

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUCIANA GIBBERT

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, POTENCIAL ANTIOXIDANTE, E  
TOXICIDADE PRELIMINAR DO JAMBO VERMELHO (*Syzygium malaccense*  
(L.) MERR. & L.M. PERRY)**



CURITIBA

2017

LUCIANA GIBBERT

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, POTENCIAL ANTIOXIDANTE E  
AVALIAÇÃO DE TOXICIDADE PRELIMINAR DO JAMBO VERMELHO (*Syzygium  
malaccense* (L.) MERR. & L.M. PERRY)**

Dissertação apresentada como requisito a obtenção do grau de mestre em Alimentação e Nutrição, do Programa de Pós-Graduação em Alimentação e Nutrição, área de concentração: Qualidade dos Alimentos e Nutrição, do Departamento de Nutrição, Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná.

Orientador(a): Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cláudia C. Hecke Krüger  
Co-orientador(a): Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Renata Labronici Bertin

CURITIBA

2017

Gibbert, Luciana

Caracterização físico-química, potencial antioxidante e avaliação de toxicidade preliminar do Jambo vermelho (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L. M. Perry / Luciana Gibbert – Curitiba, 2017.

83 f. : il. (algumas color.) ; 30 cm

Orientadora: Professora Dra. Cláudia C. Hecke Krüger

Coorientadora: Professora Dra. Renata Labronici Bertin

Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Alimentação e Nutrição, Setor de Ciências da Saúde. Universidade Federal do Paraná.

Inclui bibliografia

1. Biodiversidade. 2. Frutas. 3. Myrtaceae. 4. Composição de alimentos. 5. Fibras alimentares. 6. Antioxidante. I. Krüger, Cláudia C. Hecke. II. Bertin, Renata Labronici. III. Universidade Federal do Paraná. IV. Título.

CDD 612.3



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
Setor CIÊNCIAS DA SAÚDE  
Programa de Pós-Graduação ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO

### TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de LUCIANA GIBBERT intitulada: **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, POTENCIAL ANTIOXIDANTE, E TOXICIDADE PRELIMINAR DO JAMBO VERMELHO (*Syzygium malaccense* (L.) MERR. & L.M. PERRY)**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua Aprovação no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo Colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 25 de Julho de 2017.

CLAUDIA CARNEIRO HECKE KRUGER  
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

ABDULLIO GOMES MIGUEL  
Avaliador Interno (UFPR)

ROSEMARY HOFFMANN RIBANI  
Avaliador Externo (UFPR)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me concedido a força, persistência e a saúde necessária, assim como a possibilidade de aprender.

A toda minha família, por compreenderem minha ausência em almoços, datas especiais e também pelo constante apoio na minha realização profissional. Principalmente aos meus pais, Loiva e Vicente, imensa gratidão pelo incentivo e apoio nestes anos todos em que estive distante de casa e por terem me conduzido sempre para o caminho correto.

À minha orientadora, Claudia Carneiro Hecke Kruger, um grande exemplo profissional. Agradeço pela dedicação desde o primeiro encontro e por dispor sempre de sua experiência e conhecimentos com muita paciência. Agradeço por ter acreditado em meu potencial e permitido meu crescimento.

À minha co-orientadora, Renata Labronici Bertin, por todas suas contribuições, ensinamentos, sugestões e correções preciosas ao meu trabalho. Sou grata pelo seu apoio, por sua dedicação e por sua serenidade.

À banca, Profa. Dra. Rosemary Hoffmann Ribani, Prof. Dr. Obdulio Gomes Miguel e Profa. Dra. Cristiane Queiroz pelas contribuições ao trabalho.

Ao PROCAD/CASADINHO, CNPq processo nº 552448/2001-7, Coordenação de Aperfeiçoamento de Profissional de Ensino Superior (CAPES), pela possibilidade de mobilidade à Recife-PE, e principalmente pela oportunidade de conhecer a Prof. Elizabeth do Nascimento, um grande exemplo de profissional.

À Profa. Dra. Graciele Campelo Borges e ao mestrando Rodrigo Luis Dutra Targino, ambos da Universidade Federal da Paraíba, pela parceria e oportunidade de realização das análises de atividade antioxidante e compostos fenólicos.

Ao Programa de Pós-Graduação de Ciências Farmacêuticas-UFPR, principalmente ao doutorando Francis Merino, pela ajuda na realização das análises de toxicidade.

Ao Laboratório de Análises de Combustíveis Automotivos- LACAUT, da Universidade Federal do Paraná, pela realização das análises de minerais.

Às minhas colegas do mestrado, com os quais aprendi muito, pela amizade, solidariedade e por serem também responsáveis por me manterem ainda mais motivada a seguir a carreira acadêmica. Em especial à colega Vania Barbosa e a Pós-Doutoranda Marlene Bampi, que me auxiliaram na realização das análises; a

baiana Soraia Martins, a Andrea Vargas e Patrícia Samofal, que além de colegas, se tornaram grandes amigas.

Aos técnicos e servidores do Departamento de Nutrição da Universidade Federal do Paraná e à técnica do Departamento de Farmácia, Maria da Graça de Toledo, pela contribuição e ajuda na realização das análises em laboratório.

À Universidade Federal do Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Alimentação e Nutrição- PPGAN, pela oportunidade de ingressar no mestrado e trabalhar na área da Qualidade de Alimentos, a qual me identifiquei e pretendo seguir a carreira acadêmica.

A todos vocês, o meu sincero muito obrigada!

*“O senhor poderia me dizer, por favor, qual o caminho que devo tomar para sair daqui? – perguntou Alice  
Isso depende muito de para onde você quer ir! – respondeu o Gato  
Não me importo muito para onde. – retrucou Alice  
Então não importa o caminho que você escolha. – respondeu o Gato  
Contanto que dê em algum lugar... – Alice completou  
Oh, você pode ter certeza que vai chegar... Desde que você caminhe bastante – disse o Gato”.*  
**Alice no país das maravilhas – Lewis Carroll**

## RESUMO

O Brasil é considerado um país de grande diversidade biológica, pois abriga milhares de espécies de animais, microrganismos, plantas e alimentos. Um importante exemplo de diversidade biológica encontrado no Brasil é a família Myrtaceae. Dentre algumas de suas frutas mais conhecidas estão a goiaba, a jabuticaba, a pitanga, o araçá e o jambo. Conhecido cientificamente como *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M. Perry, o jambo é um fruto encontrado principalmente nas regiões Nordeste, Sudeste e em alguns lugares da região Sul. Esse estudo teve como objetivo realizar a caracterização físico-química, o potencial antioxidante e avaliar a toxicidade do jambo vermelho. Os frutos foram colhidos no Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) no município de Morretes, sendo realizadas as determinações de comprimento, diâmetro, peso, umidade, cinzas, pH, acidez titulável, sólidos solúveis totais, proteínas, lipídios, fibra alimentar, valor energético total, açúcares, ácidos orgânicos, carotenoides e vitamina C. Para determinação de compostos fenólicos, atividade antioxidante e toxicidade preliminar foi obtido o extrato metanólico do fruto. Os resultados indicaram que o jambo vermelho liofilizado apresenta alto teor de umidade (11,8g/100g), açúcares totais e redutores, fibra alimentar (31,15 g/100g) e alguns minerais essenciais, podendo contribuir para RDA de indivíduos adultos, principalmente em relação ao manganês, ferro, fósforo, magnésio, zinco, potássio e cálcio. Além disso, não foi considerado tóxico ( $CL_{50} > 1000 \mu\text{g/mL}$ ). Também, foram encontrados resultados significativos de vitamina C (196,77 mg/100g na porção comestível) e carotenoides (5,14 mg/100g de  $\beta$ -caroteno e 4,29 mg/100g de licopeno), indicando o jambo vermelho como uma fonte natural desses compostos, principalmente de licopeno. Os resultados demonstram também que jambo é uma fruta com boa capacidade antioxidante e quantidades expressivas de compostos fenólicos totais (202,30 mg/100g). Assim, os resultados encontrados nesse estudo tornam o jambo vermelho uma fruta com ótimo potencial nutricional para ser inserido na alimentação da população.

Palavras – chave: Sociobiodiversidade. Frutas. Myrtaceae. Composição nutricional. Fibras alimentares. Compostos bioativos. Atividade Antioxidante.



## ABSTRACT

Brazil is considered a country of great biological diversity, as it hosts thousands of species of animals, micro-organisms, plants and food. An important example of biological diversity found not Brazil is a Myrtaceae family. Among some of its most known fruits are guava, a jaboticaba, a pitanga, araçá and jambo. Scientifically known as *Syzygium malaccense* (L.) Merr. And L.M. Perry, jambo is a fruit found in the Northeast, Southeast and in some places of the South. This study aim was to accomplish the physical-chemical characterization, evaluate the antioxidant potential and the toxicity of the red jambo. The fruits were harvested at the Agronomic Institute of Paraná (IAPAR) in the city of Morretes, being determined as determinations of length, diameter, weight, moisture, ash, titratable acidity, total soluble solids, proteins, lipids, dietary fiber, energy Total, sugars, organic acids, carotenoids and vitamin C. For determination of phenolic compounds, preliminary antioxidant and toxic activity was obtained the methanolic extract of the fruit. The results indicated that the lyophilized red jamb is high in moisture content (11.8g/100g), total and reducing sugars, dietary fiber (31.15g / 100g) and some essential minerals, which may contribute to adult RDA, in relation to manganese, iron, phosphorus, magnesium, zinc, potassium and calcium. In addition, it was not considered toxic ( $LC_{50} > 1000 \mu\text{g/mL}$ ). In addition, significant results of vitamin C (196.77 mg/100g in the edible portion) and carotenoids (5.14 mg/100g  $\beta$ -carotene and 4.29 mg / 100g lycopene) were found, indicating the red jambo as a natural source, mainly lycopene. The results also demonstrate that jambo is a fruit with good antioxidant capacity and expressive amounts of total phenolic compounds (202,30 mg/100g). Thus, the results found in the study make red jambo a fruit with great nutritional potential to be inserted into the population's diet.

Key words: Socio biodiversity. Fruits. Myrtaceae. Nutritional composition. Food fibers. Bioactive compounds. Antioxidant activity.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - DISTRIBUIÇÃO DA FRUTICULTURA NO ESTADO DO PARANÁ, 2016 .....	19
FIGURA 2 - JAMBO – VERMELHO ( <i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M. Perry) .....	21
FIGURA 3 - ÁRVORE DA ESPÉCIE <i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M. Perry, MORRETES– PR.....	22
FIGURA 4 - CLASSIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS PRESENTES EM ALIMENTOS .....	26
FIGURA 5 - METABÓLITOS SECUNDÁRIOS JÁ IDENTIFICADOS NO JAMBO VERMELHO .....	28
FIGURA 6 - UTILIZAÇÃO DE CONTAMINANTES NO BRASIL.....	34
FIGURA 7 - MICROCRUSTÁCEO <i>ARTEMIA SALINA</i> .....	36
FIGURA 8 - LOCALIZAÇÃO DA REGIAO LITORÂNEA DO ESTADO DO PARANÁ, 2016 .....	37
FIGURA 9 - DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO DO JAMBO VERMELHO .....	38
FIGURA 10 – APRESENTAÇÃO DO TAMANHO MÉDIO DO JAMBO VERMELHO	39
FIGURA 11 – FLUXOGRAMA DA CARACTERIZAÇÃO DO JAMBO VERMELHO ..	39

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	CONDIÇÕES OPERACIONAIS DO ICP-OES E DADOS ANALÍTICOS DA CALIBRAÇÃO DE MINERAIS ANALISADOS.....	44
TABELA 2-	CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO JAMBO VERMELHO .....	49
TABELA 3 -	CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DE JAMBO VERMELHO LIOFILIZADO .....	51
TABELA 4 -	CONCENTRAÇÃO DE MINERAIS DETERMINADOS NA POLPA E NA CASCA DO JAMBO VERMELHO LIOFILIZADO .....	60
TABELA 5 -	CONTEÚDO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA POLPA E CASCA DO JAMBO VERMELHO ....	63
TABELA 6 -	COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE PEARSON ENTRE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS, CAPACIDADE ANTIOXIDANTE, VITAMINA C E CAROTENOIDES DA PORÇÃO COMESTÍVEL DE JAMBO VERMELHO.....	66
TABELA 7 -	ENSAIO DE MORTALIDADE DE ARTEMIA SALINA E CL50 UTILIZANDO EXTRATO METANÓLICO DE POLPA E CASCA DE JAMBO VERMELHO.....	67

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - VALORES DE CAROTENOIDES E ANTOCIANINAS PARA A POLPA E A CASCA DO JAMBO VERMELHO LIOFILIZADO .....	55
GRÁFICO 2 - CROMATOGRAMA DE VITAMINA C PARA POLPA LIOFILIZADA DE JAMBO VERMELHO.....	57
GRÁFICO 3 - CROMATOGRAMA DE VITAMINA C PARA CASCA LIOFILIZADA DE JAMBO VERMELHO.....	57
GRÁFICO 4 - MINERAIS MAJORITÁRIOS DO JAMBO VERMELHO (PORÇÃO COMESTÍVEL) QUE APRESENTARAM MAIOR PERCENTUAL DE CONVERSÃO CONFORME INGESTÃO DIÁRIA RECOMENDADA (RDA) .....	62

