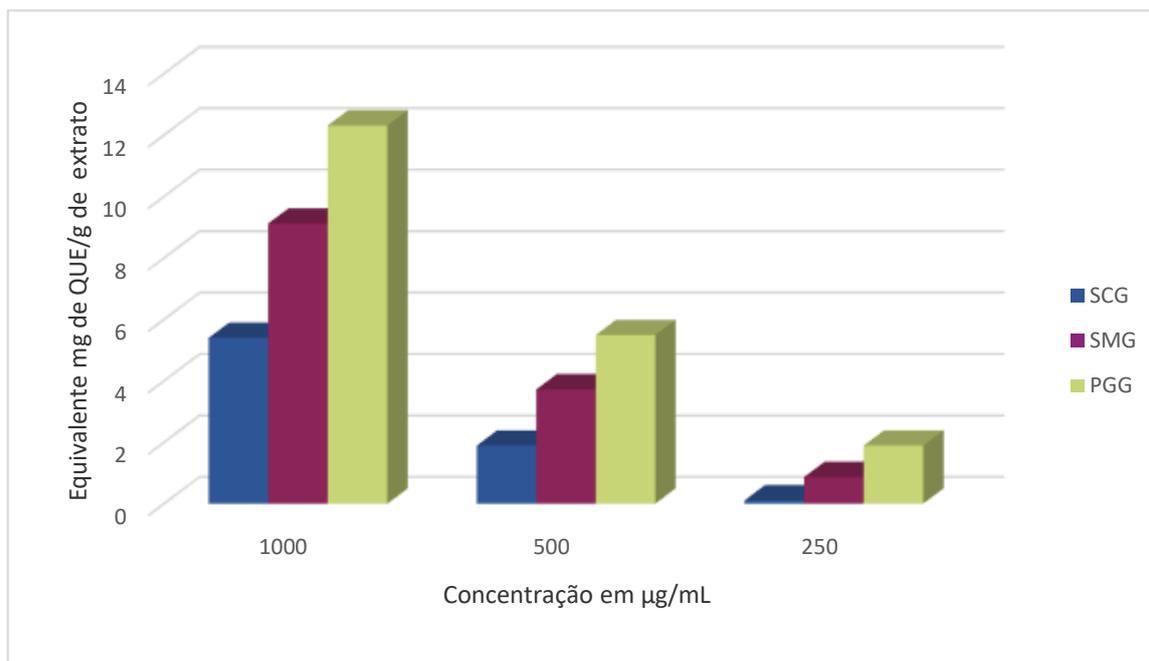
**Figura 04:** Doseamento de flavonoides de *Syzygium cumini*, *Syzygium malacceense* e *Psidium guineese* (folha).



**Fonte:** O autor, 2017.

Os galhos das espécies estudadas apresentaram flavonoides que variaram entre 12,31 e 5,40 mg QE na maior concentração testada. No qual SCG, SMG e PGG apresentaram 5,4 mg QE, 9,12 mg QE e 12,31 mg QE respectivamente (Figura 05). Onde ficou evidenciado que PGG possui resultados mais expressivos que as outras espécies analisadas. Quando comparadas entre si, as três espécies apresentaram diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

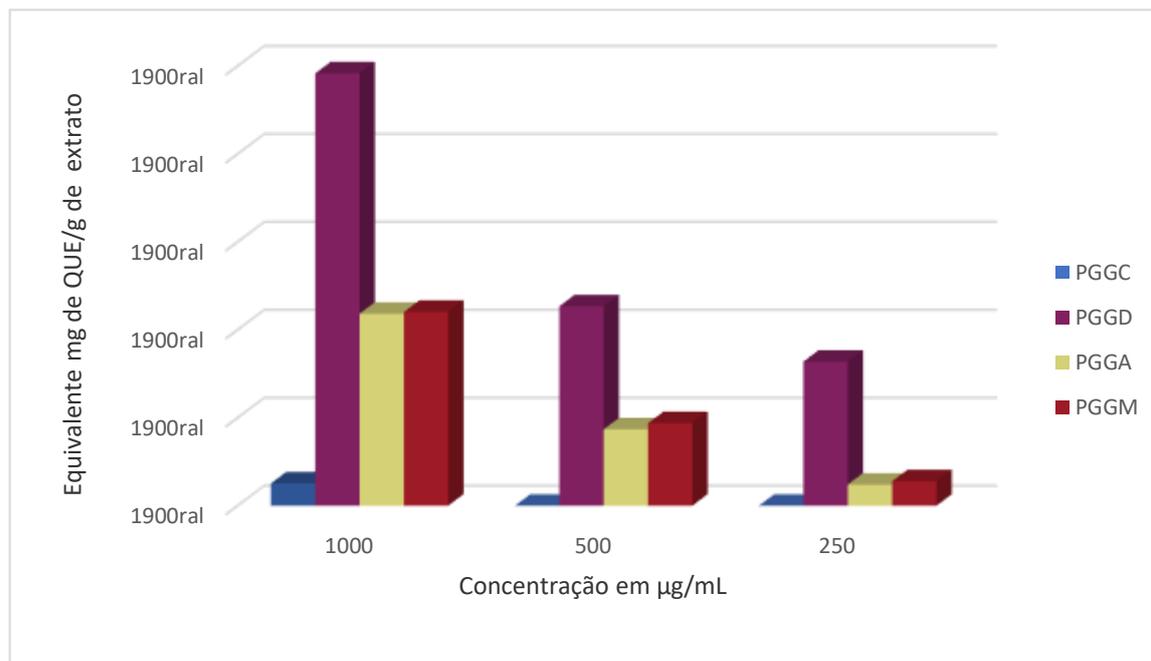
**Figura 05:** Doseamento de flavonoides de *Syzygium cumini*, *Syzygium malacceense* e *Psidium guineese* (galho).



**Fonte:** O auto, 2017.

No estudo realizado com as frações do araçá galho ficou evidenciado que a fração que apresentou uma maior quantidade de flavonoides totais foi a fração PGGD com 24,58 mg QE (Figura 06). Ao comparar estatisticamente as quatro frações na concentração de 1000 µg/mL a maioria se mostrou com diferença estatística  $p < 0,05$ , exceto quando as frações PGGA e PGGM onde o  $p > 0,05$ .

**Figura 06:** Doseamento de flavonoides das frações de *Psidium guineense* (galho).



**Fonte:** O autor, 2018.

Em um estudo realizado por Kumar et al., 2009, com azeitona roxa da região de Tamil Nadu na Índia foi encontrada presença de flavonoides nas sementes dessa espécie, resultados que diferem do presente estudo no qual não foi possível observar a presença de flavonoides, isso pode ocorrer devido as plantas mesmo sendo da mesma espécie serem de locais diferentes.

De acordo com Gowri e Vasantha 2010, foi encontrado a presença de flavonoides em folhas de azeitona em seus estudos, o que corrobora com os nossos dados onde foram nas folhas de azeitona que se encontrou 70,83 mg QE sendo maior quantidade de flavonoides nas três espécies estudadas. Porém é importante ressaltar que araquá folha também apresentou 66,40 mg QE sendo quantidade significativa de flavonoides, o que demonstra que espécies da família mirtácea possuem em sua composição esse metabolito.

O jambo folha dentre as três espécies foi o que apresentou menor quantidade de flavonoides, segundo o estudo de Savitha e colaboradores em 2011, foi o encontrado a presença de 76,25 mg/g de flavonoides no extrato metanólico o que se mostrou superior

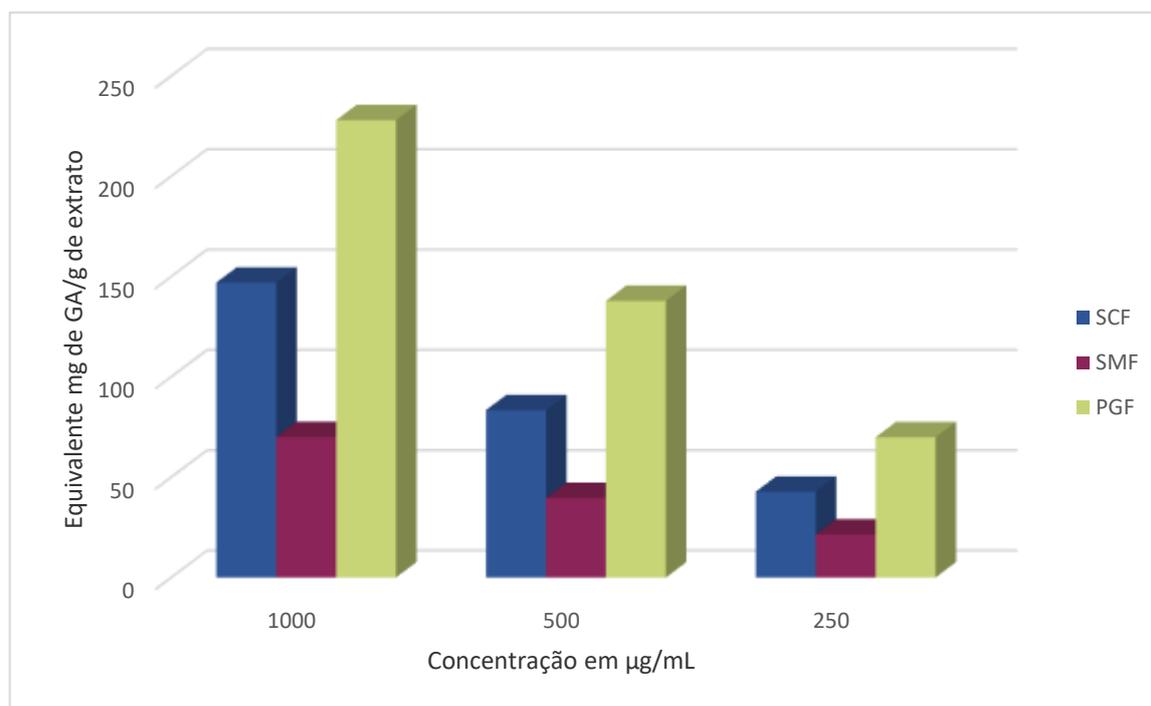
ao encontrado nesse estudo que ficou em torno de 28,47 mg QE. Quando comparamos os resultados das folhas das espécies estudadas com os dos galhos, os resultados se mostram em menor proporção aos obtidos com as folhas das três espécies analisadas.