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
1.1	OBJETIVOS .....	16
1.1.1	Objetivo Geral .....	16
1.1.2	Objetivos Específicos .....	16
2	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	17
2.1	BREVE HISTÓRICO SOBRE BIODIVERSIDADE .....	17
2.2	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	19
2.3	ESPÉCIE <i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M. Perry .....	20
2.4	CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DE FRUTOS DA BIODIVERSIDADE .....	22
2.5	SUBSTÂNCIAS BIOATIVAS PRESENTES NO JAMBO VERMELHO .....	24
2.5.1	Métodos empregados para avaliar compostos fenólicos e capacidade antioxidante de frutas .....	30
2.6	CONSUMO DE FRUTAS PELA POPULAÇÃO BRASILEIRA .....	32
2.7	COMPOSTOS TÓXICOS EM FRUTAS .....	34
3	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	37
3.1	PROGRAMA NACIONAL DE COOPERAÇÃO ACADÊMICA (PROCAD/CASADINHO) .....	37
3.2	AMOSTRAGEM E COLETA .....	37
3.3	PÓS-COLHEITA .....	38
3.4	CÁLCULO DA PORÇÃO COMESTÍVEL DE JAMBO VERMELHO .....	40
3.5	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS .....	40
3.6	DETERMINAÇÃO DE CAROTENOIDES E ANTOCIANINAS .....	41
3.7	QUANTIFICAÇÃO DE VITAMINA C .....	43
3.8	DETERMINAÇÃO DE MINERAIS .....	43
3.9	OBTENÇÃO DOS EXTRATOS METANÓLICOS DA POLPA E CASCA .....	44
3.10	DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS .....	45
3.11	DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE .....	46
3.11.1	Atividade antioxidante pelo sequestro do radical DPPH .....	46
3.11.2	Atividade antioxidante pelo potencial redutor do ferro (FRAP) .....	46
3.12	ENSAIO DE TOXICIDADE PRELIMINAR FRENTE <i>ARTEMIA SALINA</i> .....	47
3.13	ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	48
4	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	49

4.1	CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO JAMBO VERMELHO .....	49
4.2	CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DA FRUTA .....	50
4.3	CAROTENOIDES E ANTOCIANINAS.....	54
4.4	VITAMINA C.....	57
4.5	DETERMINAÇÃO DE MINERAIS .....	59
4.6	COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE .....	63
4.7	AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE PRELIMINAR FRENTE A <i>ARTEMIA SALINA</i>	67
5	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>69</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>70</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>80</b>
	<b>ANEXO I – DECLARAÇÃO DE EXSICATA DO JAMBO VERMELHO NO HERBÁRIO.....</b>	<b>81</b>
	<b>ANEXO II – AUTORIZAÇÃO DE ACESSO E DE REMESSA DE AMOSTRA DE COMPONENTE DO PATRIMÔNIO GENÉTICO .....</b>	<b>82</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado um país de grande diversidade biológica, pois abriga milhares de espécies de animais, microrganismos, plantas e alimentos (SALATI; SANTOS; KLABIN, 2006). Estima-se que existam mais de 7000 espécies de plantas que podem ser utilizadas na alimentação do ser humano. No setor da fruticultura, o país é considerado o 3º maior produtor de frutas, sendo que no ano de 2016, foram produzidas e exportadas 44 milhões de toneladas de frutas (IBGE, 2017).

Porém, mesmo com essa diversidade disponível os brasileiros ainda não consomem a quantidade de frutas recomendada pela Organização Mundial da Saúde (OMS), tornando-se necessário estabelecer estratégias para o incentivo do consumo. Ao mesmo tempo, o estímulo da diversidade alimentar da população poderá promover a biodiversidade por meio da inserção de alimentos e da conservação sustentável (CHARRONDIÈRE et al., 2013; WEZEL; CHAZOULE; VALLOD, 2013).

Dentre as espécies disponíveis para a alimentação da população brasileira, está a família Myrtaceae, que possui cerca de 140 gêneros e 3.500 espécies de árvores e arbustos já reconhecidos (MORAIS; CONCEIÇÃO; NASCIMENTO, 2014). Em relação aos frutos mais conhecidos dessa família, pode-se citar goiaba, jabuticaba, pitanga, araçá, araçá-boi e jambo (PEREIRA et al., 2012).

O jambo vermelho (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M. Perry), embora originário da Ásia, é encontrado nas regiões litorâneas do Sul do Brasil, compondo a biodiversidade da região, visto que se adaptou ao clima, desenvolvendo-se espontaneamente (CRUZ; KAPLAN, 2004; FARIA; MARQUES; MERCADANTE, 2011). Sua colheita é realizada entre os meses de janeiro a maio, sendo que o fruto possui elevada produção, ocorrendo dessa forma um grande desperdício na época de safra, pois sua vida útil *in natura* é reduzida e o aproveitamento em outras formas ainda é bastante escasso (ARAÚJO, 2010; SOBRAL, 2015).

O fruto pode ser consumido tanto da forma *in natura* como na forma de geleias, sucos e compotas. O jambo proveniente das regiões Nordeste e Sudeste possui baixo teor de lipídios e proteínas, minerais (cálcio, ferro, fósforo e magnésio), vitaminas, compostos bioativos, como carotenoides e antocianinas e uma quantidade expressiva de fibras alimentares (ARAÚJO, 2010; AUGUSTA et al., 2010). Contudo, até então não

existem estudos realizados sobre a caracterização nutricional do jambo vermelho da Região Sul do Brasil, principalmente da composição de minerais desse fruto.

No que diz respeito aos benefícios que traz à saúde humana, o jambo possui alegações de que pode contribuir na melhora de distúrbios gastrintestinais (principalmente azia e constipação intestinal), no Diabetes Tipo 2, em processos inflamatórios dérmicos de diversas etiologias, sendo também observada atividade inibitória da enzima xantina oxidase, diminuindo os níveis séricos de ácido úrico (BATISTA et al., 2016; NUNES et al., 2016).

Devido ao fato do jambo estar sendo recentemente estudado no Brasil, pela diversidade estrutural de seus constituintes químicos (macro, micronutrientes e compostos bioativos), mais estudos necessitam ser realizados com vista a explorar o valor nutricional, funcional, seus possíveis efeitos benéficos à saúde, sua aplicação pela indústria e permitir o desenvolvimento de bases de dados. Diante do exposto, o jambo foi avaliado quanto à sua caracterização nutricional, potencial antioxidante, compostos fenólicos e toxicidade preliminar, esperando-se poder utilizá-lo para melhoria da qualidade da alimentação da população e na produção de conhecimento científico para a agregação de valor ao fruto, incentivando sua produção por pequenos produtores.



## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Realizar a caracterização nutricional, determinar o potencial antioxidante, compostos fenólicos e avaliar a toxicidade preliminar do jambo vermelho (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M. Perry).

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar a composição centesimal do jambo vermelho;
- Determinar minerais do jambo vermelho;
- Determinar a quantidade de vitamina C do jambo vermelho;
- Avaliar a quantidade de carotenoides e antocianinas presente na fruta;
- Avaliar a capacidade antioxidante *in vitro* do jambo vermelho;
- Avaliar a quantidade de compostos fenólicos presentes no jambo vermelho;
- Avaliar a toxicidade preliminar do jambo vermelho.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 BREVE HISTÓRICO SOBRE BIODIVERSIDADE

O termo biodiversidade começou a ser adotado a partir do livro organizado por Wilson e Peter, em 1988, e desde então, vêm crescendo de forma contínua (SILVA; MAGALHÃES, 2010). Em 1992 foi realizada no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas para Meio Ambiente e o Desenvolvimento, onde o principal resultado foi a Convenção sobre Diversidade Biológica (CBD), que consiste em um tratado da Organização das Nações Unidas e um dos mais importantes instrumentos internacionais relacionados ao meio ambiente. A CBD define diversidade biológica como “uma variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte” (BRASIL, 2002).

Dentre os objetivos dessa Convenção está a conservação e o uso sustentável da diversidade biológica e a divisão justa e equitativa dos benefícios advindos de sua utilização. Entre os compromissos assumidos pelos países que participam, estão o desenvolvimento de estratégias, planos, programas e políticas setoriais e intersetoriais pertinentes, além da adoção de medidas econômica e socialmente racionais que incentivem a conservação e a utilização sustentável da diversidade biológica (SILVA; MAGALHÃES, 2010).

No Brasil, o Ministério do Meio Ambiente assumiu essa responsabilidade, e instituiu por meio do Decreto nº 1.354 (BRASIL, 1994), o Programa Nacional da Diversidade Biológica (PRONABIO) que tem como principal objetivo promover parceria entre o poder público e a sociedade civil na conservação da diversidade biológica, na utilização sustentável de seus componentes e na repartição justa e equitativa dos benefícios dela decorrentes. Após criação do PRONABIO, foram estabelecidos dois mecanismos principais a serem executados: o Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO) e a criação do Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (FUNBIO) (BRASIL, 2002).

O Brasil também passou a desenvolver estratégias, políticas, planos e programas nacionais de biodiversidade. E para isso, foi elaborada em 2002 a Política Nacional da Biodiversidade (PNB), culminando com o Decreto nº 4.339, de 22 de agosto de 2002.

Dentre os principais objetivos da PNB, pode-se citar: promoção e integração de políticas nacionais do governo e da sociedade; estímulo à cooperação interinstitucional e internacional para a melhoria da implementação das ações de gestão da biodiversidade; conhecimento, conservação e valorização da diversidade biológica brasileira; proteção de áreas naturais relevantes; promoção do uso sustentável da biodiversidade; respeito, preservação e incentivo ao uso do conhecimento, das inovações e das práticas das comunidades tradicionais (BRASIL, 2002).

Esses avanços demonstram que o Brasil vem tomando medidas importantes voltadas à conservação e utilização sustentável da biodiversidade, e que a divulgação de espécies é um dos passos principais para a conservação de forma correta, visto que o país abriga milhares de espécies de animais, microrganismos e plantas (SALATI; SANTOS; KLABIN, 2006).

Em relação às espécies de plantas, foram catalogadas ou identificadas no Brasil em torno de 55.000 espécies, sendo que destas, 21% são espécies introduzidas de outros países. O Brasil é considerado o maior produtor mundial de laranja e maçã, segundo maior produtor de mamão, ficando atrás apenas da Índia e o quarto maior produtor mundial de banana (FAOSTAT, 2017). Além das frutas que são mais conhecidas pela população brasileira, existem também as frutas menos consumidas, que são denominadas frutas da biodiversidade, podendo-se citar: abricó, abiu, açaí, araçá, bacaba, bacuri, buriti, cajarana, camu-camu, cupuaçú, mana-cubiu, murici, pupunha, tucumã, umari, jambo rosa, e o jambo vermelho (BRASIL, 2015).

Essas frutas menos conhecidas podem conter propriedades nutricionais semelhantes ou até superiores quando comparadas com frutas que são tradicionalmente consumidas pela população brasileira. Por isso, pensando no potencial nutricional que essas frutas tem a oferecer, é importante realizar primeiramente a caracterização das mesmas, ou seja, estudar as propriedades nutricionais que essas frutas contêm, para posteriormente divulgar e incentivar a inserção dessas frutas na alimentação e promover saúde à população (PEREIRA et al., 2012; CHARRONDIÈRE et al., 2013).

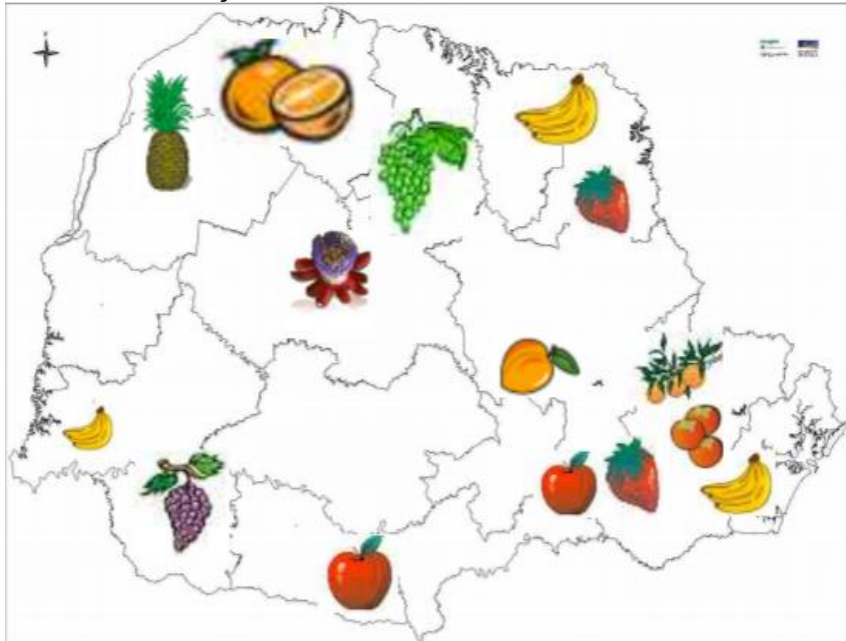
Assim, pensando na caracterização nutricional de frutas, é essencial estudar estes alimentos em regiões diferentes, visto que a composição nutricional de frutas pode ser influenciada por diversos fatores, principalmente por condições climáticas, sazonalidade, estágio de maturação, região e condições de cultivo (WEZEL; CHAZOULE; VALLOD, 2013).

## 2.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A região Sul do Brasil possui uma grande diversidade de solos e clima, fatores que proporcionam ambientes favoráveis para que ocorra o cultivo de várias espécies vegetais (MARQUES; BRITZ 2005). O Estado do Paraná está localizado entre os paralelos de 22°29'33" a 26°42'59", latitude sul, 48°02'24" a 54°37'38", longitude oeste, abrangendo uma área de 201.000Km<sup>2</sup>. Essa região possui uma transição climática, sendo que passa por um clima subtropical com invernos amenos ao Norte e clima temperado ao Sul, com invernos mais severos (INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, 2016).

No Paraná, o cultivo de frutíferas se estende por todo Estado, possuindo uma diversidade elevada, conforme FIGURA 1.

FIGURA 1 - DISTRIBUIÇÃO DA FRUTICULTURA NO ESTADO DO PARANÁ, 2016



FONTE: SEAB (2017).

O clima da região litorânea do Paraná é caracterizado como subtropical úmido-mesotérico, com média do mês mais quente superior a 22°C e no mês mais frio inferior a 18°C, sem estação seca definida, verão quente e geadas menos frequentes (VANHONI; MENDONÇA, 2008).

Em Antonina, alguns frutos da biodiversidade são coletados e/ou cultivados por pequenos produtores ou associações de produtores, tais como a Associação de Pequenos Produtores Rurais e Artesanais (ASPRAN). Nessa associação, os produtores

colhem o fruto para consumo próprio e principalmente para o sustento. A partir do jambo vermelho os produtores fazem geleias, compotas e outros derivados para a venda, sendo que o fruto possui uma ótima aceitação para consumo da população local, que busca introduzir alimentos da biodiversidade brasileira no seu dia a dia.

O Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR) está localizado em Morretes, onde é possível encontrar diversas espécies de plantas da biodiversidade, inclusive o jambo vermelho. O IAPAR é um órgão de pesquisa que dá embasamento tecnológico às políticas públicas de desenvolvimento rural do Estado (INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, 2016).

Na região do IAPAR encontra-se principalmente o tipo de solo denominado neossololítico, que é um solo jovem, com menores teores de argila nos horizontes, apresentando maior quantidade de matéria orgânica. Devido à pequena capacidade de retenção de água e nutrientes, esse tipo de solo necessita de práticas conservacionistas específicas para se manter produtivo. Por isso, as regiões que possuem o solo neossololítico geralmente correspondem a áreas de manutenção de vegetação nativa e preservação de espécies da biodiversidade (SILVA et al., 2013).

### 2.3 ESPÉCIE *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M. Perry

A família Myrtaceae possui cerca de 23 gêneros registrados e cerca de 997 espécies (SOBRAL, 2015). Essa família está distribuída pelas Américas e ao sul da Austrália; e compreende desde pequenos arbustos até árvores com mais de 12 a 15 metros de altura (LIMA; CADDAM; GOLDENBERG, 2015).

No Paraná, os frutos da família Myrtaceae são encontrados principalmente em regiões do litoral (MARQUES; BRITZ 2005). Estudos realizados por Lima, Caddam e Goldenberg (2015), e Cruz e Kaplan (2004), relatam que é possível encontrar em torno de 31 espécies da família Myrtaceae na região litorânea do Estado, podendo-se citar: *Blepharocalyx salicifolius* H.B.K. Berg. (Guabiroba), *Blepharocalyx tweediei* Berg (Murta), *Calyptanthus aromatic* St.-Hil (Cravo), *Calycorectes psidiiflorus* Berg. Sobral (Guaramirim), *Campomanesia guazumifolia* Cambess O. Berg (Sete Capotes), *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg. (Gabirola), *Campomanesia coerulea* O. Berg (Gabirola), *Campomanesia aurea* Berg.(Gabirola), *Eucalyptus* sp. (eucalipto), *Eugenia brasiliensis* Lam. (Grumixama), *Eugenia cauliflora* O. Berg (jabuticaba), *Eugenia cf. biflora*

*L.*(murta), *Eugenia dysenterica* DC. (Cagaiteira), *Eugenia jambos* L. (Jambo-vermelho), *Eugenia jambolana* Lam(Jambolão), *Eugenia puniceifolia* H.B.K. DC. (Murta), *Eugenia sulcata* Spring (Pitangueira selvagem), *Eugenia supra-axillaris* Spring (Fruta de tatu), *Eugenia uniflora* L. (Pitanga), *Hexachlamys edulis* Berg. Kaus & Legr. (Pêssego-do-mato), *Marliera tomentosa* Camb. (Guaparonga), *Myrcia amazonica* DC. (Pedra-ume-caá), *Myrcia bracteata* Rich. (Murta cabeluda), *Myrcia sphaerocarpa* DC. (Pedra-ume-caá), *Myrciaria tenella* DC.O. Berg (Murta), *Myrtus rubra* Piso (Cambuí verdadeiro), *Plinia trunciflora* O. Berg Kausel (Jaboticaba), *Psidium cattleianum* Sab. (Araçá-da-praia), *Psidium cinereum* Mart. (Araçá-cinzento), *Psidium firmum* Berg. (Goiaba), *Psidium cf. guianense* Sw. (Araçá), *Psidium guajava* L. (Goiabeira), *Stenocalyx* sp.(Pitanga), *Syzygium cumini* L. Skeels (Jamelão), *Syzygium jambolanum* L. DC. (Jambolão).

Dentre os frutos da família Myrtaceae que foram trazidos de outras regiões e se aclimataram na região Sul do Brasil está o jambo vermelho. Fonseca (2012), em seu estudo, ressalta o jambo como uma possível planta invasora no Brasil, e que vêm sendo introduzido ao longo dos últimos três séculos em grande parte das áreas tropicais do planeta, sendo utilizado como alimento. Ressalta ainda, que o jambo pode ser considerado uma “planta invasora de sucesso”, pois possui um ciclo de vida adequado, um sítio de estabelecimento bom e uma ótima interação com o ambiente.

O jambo vermelho (FIGURA 2) exala fragrância forte de rosas, apresentando coloração vermelho escura e polpa branca, suculenta e esponjosa, contendo uma semente grande. A frutificação dessa espécie ocorre geralmente em períodos mais chuvosos, três meses após a floração, sendo que a colheita se dá entre os meses de janeiro a maio (CRUZ; KAPLAN, 2004; FARIA; MARQUES; MERCADANTE, 2011).

FIGURA 2 - JAMBO – VERMELHO (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M. Perry)



FONTE: A autora (2016).

A safra do fruto não é muito longa, durando em torno de 3 a 4 semanas após frutificação, sendo que cada árvore produz entre 450 a 1200 frutos, resultando em torno de 20 a 85 kg de fruto por árvore (FALCAO; PARALUPPI; CLEMENT, 2002). Assim como a goiaba, pode ser considerada uma fruta de alta produtividade. Ambas pertencem à mesma família e a goiaba apresenta produtividade de 70 a 100 kg de fruto por árvore (INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, 2016).

A árvore do jambo possui folhas grandes e a sua planta pode atingir de 12 a 15 m de altura (FIGURA 3), apresentando tronco reto e copa densa, com forma piramidal e ramificação abundante que se inicia a 1,5– 2 m do solo (CAVALCANTE, 1996). É considerada uma espécie sempre-verde e se estabelece melhor em locais que apresentam sombra e umidade, características de clima tropical úmido.

FIGURA 3 - ÁRVORE DA ESPÉCIE *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M. Perry, MORRETES– PR



FONTE: A autora (2016).

## 2.4 CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DE FRUTOS DA BIODIVERSIDADE

A caracterização de frutos é um processo que envolve diversas etapas. Primeiramente, deve-se atentar ao estágio de maturação, que é um fator crucial na hora da colheita. Este deve ter como princípio a retirada do produto de forma adequada, tanto na maturidade, como na intenção de ocasionar o mínimo de perdas e danos, visando maior qualidade do alimento (PEREIRA et al., 2012).

Além disso, é necessário levar em consideração o tipo de fruta na hora da colheita, principalmente se o fruto é climatérico ou não-climatérico. O jambo é um fruto não-climatérico, pois se colhido antes do amadurecimento, não continuará o seu crescimento e desenvolvimento, e entrará em senescência logo após ser retirado da planta mãe



(ARAÚJO, 2009). Assim, a colheita do jambo vermelho deve ser realizada quando o fruto estiver no estágio maduro, pois isso influenciará a composição nutricional do mesmo.

Dentro da composição nutricional, a caracterização físico-química é de suma importância para avaliar a qualidade de um alimento e realizar a classificação tecnológica do mesmo, fornecendo assim informações precisas e seguras do valor nutricional visando obter rendimento satisfatório, otimizar o processamento e ampliar a vida útil do alimento (PHILLIPS, 2014).

Falcão et al. (2002) ressaltaram em seu estudo, que em 100 g de polpa do jambo, pode-se encontrar 90 % de água, 0,3 g de proteína, 3,9 g de carboidratos, 1 g de fibras alimentares, carotenoides e traços de vitamina B1 e B2. Batista et al. (2016) concluíram que a polpa fresca do jambo é uma fonte rica de fibras solúveis e açúcares redutores. Já a casca apresenta quantidades elevadas de fibras insolúveis, lipídios e compostos fitoquímicos, principalmente antocianinas. Nunes et al. (2016) compararam os valores da casca e polpa do jambo vermelho, e observaram que a casca apresentou teores elevados de carboidratos, lipídios, cinzas, açúcares redutores e sólidos solúveis totais; enquanto a polpa apresentou maior teor de proteínas, pH e fibras alimentares.

Além da caracterização físico-química, conhecer o perfil de minerais e vitaminas presentes nas frutas também é de extrema importância. Os minerais são substâncias inorgânicas, sendo que sua determinação é bastante importante visto que esses elementos são considerados reguladores essenciais em processos fisiológicos do indivíduo. São divididos em algumas classes: eletrólitos, que são essenciais na manutenção do equilíbrio hidroeletrólítico (sódio, potássio e cloro); macrominerais, que estão presentes em maiores quantidades no organismo (cálcio, magnésio, enxofre e fósforo); micronutrientes, estão presentes em menores quantidades no organismo, porém são essenciais (ferro, zinco, cromo, iodo e manganês); e por último, os elementos traços, que ainda não apresentam propriedades metabólicas específicas elucidadas (flúor) (COZZOLINO, 2012; MERGEDUS et al., 2015).

O ser humano necessita de ingestão diária de quantidades adequadas de diversos minerais, e como estimativa de consumo tem-se a quantidade diária recomendada (RDA), que diz respeito a quantidade de um nutriente que um indivíduo saudável deve ingerir por dia, em média, através da alimentação para manter um padrão saudável (JECFA, 2016). É importante que o indivíduo consuma as quantidades diárias recomendadas de minerais, visto que as deficiências de nutrientes são consideradas um



importante problema de saúde pública, afetando mais de dois terços da população mundial. Dentre as principais deficiências causadas estão: anemia, osteoporose, fraturas, câibras musculares, hipertensão, tonturas, redução de libido, perda do paladar e do olfato, disfunção da tireoide e depressão do sistema imune e bório.

As vitaminas também são consideradas elementos essenciais, uma vez que atuam como catalisadores para reações no organismo. Além disso, são fundamentais na transformação de energia, mesmo não sendo consideradas fontes. As vitaminas são classificadas conforme a sua solubilidade, em 2 grupos: lipossolúveis (vitaminas A, D, E e K) e hidrossolúveis (Vitaminas C e do complexo B), sendo que a vitamina E, C e A se apresentam na classe dos principais antioxidantes naturais da dieta (TURECK et al., 2013; FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2014).

Dados divulgados pela Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) de 2013 trazem que os brasileiros não atingem as recomendações de ingestão diária de minerais e vitaminas, principalmente no que diz respeito ao cálcio, fósforo, magnésio, vitamina E, vitamina D, vitamina A e vitamina C. Por isso, a ingestão de frutas se torna importante, visto que esse grupo apresenta vários minerais e vitaminas que são considerados essenciais.

A procura por alimentos com alto valor nutricional vem aumentando a cada ano, e neste contexto se enquadram as frutas, visto que a maior parte possui vitaminas, sais minerais, compostos, açúcares naturais (frutose), além de várias outras substâncias, principalmente metabólitos secundários, que auxiliam na prevenção e no combate a doenças crônicas não transmissíveis, tais como: problemas cardiovasculares, câncer, problemas respiratórios e diabetes (LAMOTHE et al., 2015).