De acordo com um estudo realizado por Gonzáles e colaboradores em 2005, foi encontrado a presença de flavonoides na fração diclorometano de frutos de araçá, mesmo o presente sendo realizado com os galhos dessa espécie, isso dá um indicativo da presença de flavonoides nessa fração e corrobora com os dados encontrados nessa pesquisa.

#### 4.3 DOSEAMENTO DE FENÓIS

As folhas das três espécies analisadas apresentaram elevado teor de compostos fenólicos em sua composição, variando entre 69,95 mg GAE e 227,90 mg GAE. Na concentração de 1000 µg/mL SCF e PGF apresentaram 146,93 mg GAE e 227,90 mg GAE respectivamente, enquanto o SMF apontou a presença de 69,95 mg GAE para fenóis totais (Figura 07). Todas as amostras apresentaram diferença significativa estatisticamente,  $p < 0,05$ .

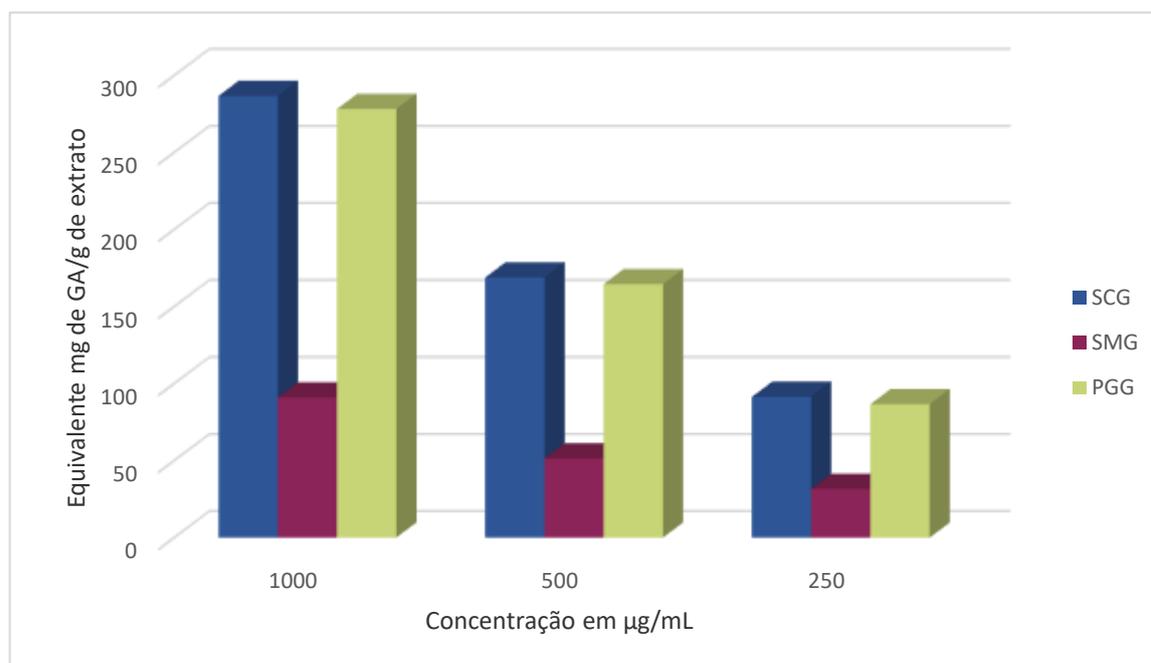
**Figura 07:** Doseamento de fenóis de *Syzygium cumini*, *Syzygium malacceense* e *Psidium guineese* (folha).



**Fonte:** O autor, 2017.

Os galhos, quando testados para fenóis totais, mostraram presença desse composto em SCG 286,69 mg GAE e PGG 278,30 mg GAE na concentração de 1000 µg/mL, onde foi possível observar que não houve diferença estatisticamente significativa,  $p > 0,05$ , (Figura 08). Já o SMG demonstrou a presença de 91,03 mg GAE em sua maior concentração, quando comparado com SCG e PGG houve diferença estatística ( $p < 0,05$ ).

**Figura 08:** Doseamento de fenóis de *Syzygium cumini*, *Syzygium malacceense* e *Psidium guineese* (galho).



**Fonte:** O autor, 2017.

Dentre as folhas, os galhos e frutos das espécies estudadas, os frutos apresentaram uma menor quantidade de fenóis totais. Na concentração de 1000 µg/mL os valores obtidos ficaram entre 9,93 mg GAE e 41,21 mg GAE. SCFr 11,39 mg GAE e PGFr 41,21 mg GAE tiveram os resultados mais expressivos (Figura 09). O SMFr apresentou 9,93 mg GAE de compostos fenólicos. Comparando os frutos das três espécies, houve diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre SCFr e PGFr assim como entre PGFr e SMFr, porém não houve diferença estatisticamente significativa entre SCFr e SMFr ( $p > 0,05$ ), na sua maior concentração.

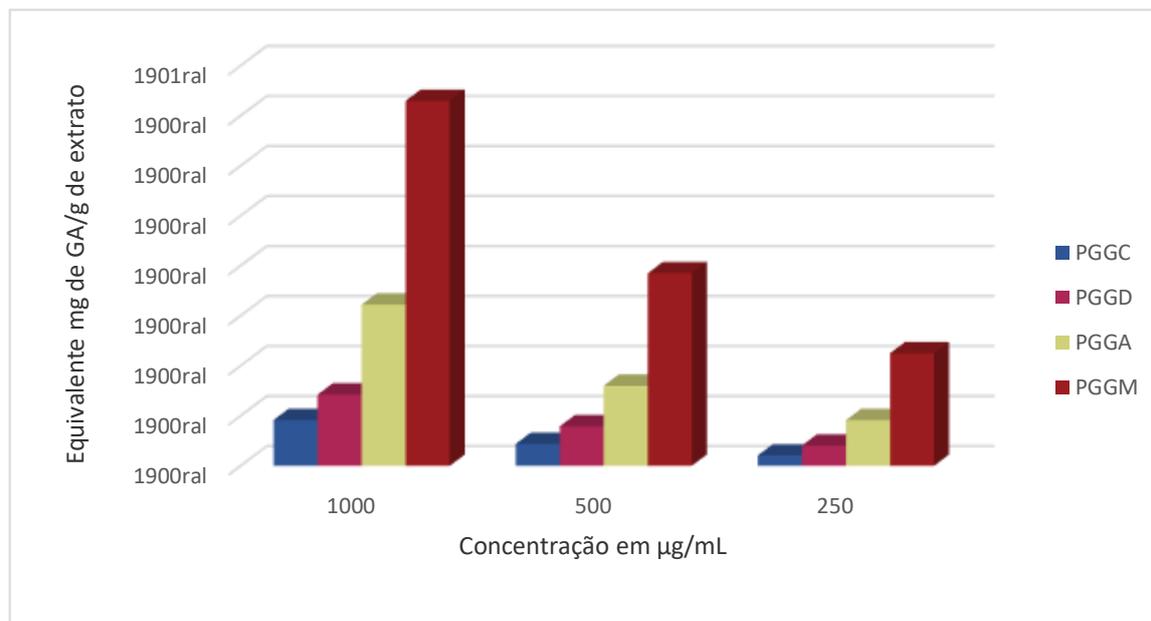
**Figura 09:** Doseamento de fenóis de *Syzygium cumini*, *Syzygium malacceense* e *Psidium guineese* (fruto).



**Fonte:** O autor, 2017.

As frações que apresentaram maior teor de compostos fenólicos na concentração de 1000  $\mu\text{g/mL}$  foram PGGa e PGGM com 161,12 mg GAE e 364,83 mg GAE respectivamente (Figura 10). Quando analisadas estatisticamente todas as frações apresentaram diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ).

**Figura 10:** Doseamento de fenóis das frações de *Psidium guineense* (galho).



**Fonte:** O autor, 2018.

Veber e colaboradores em 2015, realizaram um estudo sobre a presença de compostos fenólicos em azeitona roxa, onde foi confirmada a presença dessa classe de metabólitos secundários, reiterando os resultados encontrados onde na azeitona demonstrou a presença desse composto com cerca de 146,93 mg GAE.