## 2.5 SUBSTÂNCIAS BIOATIVAS PRESENTES NO JAMBO VERMELHO

Além de macro e micronutrientes, existem alguns compostos químicos que estão presentes em frutas e que possuem diversas funções e efeitos benéficos ao indivíduo. Esses compostos químicos são denominados compostos bioativos, sendo que estes são na maioria das vezes metabólitos secundários e possuem como uma das principais funções a atividade antioxidante (COZZOLINO, 2012).

Antioxidantes são substâncias naturais ou sintéticas que previnem ou retardam a deterioração dos alimentos ocorrida pela ação do oxigênio presente no ar (MELO et al.,

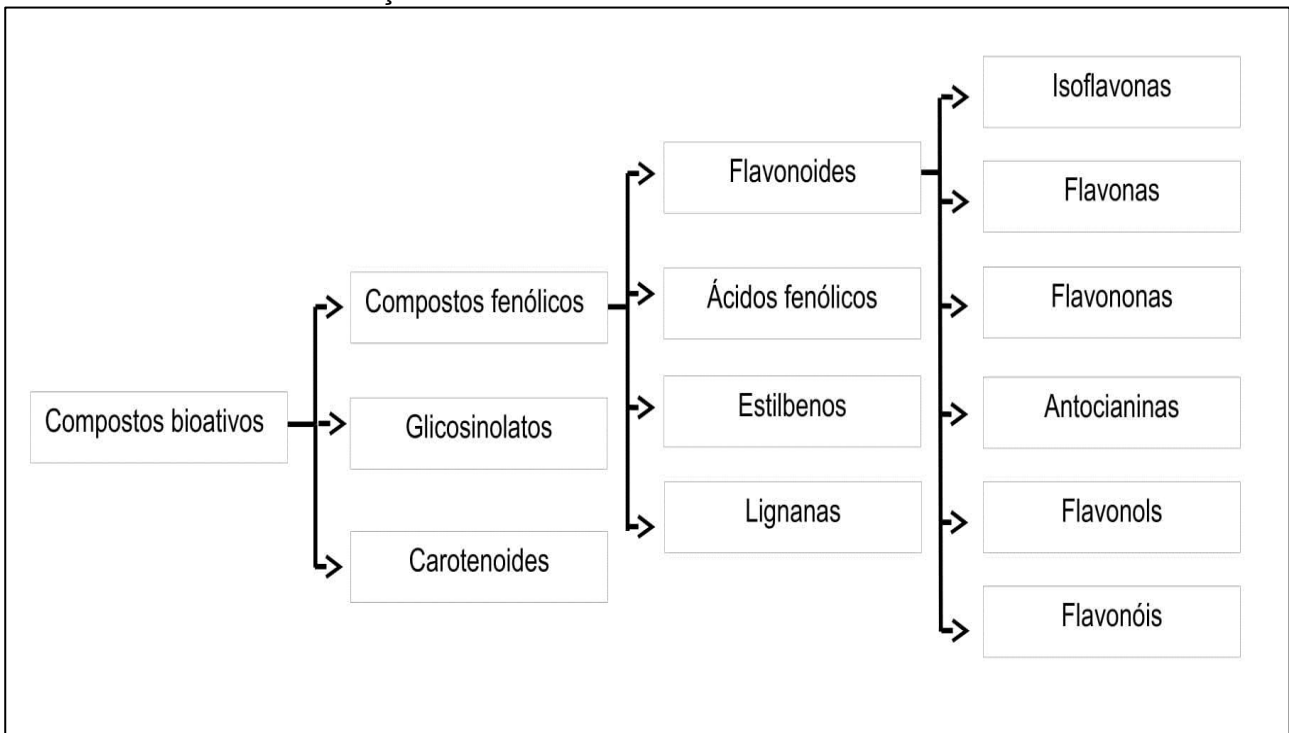
2008). Substâncias oxidantes e antioxidantes são as responsáveis pelo equilíbrio da homeostase do organismo, sendo assim, se houver produção de espécies reativas de oxigênio ou nitrogênio em grandes quantidades, pode acontecer à indução de danos ao DNA, carbonilação de proteínas, aumentando a ocorrência de estresse oxidativo que irá atingir as células, os tecidos e os órgãos. Portanto, determinar a atividade antioxidante dos alimentos contribui para avaliar a proteção contra sua oxidação e deterioração, que pode levar a uma diminuição da qualidade e também do valor nutricional (KARAKAYA, 2004; IAL, 2007).

A classificação dos antioxidantes consiste em: antioxidantes primários (interrompem a cadeia de reações envolvidas na oxidação lipídica através da doação de elétrons ou hidrogênio aos radicais livres, convertendo-os assim em produtos mais estáveis termodinamicamente) e antioxidantes secundários (reduzem ou retardam a taxa de iniciação da oxidação por decompor hidroperóxidos) (DERNARDIN et al., 2015).

As frutas são consideradas ótimas fontes de antioxidantes, apresentando efeito protetor ao organismo uma vez que auxiliam na diminuição da incidência de doenças degenerativas, inflamações, disfunção cerebral e doenças cardiovasculares (FALCÃO; PARALUPP; CLEMENTE, 2002; AUGUSTA et al., 2010; FIGUEIRÔA, 2013).

No que diz respeito à classificação das substâncias bioativas, estão divididas em: compostos fenólicos, glicosinolatos e carotenoides (FIGURA 4).

FIGURA 4 - CLASSIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS PRESENTES EM ALIMENTOS



FONTE: Adaptado de Cozzolino (2012).

Os compostos fenólicos se caracterizam por possuir pelo menos um anel aromático, unido a uma ou mais hidroxila. Esses compostos são classificados em alguns grupos: flavonoides, que são os mais comuns; os ácidos fenólicos, lignanas e os estilbenos. Os flavonoides são formados por dois anéis aromáticos, unidos por um heterociclo oxigenado e dependendo do grau de hidrogenação e substituições se diferenciam em isoflavonas, flavonas, flavononas, antocianinas, flavonols e flavonóis (GARCIA-SALAS et al., 2010; DELPINO-RIUS et al., 2015).

Os flavonoides são considerados um dos grupos fenólicos mais importantes, sendo que podem ser encontrados em diversas formas estruturais e existem mais de 4.200 flavonoides já identificados. Esse grupo apresenta diversas funções, que vão desde proteção dos vegetais contra incidência de raios ultravioleta e visível, proteção contra fungos e insetos, antioxidantes, controle da ação de hormônios vegetais, agentes alelopáticos e inibição de enzimas (KLIMCZAK et al., 2007).

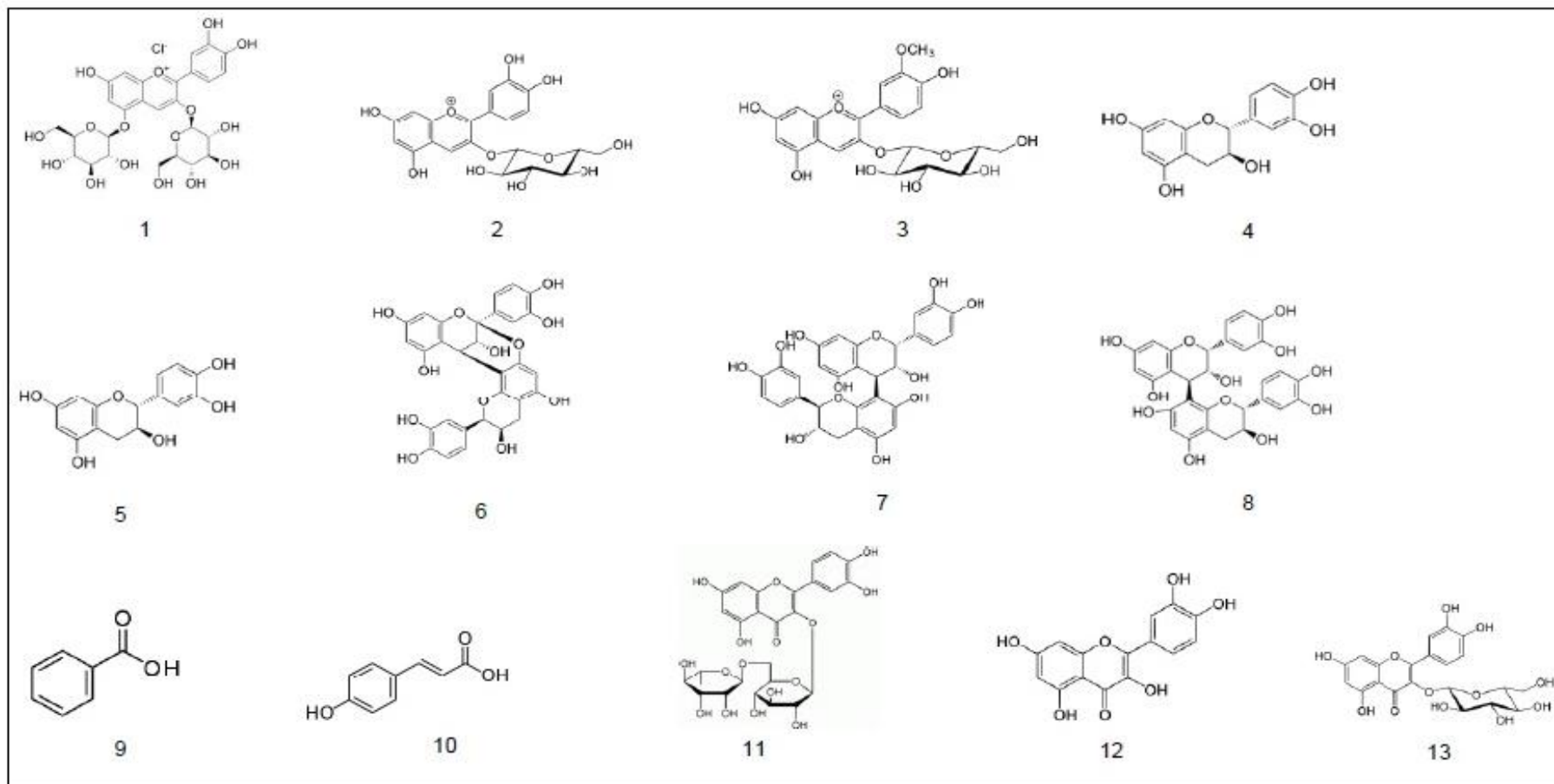
Dentro da classe dos flavonoides, os flavonóis são os mais encontrados em alimentos, sendo que as frutas possuem destaque nesse grupo. Estima-se que as frutas contenham entre 5 a 10 diferentes tipos de flavonóis, uma vez que eles se acumulam nas cascas das frutas. Em relação a sua absorção, muitos desses compostos estão presentes em formas glicosiladas, que facilitam sua absorção (MANACH, et al., 2004).

Dos outros grupos dos compostos fenólicos, é importante citar os ácidos fenólicos, principalmente cinâmico e benzoico; que contêm um anel aromático e uma hidroxila, e possuem três grupos funcionais: álcoois, ácidos e aldeídos. Além disso, têm-se ainda os estilbenos e lignanas (MOO-HUCHIN et al., 2014).

Existem vários alimentos que apresentam quantidades consideráveis de compostos fenólicos, principalmente as frutas, seguido de chás, café, vinho e soja; sendo que mesmo que não exista uma recomendação oficial de ingestão diária desses compostos, a literatura sugere que a ingestão mínima para trazer benefícios consiste em torno de 1 g por dia. Vale ressaltar que cada alimento possui tipos específicos de compostos e que as concentrações desses compostos variam de acordo com fatores ambientais, genéticos e tecnológicos (PERON; BRUMAGHIM, 2009).

Alguns tipos de compostos fenólicos já foram identificados na família Myrtaceae, tais como: ácidos fenólicos e flavonoides (VUONG; 2014; REYNERTSON et al., 2008). Até agora foram identificados no jambo vermelho os seguintes compostos: antocianinas (cianidina-3,5-O-diglucoside, cianidina-3-O-glucoside, peonidin-3-O-glucoside), seguido de epicatequina, catequina, procianidina A2, B1 e B2, alguns ácidos (benzoico e p cumárico) e flavonóis (rutina, quercetina e isoquercitrina) conforme FIGURA 5 (BATISTA et al., 2016; NUNES et al., 2016; PEIXOTO et al., 2016).

FIGURA 5 - METABÓLITOS SECUNDÁRIOS JÁ IDENTIFICADOS NO JAMBO VERMELHO



FONTE: Garcia-Salaset al., (2010);Karakaya, (2004);Batista et al., (2016); Nunes et al., (2016); Peixoto et al., (2016).

LEGENDA: (1) cianidina-3,5-O-diglucoside; (2) - cianidina-3-O-glucoside; (3) - peonidin-3-O-glucoside; (4) -epicatequina; (5) catequina; (6) – procianidina A2; (7) - procianidina B1 (8) - procianidina B2; (9)- ácido benzoico; (10)- ácido p-cumárico; (11)- rutina; (12)- quercetina; (13)- isoquercitrina.