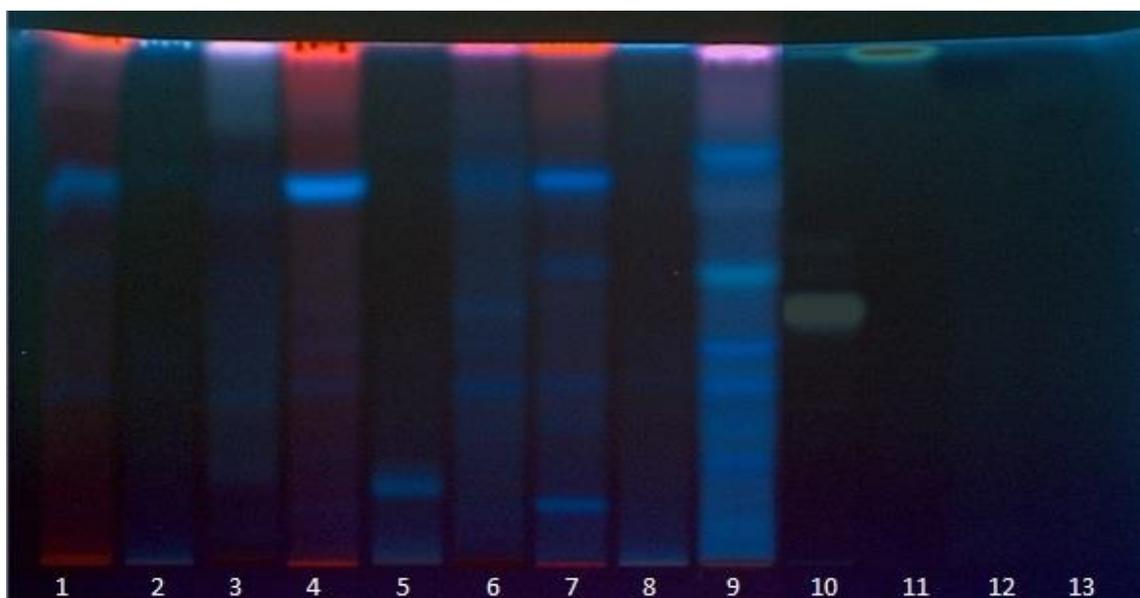
Em estudos anteriores realizados por Damian et al., 2011, com frutos de araçá não foi encontrada a presença de compostos fenólicos, o que difere dos resultados apresentados nesse estudo, onde no araçá foi possível encontrar 41,21 equivalente mg GAE. Entretanto de acordo com estudos realizados por Gordon et al, 2015 foi possível encontrar a presença de compostos fenólicos em amostras de araçá da Amazônia o que condiz com os resultados do araçá que foi coletado em Pernambuco.

A análise realizada com os galhos das três espécies se mostrou promissor em relação a presença de compostos fenólicos, onde essa parte da planta das espécies mostra resultados superior a 278 mg GAE para a presença de metabolito. Na qual a espécie que apresentou resultados mais expressivos foi o araçá com 286,69 mg GAE.

#### 4.4 ANÁLISE POR CROMATOGRAFIA EM CAMADA DELGADA DE ALTA EFICIÊNCIA (CCDAE)

Os extratos brutos foram testados para a presença de compostos fenólicos, onde após a aplicação do revelador NEU, as amostras PGF, PGG, SCG e SMF apresentaram RF 0,93 igual a um dos padrões utilizados o ácido gálico indicando a presença desse composto nessas amostras (Figura 11, 12).

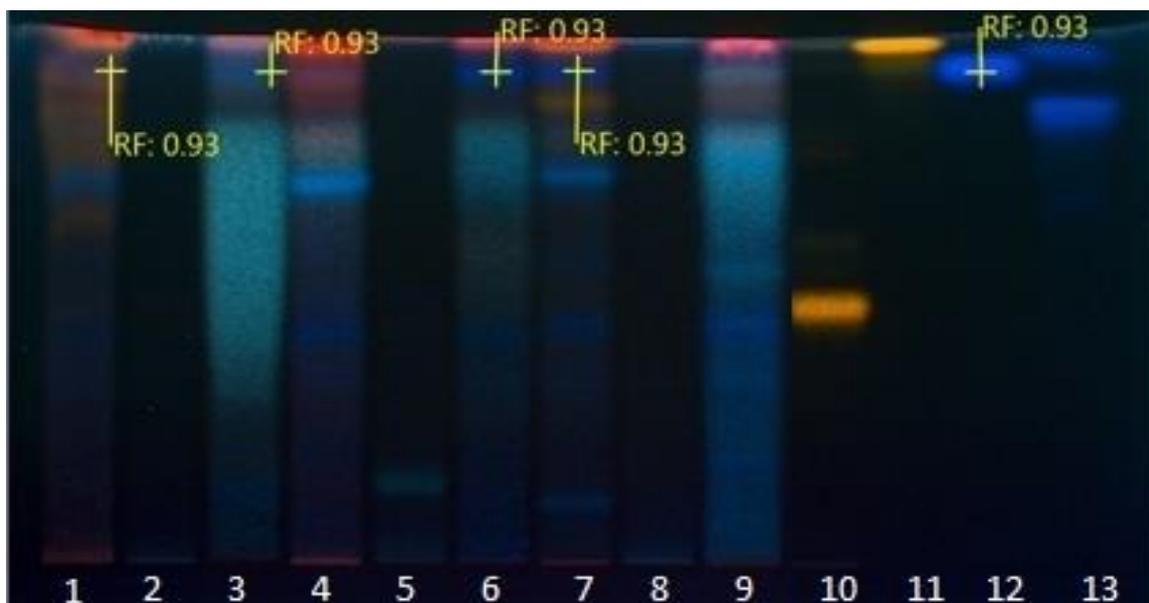
**Figura 11:** Placa pré revelação da análise por CCDAE dos extratos *Syzygium cumini*, *Syzygium malacceense* e *Psidium guineense*.



**Legenda:** 1- PGF, 2- PGFr, 3- PGG, 4- SCF, 5- SCFr, 6- SCG, 7- SMF, 8- SMFr, 9- SMG, 10- RUTINA, 11- QUERCETINA, 12- ÁCIDO GÁLICO, 13- ÁCIDO TÂNICO.

**Fonte:** O autor, 2018.

**Figura 12:** Placa pós revelação da análise por CCDAE dos extratos *Syzygium cumini*, *Syzygium malaccense* e *Psidium guineense*.

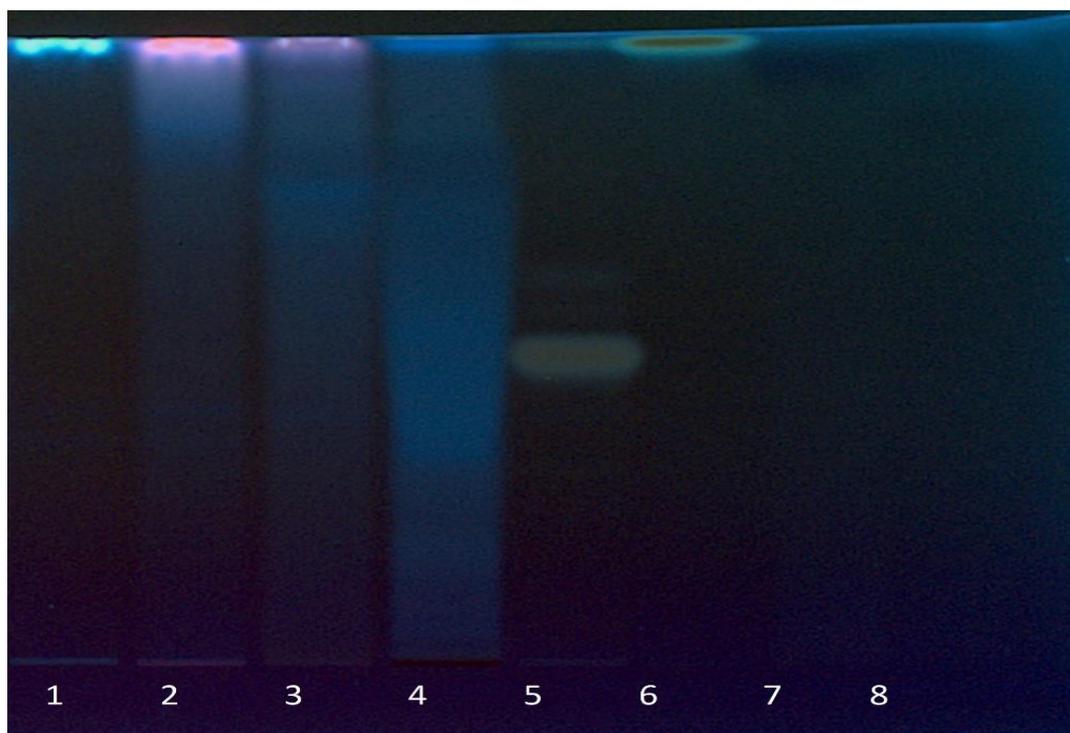


**Legenda:** : 1- PGF, 2- PGFr, 3- PGG, 4- SCF, 5- SCFr, 6- SCG, 7- SMF, 8- SMFr, 9- SMG, 10- RUTINA, 11- QUERCETINA, 12- ÁCIDO GÁLICO, 13- ÁCIDO TÂNICO.

**Fonte:** O autor, 2018.

As frações do PGG foram testadas para a presença de fenóis, onde após a revelação com NEU, ficou demonstrada a presença de ácido gálico na fração PGGA que possui RF igual ao padrão utilizado de 0,93 (Figura 13, 14). A amostra PGGM possivelmente também apresenta esse composto fenólico.

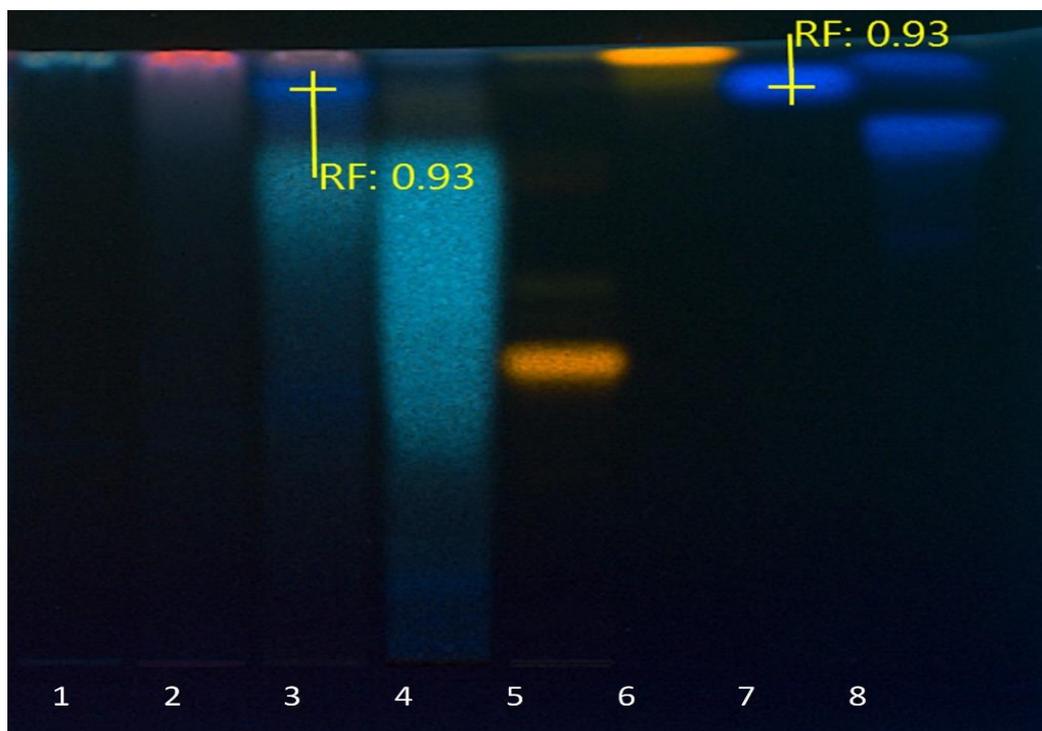
**Figura 13:** Placa pré revelação da análise por CCDAE das frações de *Psidium guineense* (galho).



**Legenda:** 1- PGGC, 2- PGGD, 3- PGGA, 4- PGGM, 5- RUTINA, 6- QUERCETINA, 7- ÁCIDO GÁLICO, 8- ÁCIDO TÂNICO.

**Fonte:** O autor, 2018.

**Figura 14:** Placa pós revelação da análise por CCDAE das frações de *Psidium guineense* (galho).



**Legenda:** 1- PGGC, 2- PGGD, 3- PGGA, 4- PGGM, 5- RUTINA, 6- QUERCETINA, 7- ÁCIDO GÁLICO, 8- ÁCIDO TÂNICO.

**Fonte:** O autor, 2018.

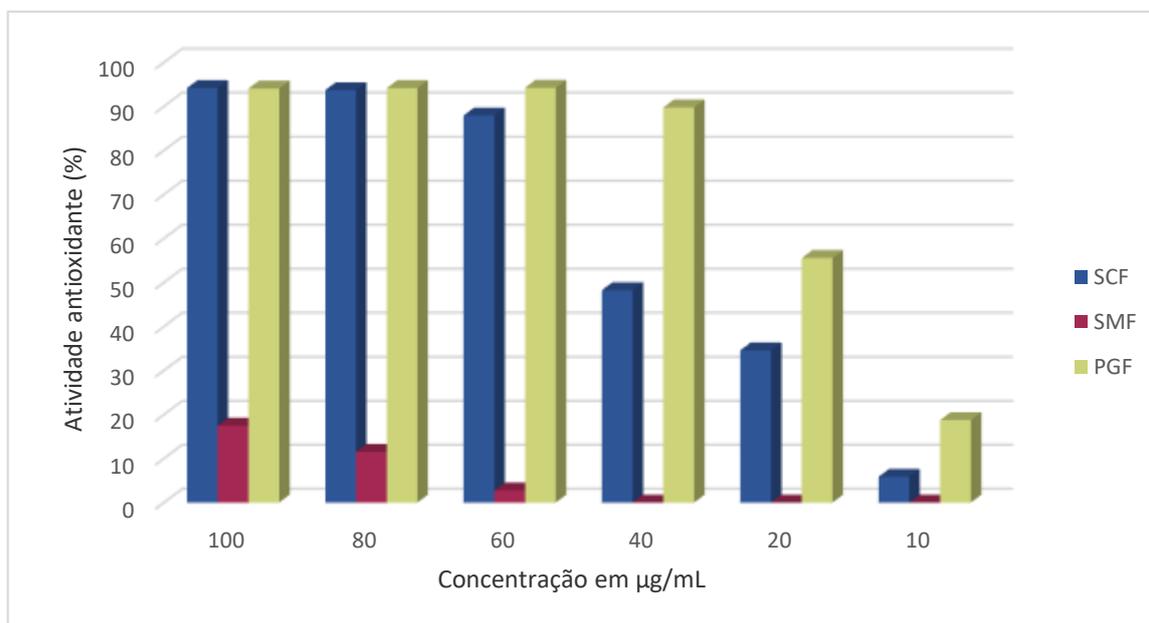
Em uma análise realizada por outro método também de alta precisão o HPLC por Gordon e colaboradores em 2011 foi encontrada a presença de ácido gálico em amostras de frutos de araçá, o que difere dos resultados encontrados que não demonstraram a presença de ácido gálico nos frutos, entretanto as folhas e galhos do araçá através da análise por HPTLC evidenciam a presença desse composto.

#### 4.5 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE – DPPH

A análise da atividade antioxidante evidenciou que SCF e PGF foram as espécies com maior capacidade antioxidante, onde, na concentração de 100 µg/mL apresentaram 94,17 % e 94,05 %. Ao comparar estatisticamente esses resultados,

observa-se que não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ). Já SMF apresentou 11,47 % de capacidade de captura do radical livre, esses resultados quando comparados com SCF e PGF foram estatisticamente significativos ( $p<0,05$ ) (Figura 15).

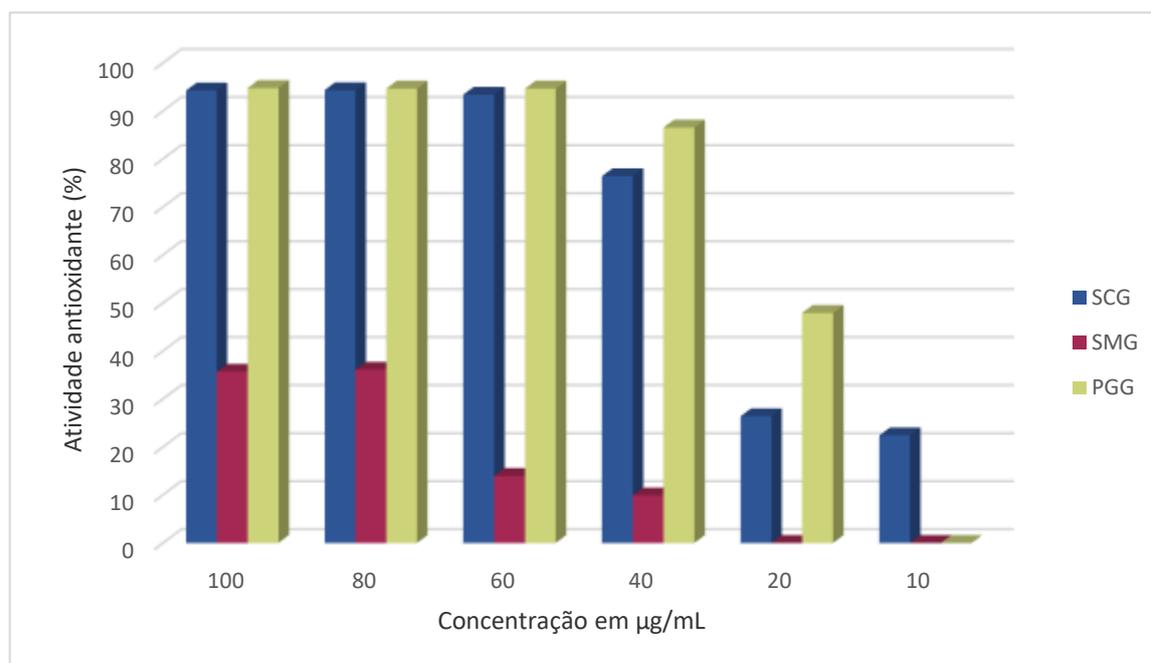
**Figura 15:** Atividade antioxidante de *Syzygium cumini*, *Syzygium malacceense* e *Psidium guineese* (folha).



**Fonte:** O autor, 2017.

Os galhos das espécies estudadas foram avaliados quanto a sua capacidade antioxidante os radicais livres, na concentração de 100 µg/mL, foi 94,79 % na amostra de PGG. A espécie SCG apresentou 94,26 % (Figura 16), o que também mostra ser uma elevada capacidade antioxidante. Comparando-se estatisticamente essas amostras a diferença não foram significativas ( $p>0,05$ ). Porém, quando analisadas em relação ao SMG, que demonstrou 35,68 % atividade antioxidante, esses resultados apresentaram diferença significativa ( $p<0,05$ ).