Entre todos os compostos já identificados, a cianidina 3-glicosídeo foi a principal antocianina encontrada no jambo vermelho. Esse composto está relacionado com efeitos protetores sobre o estresse oxidativo, além de minimizar processos inflamatórios e possuir efeitos de prevenção da obesidade (BATISTA et al., 2016; NUNES et al., 2016; PEIXOTO et al., 2016).

Dentro da classe dos compostos bioativos, têm-se também os glicosinolatos, que são derivados da biossíntese de aminoácidos, formados de ésteres ligados a uma d-glicopirranose, um grupo sulfato e uma cadeia lateral variável. Além disso, são considerados biologicamente inativos, devendo ser hidrolisados para conseguirem exercer alguma função, tanto na planta como no ser humano. Quando hidrolisados (por reação enzimática), exercem função de defesa das plantas contra doenças e insetos, além de conferirem pigmentação e algumas características organolépticas aos alimentos. No ser humano, estes compostos apresentam variados efeitos nutricionais, tais como propriedades anticarcinogênicas, antialérgicas e anti-inflamatórias. Porém, quando utilizados em quantidades excessivas, podem se apresentar extremamente tóxicos. São encontrados nas hortaliças da família *Brassicaceae* (crucíferas), tais como repolho, couves e brócolis (JAHANGIR et al., 2009; VIG et al., 2009).

Os carotenoides, além de serem encontrados em hortaliças como os glicosinolatos, também são encontrados em diversas frutas, sendo que as maiores fontes de carotenoides em frutas são o mamão, a manga, a laranja, a acerola, o morango, a melancia e a goiaba (RODRIGUES-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008). São considerados pigmentos naturais de cor amarela, laranja e vermelha, dos quais existem em torno de 30 a 40 tipos diferentes presentes nos alimentos. Porém, os mais conhecidos são:  $\beta$ -caroteno,  $\alpha$ -caroteno,  $\beta$ -criptoxantina, zeaxantina, luteína e o licopeno. Estes apresentam diversas funções ao indivíduo que vão desde a sua ação antioxidante, modulação do metabolismo carcinogênico, inibição da proliferação celular, aumento da resposta imune e alguns são precursores da vitamina A (KHOO et al., 2008).

Ainda, os carotenoides são considerados moléculas hidrofóbicas, e desta forma interagem com a parte lipofílica da célula. São compostos altamente instáveis e por isso, algumas formas de processamento e armazenamento podem interferir na sua absorção, como o cozimento do alimento. Além disso, alguns componentes presentes no alimento também podem interferir na sua absorção, como a presença de fibras alimentares e a falta de lipídios no alimento (ISHIDA; CHAMPAN, 2009).

### 2.5.1 Métodos empregados para avaliar compostos fenólicos e capacidade antioxidante de frutas

A extração é considerada o passo mais importante para determinar compostos bioativos em frutas, sendo que, o seu rendimento depende do tipo de solvente utilizado e do método empregado. Existem vários métodos que vem sendo utilizados para determinar compostos fenólicos em produtos vegetais, podendo ser quantificados fenólicos totais, um composto fenólico específico ou uma classe de fenólicos (REYNERTSON et al., 2008; FIGUEIRÔA, 2013).

Os solventes orgânicos acidificados são os mais utilizados para essa quantificação, dentre eles a água, o metanol, a acetona, e/ou as misturas destes. Na extração com algum desses solventes, ocorre à desnaturação de membranas celulares e solubilização de pigmentos antioxidantes, no qual o ácido tende a estabilizar os compostos que são de interesse. Contudo, podem também ser responsáveis por mudar a forma natural do pigmento no tecido, pois ocorre a quebra das associações com metais ou outros compostos (RODRIGUEZ; SAONA; WROLSTAD, 2003).

Um método que vem sendo bastante utilizado nos últimos anos para avaliar a quantidade de compostos fenólicos totais em produtos naturais é o Folin-Ciocalteu, que atua reduzindo o reagente ácido fosfomolibdico- fosfotungsticos pelos compostos fenólicos em um complexo de cor azul. Consiste em um método simples, sensível e preciso (PRIOR; WU; SCHAICH, 2005).

A análise e determinação de compostos fenólicos compreende uma etapa bastante importante na caracterização de frutos, visto que estão relacionados diretamente com a capacidade antioxidante (FIGUEIRÔA, 2013). Para avaliar a eficiência de antioxidantes na dieta também existem vários métodos, sendo que alguns se baseiam na captura do radical peroxila (ORAC, TRAP), outros na captura do radical orgânico (ABTS, DPPH), ou ainda no poder de redução de algum metal (FRAP) e quantificação de produtos que são formados durante a peroxidação de lipídios (TBARS) (THAIPONG et al., 2006; MOON; SHIBAMOTO, 2009).

Os métodos ORAC (Oxygen-Radical Absorbancy Capacity) e TRAP (Total Radical - Trapping Antioxidant Parameter) baseiam-se na geração de radicais peroxila, uma vez que reagentes atuam rapidamente com o oxigênio, originando assim radicais peroxila. Essa reação é monitorada e o período no qual a oxidação é inibida pelos antioxidantes é

comparado ao padrão trolox, que é um análogo hidrossolúvel da vitamina E (HUANG; OU; PRIOR, 2005).

O método ABTS consiste em avaliar a atividade antioxidante pela captura do radical 2,2- azinobis (3- etilbenzoatiazolina-6-ácido sulfônico), inibindo o cátion ABTS quando ocorre a presença de antioxidantes na reação (HUANG et al., 2005). Este método é bastante utilizado para análises de bebidas e alguns componentes de alimentos devido à sua facilidade em ser aplicado em fases aquosas e lipídicas, contudo atualmente também vem sendo utilizado para ensaios de frutas e hortaliças (MOON; SHIBAMOTO, 2009).

O ensaio do radical DPPH tornou-se bastante popular no estudo de antioxidantes naturais, por se apresentar como um método simples, porém confiável. O método adaptado por Brand-Williams (1995) consiste na redução do radical [2,2 – difenil – 1 – picrilhidrazil] pelos compostos antioxidantes que ao fixarem um H<sup>+</sup> (removido do antioxidante em estudo), promovem a diminuição da absorvância (absorvância máxima de 515nm) a qual, é proporcional à concentração e a atividade antioxidante da amostra. Os resultados dessa análise são expressos em porcentagem de atividade antioxidante (micromol de equivalentes do padrão utilizado), ou como EC<sub>50</sub>, que consiste na quantidade de um antioxidante necessário para conseguir reduzir a concentração inicial de DPPH em 50% (WILLIAMS; CUVELIER; BERSSET, 1995).

Alguns cuidados devem ser considerados na interpretação dos resultados do método DPPH, como a concentração do composto a ser analisado, as características do meio (pH, tipo de solvente), afinidade do solvente com substrato, dentre outros (MOLYNEUX, 2003). Porém, ainda é considerado um dos métodos mais precisos para realizar análise de frutas e extratos vegetais.

O método do FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*) trata sobre a capacidade de um antioxidante em reduzir o Fe<sup>3+</sup> (oxidado) em Fe<sup>2+</sup> (reduzido). Quando isso ocorre na presença de tripiridiltriazina (TPTZ) e em condições ácidas (pH 3,6), acontece a formação de um complexo de intensa cor azul com o Fe<sup>2+</sup>, com uma absorção máxima a 593 nm (APAK et al., 2004). Esse método oferece resultados rápidos e reprodutíveis, apresentando como desvantagens o fato de que a curva padrão deverá ser realizada com um antioxidante que seja solúvel em água como o ácido ascórbico e o Trolox, e geralmente não se consegue medir todos os antioxidantes presentes em uma matriz.



(APAK et al., 2004). Contudo, ainda é considerado um método seguro, além de simples e que não necessita de reagentes caros (PRIOR; WU; SCHAICH, 2005).

O ensaio com TBARS (ácido tiobarbitúrico) consiste na reação do ácido com produtos de decomposição dos hidroperóxidos, formando o malonaldeído, que reage com moléculas para formar um complexo de coloração vermelha. A reação ocorre em meio ácido e em alta temperatura, visando aumentar a sensibilidade de detecção. Esse método, em combinação com outros, é bastante eficiente para analisar a oxidação lipídica nos alimentos (CAPRIOLI; SULLIVAN; MONAHAN, 2011).

Dessa forma, a escolha dos diferentes métodos para avaliação da capacidade antioxidante está baseada no tipo de alimento a ser analisado. O espectrofotômetro é o equipamento utilizado para avaliar esses compostos, visto que registra absorvância dos compostos em função do comprimento de onda. Esse método utiliza a luz para medir a concentração de um composto que tem a capacidade de interagir com a luz. Os benefícios de se utilizar esse equipamento é a velocidade no processamento das análises e a boa confiabilidade nos resultados (PASCHOAL et al., 2003).

Já para quantificar esses compostos presentes em frutas, são utilizadas as cromatografias, que representam um método físico-químico de separação (SILVA; COLLINS; BOTTOLI, 2011). Para a quantificação de compostos em frutas a cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), é uma das técnicas mais utilizadas. Esta técnica é bastante versátil visto que, possibilita a separação de flavonoides, além de conseguir caracterizar esses compostos (SIMOES et al., 2002).

## 2.6 CONSUMO DE FRUTAS PELA POPULAÇÃO BRASILEIRA

O Brasil é reconhecido mundialmente pela grande diversidade de frutas que estão disponíveis em todas as regiões do país. É o terceiro maior produtor mundial de frutas. Porém, mesmo com essa quantidade disponível, os brasileiros ainda não consomem a quantidade de frutas recomendadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS), que consiste de 3 a 5 porções, em torno de 7 a 8% do valor calórico de uma dieta de 2.200 kcal/dia (BRASIL, 2014). Por isso, existe um incentivo na execução de políticas públicas em relação ao consumo de frutas e hortaliças (como a divulgação de propriedades de frutas e seus benefícios), visto que essa recomendação contribui para redução do risco de desenvolvimento de câncer e prevenção de Doenças Crônicas Não Transmissíveis, tais

como: doenças cardiovasculares, diabetes, obesidade e hipertensão arterial (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2003).

Alguns estudos vêm avaliando os fatores envolvidos nessa baixa ingestão de frutas e hortaliças pela população e, dentre os principais determinantes, pode-se citar: custo, sexo (mulheres costumam consumir mais frutas), contaminantes, falta de tempo, dificuldade de acesso e alta perecibilidade. Ainda, relatam que o consumo de frutas aumenta conforme a idade do indivíduo (SATIA et al., 2001; POLLARD et al., 2002; SOUZA et al., 2008).

Essa relação de quanto menor a idade conseqüentemente menor o consumo de frutas, é bastante preocupante, pois se sabe que é de extrema importância que a criança e o adolescente tenham um consumo adequado de todos os grupos alimentares, uma vez que hábitos inadequados na infância e na adolescência podem ser fatores de risco para doenças crônicas não transmissíveis na idade adulta (SATIA et al., 2001).

Mundialmente, existe uma maior variedade e/ou oferta de frutas na América do Norte, Europa Ocidental, América central e América do Sul, local onde se encontra o Brasil (OMS, 2005).

No Brasil, práticas alimentares inadequadas desde a infância vêm sendo apontadas como um dos principais determinantes de obesidade, cuja prevalência triplicou nas últimas três décadas entre crianças em idade escolar e adolescentes (COSTA; VASCONCELOS; CORSO, 2012). Além disso, a Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar (PENSE) realizada em 2012, com estudantes entre 13 e 15 anos de escolas públicas, revelou que o consumo quase diário de guloseimas foi superior ao consumo de frutas frescas. Apontou ainda que o consumo de frutas frescas foi referido por 26,7% dos estudantes da Região Norte; 28,4%, do Sul; 28,9%, do Nordeste, 31,7%, do Sudeste; e 32,9%, do Centro-Oeste (CAVARARO, 2015).

Outra pesquisa realizada pela Vigitel Brasil (2015) analisou o consumo alimentar de adultos residentes em 27 capitais brasileiras e concluiu que a frequência de consumo de frutas foi de 69,1% da população, sendo menor em homens (62,8%) do que em mulheres (74,2%). Essa pesquisa destacou ainda que a frequência do consumo de frutas vem crescendo entre os brasileiros, à medida que o consumo de refrigerantes vem declinando. Porém, quando analisada a frequência do consumo conforme recomendação diária de acordo com a OMS, apenas 32,9% da população atinge o recomendado. Devido a isso, pensando nos benefícios e na contribuição para qualidade de vida da população, a

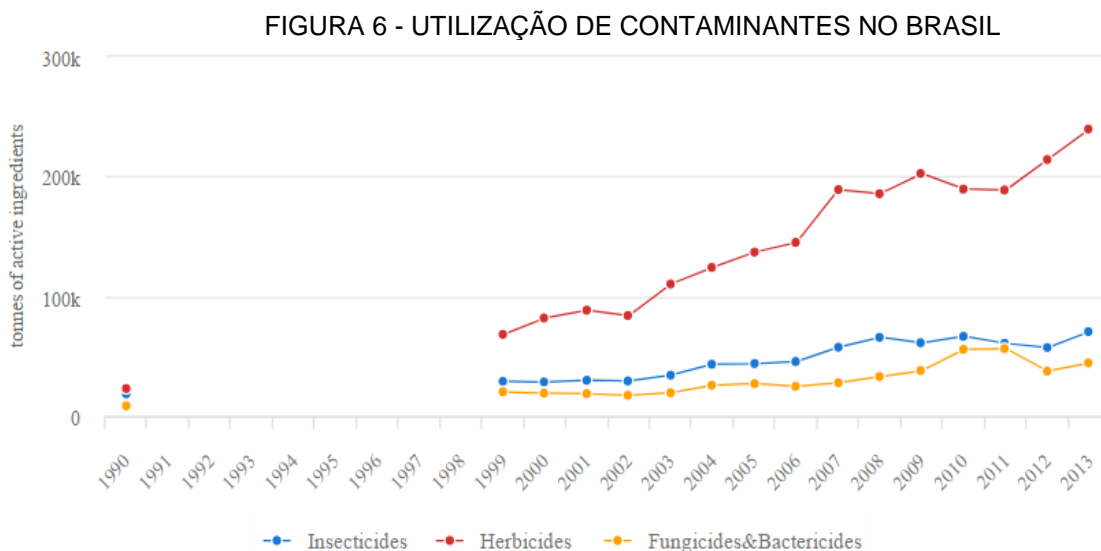
OMS preconiza a promoção do consumo de frutas e hortaliças como uma prioridade nas políticas relacionadas à alimentação.