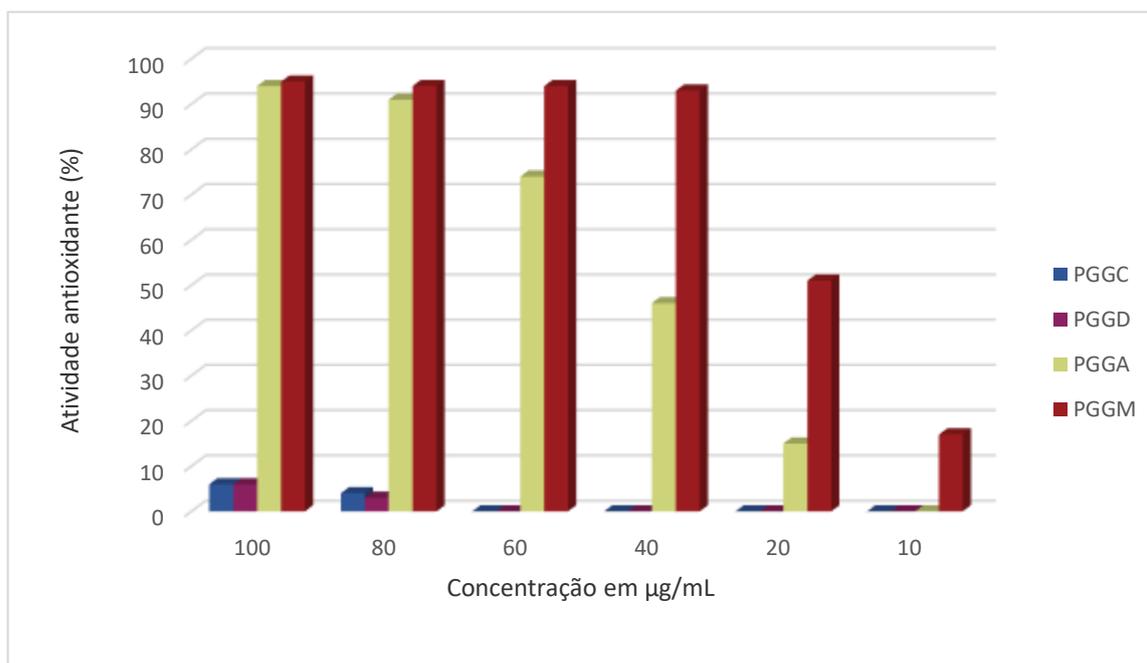
**Figura 16:** Atividade antioxidante de *Syzygium cumini*, *Syzygium malacceense* e *Psidium guineese* (galho).



**Fonte:** O autor, 2017.

As frações do araçá galho foram analisados quanto a sua capacidade antioxidante, onde as frações que apresentaram a maior capacidade de sequestrar os radicais livres foram PGGA e PGGM 94 % e 95 % respectivamente na concentração de 100 µg/mL (Figura 17). Quando analisadas estatisticamente as frações PGGC e PGGD; PGGA e PGGM não apresentaram diferença estatística, entretanto as outras amostras quando comparadas entre si apresentaram  $p < 0,05$ .

**Figura 17:** Atividade antioxidante das frações de *Psidium guineense* (galho).



**Fonte:** O autor, 2018.

Dados da literatura demonstraram que as folhas de azeitona não apresentaram resultados similares quanto os encontrados nesse estudo (VEBER et al, 2015). Já em um estudo feito por Mohamed e colaboradores em 2013 foi observado uma alta capacidade antioxidante de folhas de azeitona que foram coletadas no Egito o que corrobora com os resultados encontrados em folhas coletadas em PE.

Em uma análise realizada por Savi 2015, foi observado que o extrato etanólico de folhas jambo apresenta alta atividade antioxidante, corroborando com os resultados obtidos nesse estudo. Em um estudo conduzido por Scur 2016, foi detectada atividade antioxidante na espécie *Psidium cattleianum*, o que pode indicar que folhas de plantas dessa família possuem em sua natureza comumente uma relevante atividade antioxidante, agora que os dados aqui obtidos demonstraram uma significativa atividade antioxidante do araçá.

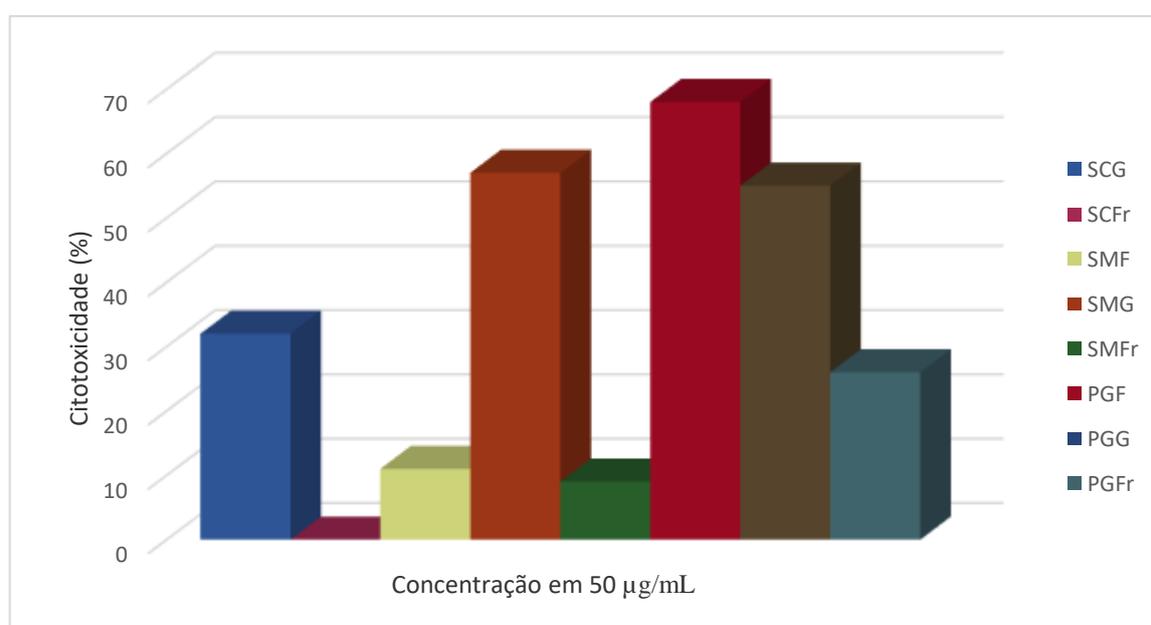
Ainda pode-se verificar que os galhos das plantas estudadas apresentaram resultados promissores em relação à ação sequestrante de radicais livres, sendo estas as primeiras observações realizadas nestas partes da planta.

Na análise da atividade antioxidante dos frutos, em todas as espécies foram observadas uma discreta atividade antioxidante. De acordo com Damiani et al, 2012 foi observado uma atividade antioxidante de 2 % nos extratos etanólicos dos frutos de araçá o que confirma os nossos resultados. Entretanto nesse mesmo estudo de Damiani foi possível observar uma diferença de atividade antioxidante entre os extratos etanólicos e os extratos aquosos, o que sugere que o melhor tipo de extrato para observação de atividade antioxidante em frutos seja o aquoso.

#### 4.6 ENSAIO DA CITOTOXICIDADE - MTT

A (Figura 18) mostra que PGF apresentou 68 % de inibição citotóxica para HeLa. Já o SMG e PGG apresentaram 57 % e 55 % de citotoxicidade respectivamente. Amostras de SCF 20 %, SCG 32 % e PGFr 26 %, também apresentaram citotoxicidade, porém com percentuais mais baixos.

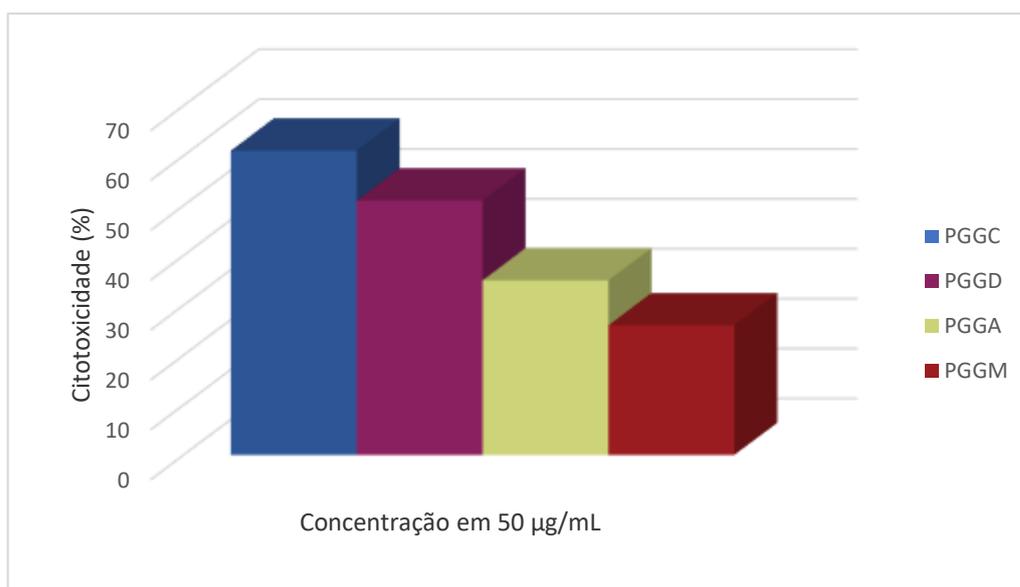
**Figura 18:** Atividade citotóxica de *Syzygium cumini*, *Syzygium malacceense* e *Psidium guineense*.



**Fonte:** O autor, 2017.

O (Figura 19) demonstra as frações do araçá galho que foram analisadas para saber o percentual citotóxico dessas frações para HeLa. Onde as frações que se mostraram mais citotóxicas para este tipo de câncer foram as frações PGGC e PGGD com 61 % e 51 % respectivamente.

**Figura 19:** Atividade citotóxica das frações de *Psidium guineense* (galho).



**Fonte:** O autor, 2018.

Trabalhos realizados com outra espécie do gênero *Psidium*, demonstraram atividade citotóxica frente a célula de leucemia (Kasumi-1) (LEVY; CARLEY, 2012). Resultado esse que corrobora com o encontrado nesse estudo onde o araçá demonstrou possuir o melhor resultado para HeLa, tais resultados podem indicar que plantas que pertencem a esse gênero possuem potencial citotóxico para linhagens tumorais.

Em um estudo realizado por Barh e Viswanathan em 2008, o extrato da pele do fruto de azeitona apresentou-se citotóxico para HeLa. Este resultado difere dos encontrados para o fruto de azeitona nesse trabalho onde não houve citotoxicidade para HeLa.

#### 4.7 ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

Os extratos das espécies foram testados para avaliar atividade antimicrobiana, no qual apresentaram frente bactérias Gram positivas, ácido álcool resistente e para leveduras. As amostras que demonstraram melhor potencial foram SCF, PGF e PGG. SCF apresentam atividade para *S. aureus*, *M. luteus*, *M. smegmatis*, *E. faecalis* e *C. albicans*, com halos de inibição 14, 20, 13, 14, 11 mn respectivamente.

PGF também apresentou resultados positivos frente os mesmos micro-organismos, com halos de 18, 18, 15, 16, 10. A amostra de PGG apresentou resultados para os micro-organismos já citados, apresentando halos de 16, 22, 22, 12, 12 (Tabela 03), sendo considerada a amostra com melhores resultados, pois apresentou um maior halo para *C. albicans*, micro-organismo que apresenta maior resistência, dentre os estudados.

**Tabela 03:** Atividade antimicrobiana de *Syzygium cumini*, *Syzygium malacceense* e *Psidium guineense*.

	<i>S.</i> <i>aureus</i>	<i>M.</i> <i>luteus</i>	<i>B.</i> <i>subtilis</i>	<i>P.</i> <i>aeruginosa</i>	<i>M.</i> <i>smegmatis</i>	<i>E.</i> <i>faecalis</i>	<i>E.</i> <i>coli</i>	<i>S.</i> <i>marcescens</i>	<i>C.</i> <i>albicans</i>
PGFr	8±0,0	0±0,0	8±0,58	0±0,0	9±1,15	14±0,58	0±0,0	0±0,0	0±0,0
PGF	18±0,58	18±0,58	11±0,58	0±0,0	15±1,0	16±1,53	0±0,0	0±0,0	10±1,0
PGG	16±0,58	22±1,53	9±0,0	0±0,0	22±1,53	12±0,58	0±0,0	0±0,0	12±0,58
SCFr	0±0,0	0±0,0	0±0,0	0±0,0	0±0,0	11±1,53	0±0,0	0±0,0	0±0,0
SCF	14±0,58	20±0,58	9±0,58	0±0,0	13±2,08	14±1,0	0±0,0	0±0,0	11±1,15
SCG	15±1,0	16±1,0	0±0,0	0±0,0	15±0,58	0±0,0	0±0,0	0±0,0	0±0,0
SMFr	0±0,0	0±0,0	0±0,0	0±0,0	0±0,0	0±0,0	0±0,0	0±0,0	0±0,0
SMF	0±0,0	0±0,0	0±0,0	0±0,0	0±0,0	0±0,0	0±0,0	0±0,0	0±0,0
SMG	13±1,53	17±1,53	0±0,0	0±0,0	13±1,15	0±0,0	0±0,0	0±0,0	0±0,0
Canamicina	22,33±0,58	27±1,0	13,33±0,58	19,66±0,58	40±1,0	13±0,0	14,66±0,58	14,66±0,58	-
Cetoconazol	-	-	-	-	-	-	-	-	24 ±1,0

**Fonte:** O autor, 2017.

Foi possível observar que o micro-organismo *Staphylococcus aureus* se mostrou sensível aos extratos de PGG e PGF. Estes resultados apresentam grande importância, visto que em várias pesquisas tem-se observado um grande aumento da mortalidade devido a infecções causadas por estafilococos (ARAÚJO, 2010).

Em uma pesquisa feita por Belapukar e Goyal 2014, a partir de extratos metanólicos de azeitona, foi constatada a sensibilidade para *S. aureus*, *B. subtilis* e *C. albicans*, mostrando similaridade com resultados obtidos nesta pesquisa.

Um estudo realizado com folhas de azeitona fornecidos pela Bom Chá LTDA, demonstrou que os micro-organismos *E. coli* e *P. aeruginosa* foram sensíveis ao extrato feito a parti desse material (OLIVEIRA et al, 2007). Esses resultados, no entanto, não são similares ao obtido nesse estudo, onde essas cepas não apresentaram halos de inibição quando testados com nosso extrato.

## 5 CONCLUSÕES

As plantas da família Myrtaceae apresentam um futuro promissor quando se fala em fitoterápicos, pois as três espécies estudadas mostram resultados satisfatórios.

Dentre as análises realizadas a espécie *Psidium guineense* foi a que apresentou maior atividade antioxidante, citotóxica e antimicrobiana, onde os extratos dos seus galhos foram um dos que demonstrou melhores resultados, além de haver poucas pesquisas realizadas com essa parte da planta.

Em vista dos resultados encontrados fica evidenciado a importância de estudos mais aprofundados com *Psidium guineense*, verificando quais compostos bioativos estão presentes no galho dessa espécie.

## REFERÊNCIAS

- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA ABRAF: ano base 2012. Brasília: ABRAF, 130 p. 2013.
- AUGUSTA, I. M. **Extração e secagem da casca de jambo vermelho (*Syzygium malaccensis*, (L.) merryl et perry) para obtenção de corante.** Tese (Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.
- AUGUSTA, M., RESENDE, M., BORGES, V., MAIA, M., Y COUTO, G. Caracterização física e química da casca e polpa de jambo vermelho (*Syzygium malaccense* L.). **Ciencia Tecnología Alimento**, 30(4), 928, 2010.
- AYYANAR, M.; SUBASH-BABU, P. *Syzygium cumini* (L.) Skeels: A review of its phytochemical constituents and traditional uses. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 2, n. 3, p. 240-246, 2012.
- AZEVEDO, J. C. S. **Estratégias de obtenção do corante do jambo vermelho (*Syzygium malaccense*) e avaliação de sua funcionalidade.** Dissertação (Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologia Regional) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010.
- ARAÚJO, Érika Roberta Silva de. **Avaliação da biocompatibilidade e determinação da atividade antimicrobiana de *Psidium guineense* Swartz.** Dissertação (Mestrado em Patologia) – PGP, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.
- AZEVEDO, S. G. **Caracterização química e atividades biológicas dos óleos essenciais das folhas de *Eugenia spp.* (myrtaceae) ocorrentes na Amazônia de terra firme.** Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Amazonas, p. 112, 2014.
- BALISTEIRO, D. M., ALEZANDRO, M. R., & GENOVESE, M. I. Characterization and effect of clarified araçá (*Psidium guineense* Sw.) juice on postprandial glycemia in healthy subjects. **Food Science and Technology**, 33, 66-74, 2013.
- BATISTA, Â. G., DA SILVA, J. K., CAZARIN, C. B. B., BIASOTO, A. C. T., SAWAYA, A. C. H. F., PRADO, M. A., & JÚNIOR, M. R. M. Red-jambo (*Syzygium malaccense*): Bioactive compounds in fruits and leaves. **LWT-Food Science and Technology**, 76, 284-291, 2017.
- BAGATINI, Margarete Dulce; SILVA, Antonio Carlos Ferreira da; TEDESCO Solange Bosio. Uso do sistema teste de *Allium cepa* como bioindicador de genotoxicidade de infusões de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. 17(3): 444-447, Jul./Set. 2007.
- BARH, D; VISWANATHAN, G. *Syzygium cumini* inhibits growth and induces apoptosis in cervical cancer cell lines: a primary study. **E câncer medical science; Itália**, 2: 83, 2008.

BAUER, A. W.; KIRBY, W. M. M.; SHERRIS, J. C. TURCK, M., Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disc method. *Amer. J. Clin. Pathol.*, v.45, pp.493-496, 1966.

BELAPUKAR, Pranoti; GOYAL, Pragma. In vitro evaluation of phytochemical and antioxidant properties of *Syzygium cumini* leaves and their synergistic effect on its antimicrobial property. **International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences**, India, 2014.

BERNARDES; Natalia Ribeiro; TALMA; Simone Vilela; SAMPAIO, Shalline Hermes; NUNES, Clara Reis; ALMEIDA, Juliana Araujo Rangel de; OLIVEIRA, Daniela Barros de. Atividade antioxidante e fenóis totais de frutas de campos dos goytacazes RJ. **Perspectivas Online**. Volume 1, número 1, 2011.