Assim, levando em consideração que existe a necessidade de maior incentivo do consumo de frutas pela população brasileira, principalmente frutas que não são frequentemente consumidas, e que são alimentos que possuem diversas propriedades nutricionais, torna-se necessária a caracterização de frutas para contribuir na promoção de saúde e prevenção de doenças, além de promover o desenvolvimento sustentável e a geração de renda de pequenos produtores.

## 2.7 COMPOSTOS TÓXICOS EM FRUTAS

As frutas são conhecidas como alimentos fonte de nutrientes, devendo ser ingeridas com frequência (PEREIRA et al., 2012). Porém, apesar de possuírem várias propriedades nutricionais, é preciso primeiramente verificar se apresentam ou não algum risco à saúde do consumidor. Assim, a avaliação da toxicidade em frutas é bastante importante, pois nos últimos anos vêm ocorrendo um aumento significativo de contaminantes encontrados em alimentos, visto que esses contaminantes são capazes de penetrar no interior de folhas e polpas (ANVISA, 2012).

O Brasil é 4º maior consumidor de alimentos que possuem contaminantes/agrotóxicos (FAOSTAT, 2013), sendo que a utilização destes apresentou crescimento elevado nos últimos 13 anos, conforme FIGURA 6.



FONTE: FAOSTAT, (2013).

Nesse cenário, as frutas estão listadas como um dos principais grupos que possuem contaminantes, principalmente pesticidas. Além disso, algumas frutas apresentam compostos tóxicos que estão naturalmente presentes nesses alimentos, sendo que os indivíduos possuem certa tolerância a apenas alguns compostos (ANVISA, 2012). Dentre os principais compostos tóxicos encontrados em frutas, está a classe dos glicosídeos, que são facilmente hidrolisados, liberando açúcar e cianidrina, que se degrada e origina o ácido cianídrico, sendo responsável pela toxicidade. Os glicosídeos são encontrados principalmente em frutas da família Rosaceae (maçã, pera, pêsego, cereja e ameixa). Outra classe naturalmente encontrada em frutas é a patulina, sendo que é produzida por fungos e encontrada principalmente na banana, pêra, abacaxi, uva e pêsego. Ainda, outros agentes tóxicos frequentemente presente são os produtores de flatulência, encontrados principalmente na uva e banana (FOOD INGREDIENTES BRASIL, 2009).

Por isso, é fundamental conhecer a procedência e a composição da fruta antes do seu consumo e por isso, a avaliação da toxicidade traz uma maior segurança para incentivar o consumo desses alimentos (SILVA et al., 2014).

Existem vários métodos que podem ser utilizados para avaliar a toxicidade de frutas. O ensaio preliminar frente ao microcrustáceo *Artemia salina* é utilizado desde a década de 50, consistindo em um teste prático, de baixo custo e principalmente seguro; utilizado para avaliar a toxicidade de extratos vegetais, metais pesados, toxinas fúngicas e resíduos de pesticidas (MANFRA et al., 2012).

A *Artemia salina* (FIGURA 7) é conhecida como um microcrustáceo de água salgada, sendo que os seus ovos apresentam uma elevada taxa de eclosão e são de fácil acesso para compra. Os nauplios da *Artemia salina* são utilizados para avaliar a toxicidade preliminar através de uma concentração letal (CL<sub>50</sub>) (MEYER et al., 1982).

FIGURA 7 - MICROCRUSTÁCEO ARTEMIA SALINA



FONTE: The Fish Guide (2017).

Em síntese, a ausência de toxicidade observada nos ensaios de *Artemia salina* serve para estimular a realização de estudos adicionais para a determinação de propriedades terapêuticas de frutas e trazer mais segurança em relação ao consumo seguro de alimentos.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

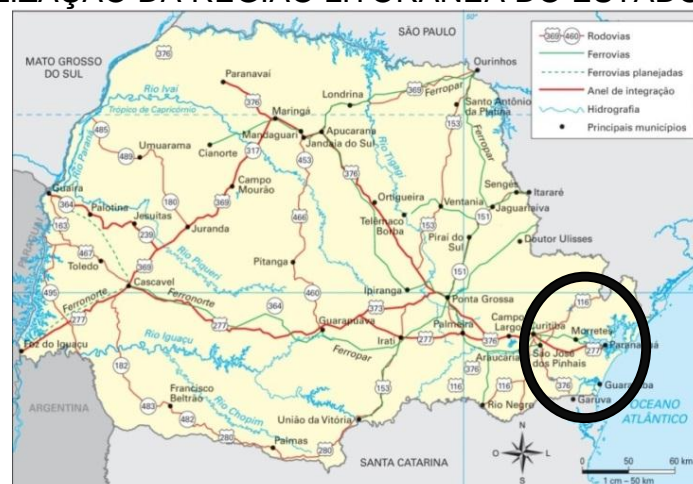
#### 3.1 PROGRAMA NACIONAL DE COOPERAÇÃO ACADÊMICA (PROCAD/CASADINHO)

Esse trabalho está vinculado ao Programa Nacional de Cooperação Acadêmica (PROCAD/CASADINHO) CNPq processo nº 552448/2001-7, Coordenação de Aperfeiçoamento de Profissional de Ensino Superior (CAPES), auxiliando na aquisição de reagentes para as análises e permitindo mobilidade à Universidade Federal de Pernambuco- UFPE.

#### 3.2 AMOSTRAGEM E COLETA

Os frutos foram coletados (5 kg) durante o período de safra, no mês de janeiro de 2016 no Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), unidade Morretes, litoral do Paraná, (Latitude 25°30'6''S; Longitude 48°48'5.22''O) (Figura 8). Após armazenamento em caixas isotérmicas, foram transportados ao laboratório para a realização das análises num período de até 2 horas após a coleta. Uma excisada foi depositada no Museu Botânico Municipal de Curitiba (Paraná, Brasil) e registrada sob número MBM-379581 (ANEXO I). A coleta e envio de amostras possui autorização sobre o acesso ao patrimônio genético, sob o número 010004/2015-7 7 e com o título “Qualidade nutricional e fitoquímica de frutos da sociobiodiversidade”, CNPq – Brazil (ANEXO II).

FIGURA 8 - LOCALIZAÇÃO DA REGIAO LITORÂNEA DO ESTADO DO PARANÁ, 2016



FONTE: Guia geográfico do Paraná (2016).

### 3.3 PÓS-COLHEITA

Após a coleta, as frutas foram submetidas a classificação, conforme estágio de maturação. Desta forma, foram classificados por identificação visual, conforme tamanho e coloração, sendo distribuídos em três estádios de maturação: 1 - levemente avermelhadas (25% da casca com tonalidade vermelha), 2 - vermelhas (50%) e 3 - vermelho intensas (>80% de maturação) (FIGURA 9).



FONTE: A Autora (2016).

Para o estudo foram utilizadas somente frutas de cor vermelha intensa. Estas, foram lavadas em água corrente, sanitizadas com hipoclorito de sódio (200 mg/L) durante 15 minutos e submetidas a secagem em temperatura ambiente ( $22^{\circ}\text{C} \pm$ ). Depois, passaram por análise física de diâmetro mínimo e máximo, comprimento e volume, que foi analisado em uma proveta (Vidrolabor, São Paulo) de 2000 mL. O diâmetro e comprimento foram determinados em paquímetro (Vernier, Caliper, São Paulo). O peso foi determinado em balança analítica (Ohaus, Adventurer, São Paulo, SP) (FIGURA 10). Para análise físico-química as frutas foram descascadas manualmente, separando-se a polpa da casca e sementes.

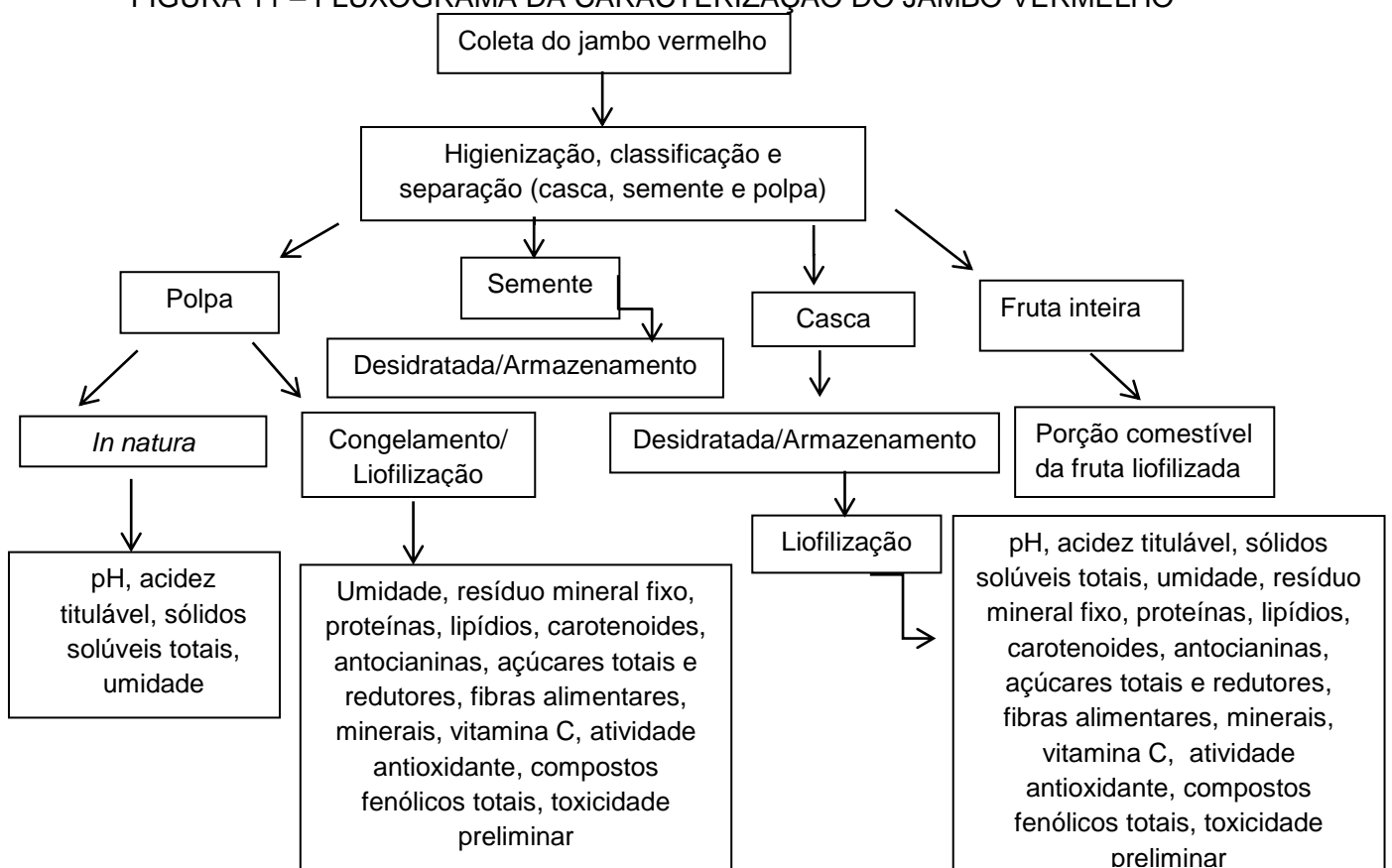
FIGURA 10 – APRESENTAÇÃO DO TAMANHO MÉDIO DO JAMBO VERMELHO



FONTE: A Autora (2016).