BONA, K. S., BELLÉ, L. P., BITTENCOURT, P. E. R., BONFANTI, G., CARGNELUTI, L. O., PIMENTEL, V. C. & MORETTO, M. B. Erythrocytic enzymes and antioxidant status in people with type 2 diabetes: beneficial effect of *Syzygium cumini* leaf extract in vitro. **Diabetes Resear chand Clinical Practice**, 94(1), 84-90, 2011.

CALDEIRA, S. D., HIANE, P. A., RAMOS, M. I. L., & RAMOS FILHO, M. M. Caracterização físico-química do araçá (*Psidium guineense* Sw.) e do tarumã (*Vitex cymosa* Bert.) do estado de Mato Grosso do Sul. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, 22, 2004.

CAVALCANTE, R. B. **Frutas comestíveis da Amazonia**, 5 ed. Edições CEJUR Belém. 279 p., 1991.

COSTA, A. C. B. P., PEREIRA, C. A., FREIRE, F., JUNQUEIRA, J. C., & JORGE, A. O. C. Atividade antifúngica dos extratos glicólicos de *Rosmarinus officinalis* Linn. e *Syzygium cumini* Linn. sobre cepas clínicas de *Candida albicans*, *Candida glabrata* e *Candida tropicalis*. **Rev Odontol UNESP**, 38(2), 111-6, 2009.

COUTINHO, Marcela A. S.; MUZITANO, Michele F.; COSTA, Sônia S. Flavonoides: Potenciais Agentes Terapêuticos para o Processo Inflamatório. **Rev. Virtual Quim.**, 1 (3), 241-256, 2009.

CHO, Kyung-Hwan; PARK, Jong-Eun; OSAKA, Tetsuya; PARK, Soo-Gil. The study of antimicrobial activity and preservative effects of nanosilver ingredient. **Electrochimica Acta**. Volume 51, Issue 5, 10 November 2005.

CRUZ, A. V. de M.; KAPLAN, M. A. C. Uso medicinal de espécies das famílias myrtaceae e melastomataceae no Brasil. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, p.47-52, dez. 2004.

DAVID, Clayton Q. Alves e Jorge M.; DAVID, Juceni P.; BAHIA, Marcus V.; AGUIAR, Rosane M. Métodos para determinação de atividade antioxidante *in vitro* em substratos orgânicos. **Quim. Nova**, Vol. 33, No. 10, 2202-2210, 2010.

DEFAVERI, A. C., SATO, A., BORRÉ, L. B., AGUIAR, D. L., SAN GIL, R. A., ARRUDA, R. C., & RIEHL, C. A. *Eugenia neonitida* Sobral and *Eugenia rotundifolia* Casar. (Myrtaceae) essential oils: composition, seasonality influence,

- antioxidant activity and leaf histochemistry. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, 22(8), 1531-1538, 2011.
- DONADIO, C. D.; NACHTGAL, J. C.; SACRAMENTO, C. K. **Frutas exóticas**. 393 Jaboticabal: FUNEP, p. 115–118, 1998.
- DUARTE, Joaquim Maurício Almeida; SANTOS Ricardo José dos, GENOVESE Maria Inês; LAJOLO, Franco Maria. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema  $\beta$ -caroteno/ácido linoléico e método de sequestro de radicais DPPH. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 26(2): 446-452, abr.-jun, 2006.
- DUARTE, Marta Cristina Teixeira. Atividade Antimicrobiana de Plantas Medicinais e Aromáticas Utilizadas no Brasil. **Multi Ciência: construindo a história dos produtos naturais**. Vol. 7. Outubro, 2006.
- FAITANIN, R. D. **Avaliação do Perfil Químico e Atividades Biológicas de *Myrciaria Strigipes* O. Berg (myrtaceae)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do Espírito Santo, 2016.
- FALCÃO, M. de A.; PARALUPP, N. D.; CLEMENT, C. R. Fenologia e produtividade do jambo (*Syzygium malaccensis*) na Amazônia Central. **Acta Amazonica, Manaus**, v. 1, n. 32, p.3-8, jan. 2002.
- FERNANDES, T. G., DE MESQUITA, A. R. C., RANDAU, K. P., FRANCHITTI, A. A., & XIMENES, E. A. In vitro synergistic effect of *Psidium guineense* (Swartz) in combination with antimicrobial agents against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* strains. **The Scientific World Journal**, 2012.
- FIGUEIRÔA, E. D. O., NASCIMENTO DA SILVA, L. C., DE MELO, C. M. L., NEVES, J. K. D. A. L., DA SILVA, N. H., PEREIRA, V. R. A., & CORREIA, M. T. D. S. Evaluation of antioxidant, immunomodulatory, and cytotoxic action of fractions from *Eugenia uniflora* L. and *Eugenia malaccensis* L.: correlation with polyphenol and flavanoid content. **The Scientific World Journal**, 2013.
- FILHO CAVALCANTI, José Robson Neves. **Avaliação da atividade antimicrobiana e citotóxica de óleos essenciais extraídos de *Buchenavia tetraphylla***. Dissertação (Pós-Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco, 2014.
- FURTADO, N. A. D. E. O.; SAMPAIO, T. O.; XAVIER, M. A. Phytochemical profile and determination of antimicrobial activity of *Syzygium cumini* (L.) Skeels (Myrtaceae) against oral microorganisms. **Revista brasileira de Plantas medicinais**. v. 17. n. 4. p. 1091- 1096, 2015.
- FLÓREZ, S. M; GALLEGU, J. G; CULEBRAS, J. M.; TUÑÓN, M. J. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. **Nutrición. Hospitalaria**. XVII (6) 271-278, 2002.
- GARCÍA, A. **Frutas tropicales: Pomarrosa**. Venezuela. 2016.
- GARCIA, C. G.; POLO, A. S.; IHA, N. Y. M.; **Annals Braz. Acad. Sci.**, 75, 163, 2003.

- GONZÁLEZ, Adriana María Neira; GONZÁLEZ, Martha Beatriz Ramírez; PINTO, Nidia Lizbeth Sánchez. Estudio fitoquímico y actividad antibacterial de *Psidium guineense* Sw (choba) frente a *Streptococcus mutans*, agente causal de caries dentales. **Rev Cubana Plant Med**;10(3-4), 2005.
- GORDON, A., JUNGFER, E., SILVA, B.A.S., MAIA, G.S., MARX, F. Phenolic Constituents and Antioxidant Capacity of Four Underutilized Fruits from the Amazon Region. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 59: 7688–7699, 2011.
- GOWRI, S. Shyamala ; VASANTHA, K. Phytochemical Screening and Antibacterial Activity of *Syzygium cumini* (L.) (Myrtaceae) Leaves Extracts. **International Journal of PharmTech Research**, India, vol.2, No.2, p 1569-1573, Abril/Junho, 2010.
- HUSAIN, S. W.; GHOLIPOUR, V.; SEPAHRIAN, H. Chromatographic behaviour of antibiotics on thin layers of an inorganic ion-exchanger. **Acta Chromatographica**, p. 102-109, 2004.
- JOLY, B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 12. ed. São Paulo: Nacional, 1998.
- KALÁSZ, Huba; BÁTHORI, Maria. Pharmaceutical applications of TLC. **LC GC EUROPE**, v. 14, n. 5, p. 311-321, 2001.
- KUMAR, A.; ILAVARASAN, R.; JAYACHANDRAN, T.; DECARAMAN, M.; ARAVINDHAN, P.; PADMANABHAN, N.; KRISHNAN, M. R. V. Phytochemicals Investigation on a Tropical Plant, *Syzygium cumini* from Kattuppalayam, Erode District, Tamil Nadu, South India. **Pakistan Journal of Nutrition**, 8: 83-85, 2009.
- LANDRUM, L. R.; KAWASAKI, M. L. The genera of Myrtaceae in Brazil: an illustrated synoptic treatment and identification keys. **Brittonia**, v. 49, n. 4, p. 508-536, 1997.
- LAPENNA, E. A., MEDINA RAMÍREZ, G. E., DÍAZ, L., AGUILLÓN, K., & MARÍN, H. Actividad bactericida y fungicida de algunas plantas utilizadas en la medicina tradicional venezolana. **Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel**, 34(1), 6-9, 2003.
- LEGRAND, C. D.; KLEIN, R. M. Mirtáceas – *Myrciaria*, *Pseudocaryophyllus*, *Blepharocalyx*, espécies suplementares, espécies cultivadas, generalidades. **In: Reitz**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, p. 731-876, 1978.
- LEVY, Arkene S; CARLEY, Shanna-kay. Cytotoxic Activity of Hexane Extracts of *Psidium Guajava* L (Myrtaceae) and *Cassia Alata* L (Caesalpineaceae) in Kasumi-1 and OV2008 Cancer Cell Lines. **Tropical Journal of Pharmaceutical Research**, Nigéria, 2012; 11 (2): 201-207, Abril, 2012.
- LI, S.; HUANG, N.; HAO, X., LI, L.; LI, S. Effect of chemical constituents from *Syzygium cumini* (Myrtaceae) on glucose uptake in insulin-resistant L6 cells. **Acta Botanica Yunnanica**, v. 31, n. 5, p. 469-473, 2009.