As frações obtidas de polpa foram congeladas a  $-18^{\circ}\text{C}$ , liofilizadas e armazenadas à vácuo. Já as frações de casca e semente foram primeiramente desidratadas e armazenadas a vácuo, e posteriormente a casca também foi congelada a  $-18^{\circ}\text{C}$ , liofilizada e armazenada à vácuo. As análises realizadas com o jambo *in natura* e suas frações desidratadas e liofilizadas estão apresentadas no fluxograma de sua caracterização (FIGURA 11). Além disso, as frações de polpa e casca também estão apresentadas na forma de porção comestível do jambo liofilizado, considerando a porcentagem de rendimento da fruta.

FIGURA 11 – FLUXOGRAMA DA CARACTERIZAÇÃO DO JAMBO VERMELHO





### 3.4 CÁLCULO DA PORÇÃO COMESTÍVEL DE JAMBO VERMELHO

O cálculo da porção comestível de jambo foi realizado conforme proposto na equação 1 e considerando uma unidade média de fruto de 94,26 g.

#### EQUAÇÃO 1 - CÁLCULO DA PORÇÃO COMESTÍVEL RECONSTITUÍDA DE JAMBO VERMELHO LIOFILIZADO

$$\text{Porção comestível} = (\text{P1} \times \text{RP}) + (\text{P2} \times \text{RC}) \div 100$$

onde:

P1= Parâmetro físico-químico a ser avaliado da polpa  
 P2= Parâmetro físico-químico a ser avaliado da casca  
 RP= Rendimento Polpa (71%)  
 RC = Rendimento casca (29%)

FONTE: A autora (2016).

### 3.5 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Alimentos e no Laboratório de Pós-Graduação do Departamento de Nutrição da Universidade Federal do Paraná. Todas as análises foram realizadas em triplicata, sendo que polpa e casca foram analisadas separadamente.

O teor de sólidos solúveis totais do fruto foi determinado por meio de leitura direta do suco da fruta (filtrado em papel filtro da Vetec, Rio de Janeiro) em refratômetro digital (AIQ, RTD-95, São Paulo, SP), a 20 °C (IAL, 2005). O pH foi determinado de acordo com a metodologia AOAC nº 942.15 (2000), com medidor digital de pH (Analyser, pH300, São Paulo, SP), calibrado com tampões de pH 4 e 7 (AOAC, 2000). A acidez titulável (ATT) foi quantificada com solução de NaOH 0,1 mol/L, de acordo com a metodologia proposta pela AOAC nº 942.15 (2000) e o resultado expresso como g de ácido cítrico/100 g de fruto fresco.

Os teores de umidade, resíduo mineral fixo, lipídios totais e proteína bruta foram determinados de acordo com os métodos oficiais recomendados pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2005). A determinação de umidade foi realizada por secagem em estufa (Quimis, Diadema, SP) a 105 ± 5 °C até peso constante (AOAC, 2005; método 925.09). A determinação do resíduo mineral fixo foi realizada por incineração em mufla a 550 ± 5 °C por 5 horas (AOAC, 2005; método 923.03). Os lipídios totais foram obtidos a partir de extração etérea por fluxo intermitente, utilizando éter etílico

como solvente sob refluxo, em aparelho Soxhlet (AOAC, 2005; método 920.85). A determinação das proteínas foi realizada pelo método de Kjeldahl, utilizando o fator 5,75 (AOAC, 2005; método 920.87). O teor de fibra alimentar total foi determinado pelo método enzimático gravimétrico, de acordo com a metodologia n° 985.29 (AOAC,2000).

Os teores de açúcares totais e redutores foram determinados pelo método espectrofotométrico de Somogy (1945) e Nelson (1960) e lidos em espectrofotômetro (Uv-Vis Femto, São Paulo, SP) com comprimento de onda de 482 e a 535 nm. Os carboidratos foram obtidos por diferença:  $100 - (\% \text{ umidade} + \% \text{ proteínas} + \% \text{ extrato etéreo} + \% \text{ resíduo mineral fixo} + \% \text{ fibra alimentar})$  (AOAC, 2000). Os resultados foram expressos em matéria liofilizada.

O valor energético total foi calculado segundo a conversão de Atwater. Os teores de proteínas e de carboidratos foram multiplicados por 4 quilocalorias (kcal), e o teor de lipídios foi multiplicado por 9 kcal (OSBORNE; VOOGT, 1978). O valor energético total correspondeu à soma de todos esses resultados.

### 3.6 DETERMINAÇÃO DE CAROTENOIDES E ANTOCIANINAS

Para análise de carotenoides foram separadas 2,5 g de polpa e casca liofilizadas. Estas foram homogeneizadas em 20 mL (v/v) de acetona, seguindo a metodologia de Rodriguez-Amaya, (2001) e Britton (1995). A extração foi realizada por agitação a 2 horas sob temperatura ambiente, mantendo as amostras protegidas da luz. Em seguida os extratos foram filtrados, sob vácuo, transferidos para tubos e se adicionou 20 mL de éter de petróleo e 10 mL de água destilada deionizada. Por fim, o extrato cetônico foi centrifugado e transferido para balões volumétricos, completando-se o volume para 50 mL com éter de petróleo.

A leitura foi determinada em espectrofotômetro (Uv-Vis Femto, São Paulo, SP) a 450 nm para  $\beta$ -caroteno e 470 nm para licopeno. A quantidade de carotenoides totais foi calculada pela Equação 2.

## EQUAÇÃO 2 - FÓRMULA UTILIZADA PARA DETERMINAR A QUANTIDADE DE CAROTENOIDES

$$\text{Carotenoides } (\mu\text{g/g}) = \frac{A \times V \times 10^6}{A_{1\text{cm}}^{1\%} \times M \times 100}$$

onde:

A = absorvância da solução no comprimento de 450 nm

V = volume final da solução

$A_{1\text{cm}}^{1\%}$  = coeficiente de extinção (coeficiente de 2592 para  $\beta$ -caroteno e 3450 para licopeno)

M = massa da amostra

FONTE: Britton (1995); Rodriguez-Amaya (2001).

As antocianinas totais foram determinadas pelo método do pH diferencial, conforme Wrolstad (1976), seguindo algumas adaptações conforme Kuskoski et al. (2006), Kalt et al. (1999) e Rababah et al. (2005), para verificar qual melhor extração das frações da fruta estudada. Foram preparadas duas soluções tampão fosfato, a primeira de cloreto de potássio pH 1,0 (0,025M) e a segunda de acetato de sódio pH 4,5 (0,4M). Em seguida adicionou-se 1,8 mL de cada solução tampão separadamente em 0,2 mL da fração liofilizada diluída (0,5 g de fração diluída em 2 mL de água destilada), obtendo assim, dois homogenados a pH diferentes.

Para leitura, foi utilizado o espectrofotômetro, a 520 nm e 700 nm. A absorvância foi calculada segundo a Equação 3:

## EQUAÇÃO 3 – FÓRMULA UTILIZADA PARA DETERMINAR A QUANTIDADE DE ANTOCIANINAS

$$A = (A^{520} - A^{700\text{nm}})pH^{1,0} - (A^{520} - A^{700\text{nm}})pH^{4,5}$$

A concentração de pigmentos monoméricos no extrato é calculada e representada em cianidina-3-glicosídeo.

$$\text{As antocianinas monoméricas (mg/100g)} = \frac{A \times MM \times FD \times 100}{(\epsilon \times 1)}$$

onde:

A = absorvância

MM = Massa molecular

FD = fator de diluição

$\epsilon$  = absorvidade molar

FONTE: Wrolstad (1976).

### 3.7 QUANTIFICAÇÃO DE VITAMINA C

A determinação de vitamina C foi realizada mediante adaptação do método descrito por Paulo et al. (1999). Para extração, utilizou-se 0,1 g da amostra de polpa e casca liofilizadas, sendo diluídas em 900  $\mu$ L de tampão fosfato de potássio 2% (utilizando ácido fosfórico para atingir o pH 2,32). Após, a solução foi centrifugada a 10.000 rpm por 5 minutos e o sobrenadante, separado e filtrado em filtro de seringa 13mm x 0,22  $\mu$ m (Millipore).

Utilizou-se cromatógrafo Varian Star 350, com coluna de fase reversa C18 (250 mm x 4,6 mm, 5  $\mu$ m) e a fase móvel de tampão fosfato de potássio 2% (pH 2,32). O fluxo utilizado foi de 0,4 mL/min, tempo de corrida de 20 minutos e comprimento de onda de 254 nm.

Para obtenção da curva padrão foi preparada uma solução de ácido ascórbico em tampão fosfato de potássio a 1 mg/mL. A curva de calibração foi realizada em triplicata, utilizando seis pontos, em diferentes concentrações, totalizando 18 leituras, sendo que a mesma foi convertida em escala linear a partir da medição de diferentes níveis de concentração, que variaram de 0,1 mg/mL a 0,0005 mg/mL.

### 3.8 DETERMINAÇÃO DE MINERAIS

O conteúdo total de minerais foi determinado de acordo com o método oficial recomendado pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2005, nº 999.10). Primeiramente, alíquotas de 10 g de polpa e de casca foram incineradas em mufla a  $550 \pm 5$  °C por 5 horas. Posteriormente foi realizado o cálculo da porcentagem de resíduo mineral fixo (cinzas). As cinzas das frações de polpa e casca foram submetidas à digestão por via seca, em que 0.60 g de cinzas da polpa e 0.69 g de cinzas da casca foram solubilizadas com ácido nítrico (8 % m/m) e diluídas em balões volumétricos de 25 mL com água ultra pura.

Para determinação dos minerais, foi utilizado espectrômetro de emissão óptica de plasma indutivamente acoplado (ICP-OES), modelo Varian 720-ES com vista axial (Palo Alto, USA), cujas condições operacionais do equipamento estão descritas na Tabela 1. Os padrões de calibração foram preparados em ácido nítrico a 0.5 %m/m, sendo que os

dados analíticos de mérito utilizados para determinação de minerais e os coeficientes de correlação também estão expressos na TABELA 1.

TABELA 1 - CONDIÇÕES OPERACIONAIS DO ICP-OES E DADOS ANALÍTICOS DA CALIBRAÇÃO DE MINERAIS ANALISADOS

<b>Parâmetros</b>	<b>Valores</b>
Potência	1,10 kW
Vazão do Gás Plasma	15,0 L/min
Vazão do Gás Auxiliar	1,50 L/min
Pressão do Nebulizador	180 kPa
Tempo de leitura das replicatas (integração)	3 s
Tempo de estabilização	15 s
Delay da amostra	30 s
Velocidade da bomba	15 rpm
Tempo de lavagem com amostra	20 s
Número de replicatas	3

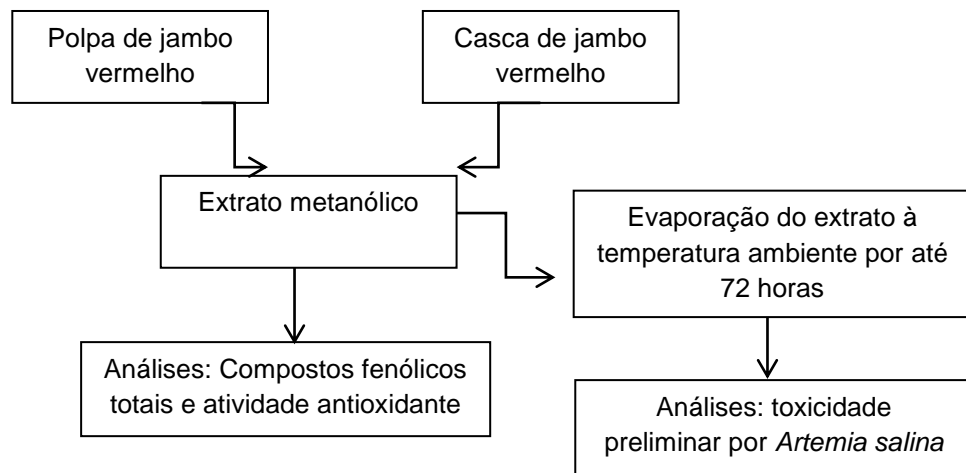
<b>Elementos (mg/L)</b>	<b>Calibração</b>
Ni	230,299 nm
Ca	396,847 nm
Mg	280,270 nm
Fe	238,204 nm
Mn	257,610 nm
Al	396,152 nm
P	213,618 nm
Se	196,026 nm
Zn	213,857 nm
Cu	327,395 nm
Cr	267,716 nm
K	766,490 nm
Na	589,592 nm

### 3.9 OBTENÇÃO DOS EXTRATOS METANÓLICOS DA POLPA E CASCA

Para obtenção dos extratos foram pesadas 1 g da polpa e 1 g de casca, ambas liofilizadas. Estas foram colocadas separadamente em um bequer de 100 mL, adicionados 40 mL de metanol: água (50:50) (v/v) homogeneizadas e centrifugadas a 2000 rpm por 15 minutos (Fanen 280R, São Paulo, SP). Em seguida, se realizou nova extração do resíduo a partir da adição de 10 mL de acetona:água (70:30) (v/v), seguida de centrifugação a 2000 rpm, sendo o sobrenadante resultante deste processo adicionado ao obtido na

primeira extração e completado volume para 100 mL com água destilada. Esse extrato foi utilizado para análise de compostos fenólicos totais, identificação de compostos fenólicos e capacidade antioxidante (RUFINO et al., 2007). Para análise de toxicidade preliminar frente à *Artemia salina*, o extrato foi evaporado à temperatura ambiente por até 72 horas. As análises realizadas com a utilização do extrato metanólico estão apresentadas no fluxograma da FIGURA 11.