- LOGUÉRCIO, A. P.; VARGAS, A. C.; HENZEL, A.; WITT, N. M. Atividade antibacteriana de extrato hidroalcoólico de folhas de jabolão (*Syzygium cumini* L.Skeels), **Ciência Rural**, v. 35, n. 2, p. 371-376, 2005.
- LORENZI, H. E.; MATOS, F.J. DE A. Plantas medicinais no Brasil/ Nativas e exóticas. **Instituto Plantarum**, v.1, n. 2, p.249-254, 2002.
- MAHMOUD, I.I., M.S.A. MARZOUK, F.A. MAHARRAM, M.R. EL-GINDI, & A.M.K. HASSAN. **Phytochemistry** 58: 1239-44, 2001.
- MAIA, C. N., DA SILVA, C. A. M., JÚNIOR, R. R., OLIVEIRA, D. A., FERREIRA, P. A. R., GODINHO, C. S., & VALÉRIO, H. M. Antimicrobial activities and preliminar phytochemical tests of crude extracts of importantethno pharmacological plants from Brazilian Cerrado. **Journal of Medicinal PlantsResearch**, 10(35), 612-620, 2016.
- MANICA, I. **Frutas nativas, silvestres e exóticas 1: técnicas de produção e mercado: abiu, amora-preta, araçá, bacuri, biribá, carambola, cereja-do-rio-grande, jabuticaba**. Volume 1, Editora Cinco Continentes, 2000.
- MIGLIATO, K.F. *Syzygium cumini* (L.) Skeels - **jabolão**: estudo farmacognóstico, otimização do processo extrativo, determinação da atividade antimicrobiana do extrato e avaliação da atividade anti-séptica de um sabonete líquido contendo o referido extrato. Dissertação de Mestrado em Ciências Farmacêuticas Araraquara, págs. 1-179, 2005.
- MIGLIATO, K. F., BABY, A. R., ZAGUE, V., VELASCO, M. V. R., CORRÊA, M. A., SACRAMENTO, L. V., & SALGADO, H. R. Ação farmacológica de *Syzygium cumini* (L.) Skeels. **Acta Farmaceutica Bonaerense**, v.25, p.310-314, 2006.
- NASCIMENTO, J.C.; LAGE, L. F. O.; CAMARGOS, C. R. D.; AMARAL, J. C.; COSTA, L. M.; SOUSA, A. N.; OLIVEIRA, F. Q. Determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH e doseamento de flavonóides totais em extratos de folhas da Bauhinia variegata L. **Rev. Bras. Farm.** 92 (4): 327-332, 2011.
- NEIRA, G. A. M.; RAMÍREZ, G., M. B.; SÁNCHEZ, P. N. L. Estudio fitoquímico y actividad antibacterial de *Psidium guineense* Sw (choba) frente a *Streptococcus mutans*, agente causal de caries dentales. **Revista cubana de plantas medicinales**, v. 10, n. 3-4, 2005.
- NUNES, P. C., DE SOUZA AQUINO, J., ROCKENBACH, I. I., & STAMFORD, T. L. M. Physico-Chemical Characterization, Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Malay Apple [*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & LM Perry]. **PloS one**, 11(6), 2016.
- OLIVEIRA, F.; AKISUE, G. **Fundamentos de farmacobotânica**. 2ª ed., Atheneu: São Paulo, 2000.
- PEIXOTO, F. M., FERNANDES, I., GOUVÊA, A. C. M., SANTIAGO, M. C., BORGUINI, R. G., MATEUS, N., & FERREIRA, I. M. Simulation of in vitro digestion coupled to gastric and intestinal transport models to estimate absorption of anthocyanins from peel powder of jabuticaba, jamelão and jambo fruits. **Journal of Functional Foods**, 24, 373-381, 2016.

- PERON, A. P., MARCOS, M. C., CARDOSO, S. C., VICENTINI, V. E. P. Avaliação do potencial citotóxico dos chás de *Camellia sinensis* L. e *Cassia angustifolia* vahl em sistema teste vegetal. **Arq. Ciênc. Saúde Unipar**, Umuarama, v. 12, n. 1, p. 51-54, jan./abr. 2008.
- RAJA, L.N.R.; SUNDAR, K. *Psidium guajava* Linn confers gastro protective effects on rats. **European review for medical and pharmacological sciences**, v. 16, n. 2, p. 151-156, 2012.
- RASEIRA, A.; RASEIRA, M. **Cultivar de araçazeiro**. EMBRAPA-CPACT. 1994.
- RENISUS. **Relação de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde**. Ministério da Saúde, 2009
- RÍOS, J.L.; RECIO, M.C. Medicinal plants and antimicrobial activity. **Journal of Ethnopharmacology**. Volume 100, Issues 1–2, 22 August, 2005.
- RODRIGUES, C. G., FERREIRA, P. R. B., MENDES, C. S. O., JUNIOR, R. R., VALERIO, H. M., BRANDI, I. V., & DE OLIVEIRA, D. A. Antibacterial activity of tannins from *Psidium guineense* Sw.(Myrtaceae). **Journal of Medicinal Plants Research**, 8(35), 1095-1100, 2014.
- ROSS, I.A. Medicinal Plants of the World: Chemical constituents, Traditional and Modern Uses. **Human Press**, Totowa, p. 283-289, 1999.
- RUFINO, M. S. M. **Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais**. Tese doutorado, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2008.
- SAVI, Aline. **Otimização do processo de extração de compostos bioativos de folhas de jambo (*Syzygium malaccense*)**. Monografia (Curso de Bacharelado em Química) – UTFPR, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná. 2015.
- SANTOS, Márcia Débora Dos; BLATT, cecília terumi teradaira. Teor de flavonóides e fenóis totais em folhas de *Pyrostegia venusta* Miers. de mata e de cerrado. **Rev. bras. Bot.**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 135-140, Aug. 1998.
- SÁNCHEZ, L., NEIRA, A. Bioensayo general de letalidad en *Artemia salina*, a las fracciones de extracto etanólico de *Psidium guajava* L. y *Psidium guineense* Sw. **Cultura Científica**, p. 40-45, 2005.
- SÁ, A. P. C. S. **Potencial antioxidante e aspectos químicos e físicos das frações comestíveis (polpa e casca) e sementes de Jamelão (*Syzygium cumini*, L. Skeels)**. Dissertação, UFRRJ. Rio de Janeiro, 2008.
- SILVA, Paulo Sérgio Gomes da; LOPES, Raquel Ferreira; SILVA, Jeferson Caetano da; SANTOS, Wanderlei Barbosa dos; VERÍSSIMO, Regina Célia Sales Santos; BASTOS, Maria Lysete de Assis. Atividade citotóxica, antimicrobiana e cicatrizante do extrato da *Jatropha gossypifolia* L. **Rev enferm UFPE on line.**, Recife, 12(2):465-74, fev., 2018.
- SHERMA, Joseph. Planar chromatography. **Analytical chemistry**, v. 80, n. 12, p. 4253-4267, 2008.

STEFANELLO, M. É. A.; PASCOAL, A. C. R. F.; SALVADOR, M. J. Essential oils from neotropical Myrtaceae: chemical diversity and biological properties. **Chemistry & Biodiversity**, v. 8, n. 1, p. 73–94, 2011.

SCUR et al. Antimicrobial and antioxidant activity of essential oil and different plant extracts of *Psidium cattleianum* Sabine. **Brazilian Journal of Biology**, São Paulo, vol.76 no.1 Fev. 2016.

SWAMI, S. B., THAKOR, N. S. J., PATIL, M. M., & HALDANKAR, P. M. Jamun (*Syzygium cumini* (L.)): A Review of its food and medicinal uses. **Food and Nutrition Sciences**, v. 3, p. 1100-1117, 2012.

STANKOVIC, S. M. Total Phenolic Content, Flavonoid Concentration and Antioxidant Activity of *Marrubium peregrinum* L. **Extracts. Kragujevac J. Sci.** 33: 63- 72, 2011.

SOUZA, A. P. O.; OLIVEIRA, R. M.; OLIVEIRA, S. F.; FORTUNA, J. L. Atividade antimicrobiana dos sumos de alecrim, aroeira, guiné e mastruz sobre *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. **Scientia Plena** 11, 071001, 2015.

TODD, S. **Manual de cultivo de especies frutales exóticas**. Fundación alternativas para el Desarrollo Sostenible en el Trópico, Vol. 1, 2005.

VALERA, E. **Especial para el Universal sobre lapomarrosa** (*Syzygium malaccense* L.). Venezuela. 2012.

VEBER et al. Determinação dos compostos fenólicos e da capacidade antioxidante de extratos aquosos e etanólicos de Jambolão (*Syzygium cumini* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, São Paulo, vol.17 no.2, Abril/Junho, 2015.

VIEIRA, R. F.; AGOSTINI-COSTA, T. D. S.; SILVA, D. D.; SANO, S. M.; & FERREIRA, F. R. **Frutas nativas da região Centro-Oeste do Brasil**. Embrapa Informação Tecnológica: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010.

VIZZOTO, M.; FETTER, R. M. **Jambolão: o poderoso antioxidante**. Embrapa - clima temperado, 2009.

WHISTLER, W. A.; ELEVITCH, C. R. *Syzygium malaccense* (Malay apple). Traditional Tree Initiative-Species Profiles. **Pacific Island Agroforest**, v.1, p.1-13, 2006.

WILSON, P. G.; O'BRIEN, M. M.; GADEK, P. A.; QUINN, C. J. Myrtaceae revisited: a reassessment of infrafamilial groups. **American Journal of Botany**, v. 88, n. 11, p. 2013-2025, 2001.