FIGURA 11 – FLUXOGRAMA DE UTILIZAÇÃO DO EXTRATO METANÓLICO DE POLPA E CASCA DE JAMBO VERMELHO



### 3.10 DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS

Para a avaliação do conteúdo de fenólicos totais presentes nos extratos do jambo vermelho, utilizou-se método espectrofotométrico com reativo de Folin-Ciocalteu (SINGLETON; ROSSI, 1965). Alíquotas de 100 µL de extrato metanólico, 2 mL de água destilada e 500 µL do reagente de Folin-Ciocalteu foram misturados vigorosamente em balão volumétrico de 10 mL. Após 2 minutos adicionou-se 1,5 mL de carbonato de sódio a 20 % (m/v), a solução foi novamente homogeneizada e completou-se com água destilada até o volume final de 10 mL. As soluções permaneceram em temperatura ambiente (25 °C) em ausência de luz por 2 horas. Transcorrido o tempo estabelecido, a absorbância foi medida em espectrofotômetro (Agilent Technologies, Cary 60 UV-VIS, Santa Clara, CA), com comprimento de onda de 765 nm.

Para o cálculo de fenólicos totais preparou-se uma curva padrão com ácido gálico em diferentes concentrações ( $y = 0,0012x + 0,0179$ ),  $r^2 0,9958$ ;  $y$  = leitura da absorbância;

x = concentração da solução). Os resultados foram expressos em miligramas (mg) de equivalente de ácido gálico (EAG) por 100 g de amostra, em matéria liofilizada.

### 3.11 DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE

#### 3.11.1 Atividade antioxidante pelo sequestro do radical DPPH

A atividade antioxidante do jambo foi quantificada através da capacidade dos antioxidantes presentes nos extratos em sequestrar/retardar o radical estável DPPH (WILLIANS; BERSET, 1995), de acordo com o método descrito por Brand-Willians; Cuvelier; Berset (1995), com modificações propostas por Rufino et al. (2007).

Uma solução de metanol contendo 0,06 mmol/L de DPPH foi preparada e, em seguida, armazenada a 20 °C até o momento de sua utilização. A solução de trabalho foi obtida por diluição em metanol da solução estoque de DPPH (0,06 mmol/L) até obtenção de uma solução com absorvância de aproximadamente  $0,980 \pm 0,02$  a 515 nm.

Para calcular a atividade antioxidante substituiu-se a inibição de 50% do radical DPPH e encontrou-se o resultado correspondente a concentração do extrato para reduzir 50% da concentração do radical inicial (EC 50). Assim, a atividade antioxidante foi expressa como a concentração de amostra necessária para reduzir em 50% a quantidade inicial de radical DPPH (EC50) em  $\mu\text{mol}$  de polpa e casca de fruta (liofilizada) por 100 g de DPPH.

#### 3.11.2 Atividade antioxidante pelo potencial redutor do ferro (FRAP)

Para se avaliar a atividade antioxidante, por meio da redução do ferro (FRAP) foi adotada a metodologia descrita por Benzie e Strain (1996). Diluiu-se 2 mL de uma solução concentrada (0,2433 mL de cloreto férrico para 100 mL de ácido cítrico), em 8 mL de ácido cítrico (99,5% m/m), juntamente com 100  $\mu\text{L}$  de extrato metanólico das frações de jambo. Os tubos foram homogeneizados e, após, mantidos em banho-maria a 37°C por 30 minutos. Transcorrido o tempo determinado, foi adicionado 1,8 mL de solução TPTZ (1mM HCl a 0,05M) e após 10 minutos a absorvância foi medida a 620 nm em espectrofotômetro (Agilent Technologies, Cary 60 UV-VIS, Santa Clara, CA).

Soluções de ácido ascórbico, trolox e ferro II sob diferentes concentrações (0,10, 20, 30, 40, 50 e 60%) foram elaboradas para a obtenção de curva padrão.

Os resultados foram expressos em capacidade antioxidante equivalente Trolox  $\mu\text{mol}/100\text{g}$  de amostra em matéria liofilizada. Todas as leituras foram acompanhadas de branco (sem amostra).

### 3.12 ENSAIO DE TOXICIDADE PRELIMINAR FRENTE *ARTEMIA SALINA*

A avaliação da toxicidade frente a *Artemia salina* foi realizada segundo metodologia proposta Meyer et al. (1982). A solução salina foi preparada com água do mar artificial, dissolvendo 14,31g de sal marinho em 400 mL de água purificada destilada. O pH foi ajustado para 9,0 com carbonato de sódio (99% m/m).

Os ovos de *Artemia salina* (200 mg/ 400mL) foram colocados para eclodir em água salgada por 48 horas, sob aeração contínua e exposição à luz diurna. A temperatura foi controlada entre 27 e 30°C, e o pH entre 8-9. Os extratos contendo 20 mg das amostras (polpa e casca), foram diluídos em dodecil sulfato de sódio (SDS) até obtenção de concentração inicial de 10mg/mL. Após, volumes de 2,5, 25 e 250 $\mu\text{L}$  foram transferidos para tubos de ensaio, correspondendo respectivamente a 10, 100 e 1000 $\mu\text{g}/\text{mL}$  e o solvente foi evaporado em estufa (Quimis, Diadema, SP) a temperatura de 35°C.

Logo após a eclosão dos ovos, 10 náuplios de *Artemia salina* foram transferidos para cada tubo de ensaio contendo as amostras e para os tubos controles. Os controles negativos consistiam de tubos com o solvente solubilizador da fração (SDS), o qual foi evaporado juntamente com as amostras.

Realizou-se o ajuste do volume de todos os tubos de água do mar artificial para 2,5 mL. Após 24 horas foi realizada a contagem dos náuplios mortos e vivos com auxílio de lupa e iluminação incandescente. As frações de polpa e casca foram consideradas tóxicas quando a  $CL_{50}$  apresentou-se menor que 1000  $\mu\text{g}/\text{mL}$ .



### 3.13 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados foram expressos como média e desvio padrão (DP) de matéria liofilizada. Os dados foram analisados utilizando o teste-t Student para amostras independentes, com o propósito de comparar as médias, em um intervalo de confiança de 95%, e para isso foram utilizados os Software Statistica 12.0. Os dados de toxicidade preliminar foram analisados no Software Probitos e posteriormente determinados os valores de  $CL_{50}$  a um intervalo de confiança de 95%.

Os dados da atividade antioxidante, compostos fenólicos totais, carotenoides, antocianinas e vitamina C foram correlacionados a partir do cálculo do coeficiente de correlação de Pearson ( $r^2$ ). Para todas as análises foi considerado nível de significância de 95% ( $p < 0,05$ ).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO JAMBO VERMELHO

Os dados referentes ao tamanho, dimensões mínima e máxima, densidade e peso do jambo vermelho estão expressos na Tabela 2, sendo que as características físicas encontradas sugerem a fruta com características semelhantes à maçã, pera e pêssigo, principalmente em relação ao formato e tamanho (REYNERTSON et al., 2008).

TABELA 2- CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO JAMBO VERMELHO

PARÂMETROS	VALORES MÉDIOS*
Comprimento (cm)	6,46 ± 0,47
Dimensão mínima (cm)	1,80 ± 0,22
Dimensão máxima (cm)	5,57 ± 0,52
Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	0,98 ± 0,03
Peso individual da fruta (g)	94,26 ± 23,39

NOTA: \* Resultados expressos como média ± Desvio Padrão (DP) n= 25 frutas.

O comprimento médio do jambo indica que o fruto possui aparência semelhante ao jambolão (*Syzygium cumini*), sendo ambos pertencentes a mesma família. Em relação às dimensões máxima e mínima, a variação foi de 1,80 – 5,57 cm, indicando que o fruto tem um formato levemente elíptico ou oval (AUGUSTA et al.; 2010).

O valor médio do peso (94,26 g) encontrado no estudo foi superior ao encontrado em outro estudo (75,86 ± 16,26 g) que analisou o jambo vermelho, porém de uma região diferente (São Paulo) (BATISTA et al., 2016). Os resultados de rendimento demonstraram que o jambo vermelho é composto de 54,3% de polpa, 22,2% de casca e 23,5 % de semente. Outro estudo com o jambo vermelho da região de Pernambuco apresentou um percentual de rendimento da polpa de 64%, 19,6% para sementes e 16,34% para casca (NUNES et al., 2016).

O tamanho da semente tende a aumentar conforme o crescimento do fruto, ou seja, quanto mais maduro o fruto, maior será a sua semente (COSTA et al., 2006). Por isso, o rendimento da semente da fruta estudada é elevado, visto que o fruto foi colhido no estágio maduro. Vale ressaltar que as características físicas podem variar de acordo com a espécie da fruta, região de cultivo e características climáticas, contribuindo o desenvolvimento maior ou menor da fruta. Nesse sentido, o tipo do solo da região

litorânea onde o jambo vermelho foi colhido é caracterizado como um solo jovem, possuindo maior quantidade de matéria orgânica, sendo que esse fator possibilita o melhor desenvolvimento de frutos (SILVA et al., 2013).

#### 4.2 CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DA FRUTA

O jambo vermelho pode ser considerado uma fruta com um alto teor de umidade, com uma porcentagem expressiva de sólidos solúveis totais, baixa acidez e quantidades elevadas de carboidratos, principalmente de açúcares redutores e fibras alimentares. No geral, foi encontrada diferença significativa entre as frações (polpa e casca) nos resultados de pH, acidez titulável, sólidos solúveis totais, proteínas, fibras alimentares, açúcares redutores e na relação Brix/Acidez (Teste-t Student,  $p < 0.05$ ) (Tabela 3).

TABELA 3 - CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DE JAMBO VERMELHO LIOFILIZADO

Parâmetros	Polpa	Casca	p valor	Porção comestível
Umidade (g/100g)	11,9 ± 0,25 <sup>a</sup>	11,8 ± 0,05 <sup>a</sup>	0,34	11,8
Resíduo mineral fixo (g/100g)	4,76 ± 0,01 <sup>a</sup>	4,83 ± 0,17 <sup>a</sup>	0,85	4,78
Proteínas (g/100g)	1,83 ± 0,03 <sup>b</sup>	3,97 ± 0,05 <sup>a</sup>	0,003	2,45
Lipídios (g/100g)	1,30 ± 0,02 <sup>a</sup>	2,41 ± 0,16 <sup>a</sup>	0,15	1,62
Carboidratos (g/100g)	49,79	44,04	-	49,12
Fibra alimentar total (g/100g)	30,42 ± 0,32 <sup>a</sup>	32,95 ± 0,21 <sup>b</sup>	0,042	31,15
pH	3,75 ± 0,01 <sup>b</sup>	3,84 ± 0,005 <sup>a</sup>	0,031	3,77
Sólidos solúveis totais				
% (°Brix)	7,76 ± 0,003 <sup>b</sup>	9,87 ± 0,003 <sup>a</sup>	0,002	8,37
Acidez titulável (g ác. cítrico)	0,47 ± 0,02 <sup>b</sup>	0,88 ± 0,82 <sup>a</sup>	0,011	0,58
Brix/Acidez (SST/AC)	16,8 ± 1,22 <sup>a</sup>	14,0 ± 0,88 <sup>b</sup>	0,040	16,0
Açúcares totais (g/100g)	26,34 ± 0,92 <sup>a</sup>	26,28 ± 0,07 <sup>a</sup>	0,75	26,32
Açúcares redutores (g/100g)	23,45 ± 0,43 <sup>a</sup>	17,76 ± 0,04 <sup>b</sup>	0,009	21,79
VET (Kcal)	390,20	378,89	-	386,92

NOTA: Resultados expressos como média ± Desvio Padrão (DP) das frações liofilizadas analisadas em triplicata. Diferentes letras sobrescritas entre linhas denotam diferenças significativas entre as amostras (Teste-t Student, p<0,05).

LEGENDA: \* Para cálculo da porção comestível foi padronizada 100g de jambo vermelho (polpa mais a casca), levando em consideração que a polpa compõe 71% do fruto e a casca 29%. Portanto, para essa variável não foi possível calcular o desvio padrão.

Após o processo de liofilização, polpa e casca apresentaram teores de umidade semelhantes, sendo de 11,8 g/100g para a polpa e 11,9 g/100g para a casca. Se os valores de jambo vermelho fossem expressos *in natura*, a fruta teria em torno de 90% de umidade sendo classificada como succulenta e carnosa (ANDRADE; ARAGÃO; FERREIRA, 1993).

O elevado teor de resíduo mineral fixo encontrado, tanto na polpa como na casca da fruta sugerem uma quantidade considerável de minerais. Dessa forma, e acrescido aos poucos dados da literatura sobre o perfil mineral do jambo, se realizou na sequência a identificação dos minerais e elementos-traço existentes.

Assim como outras frutas, os valores de proteína e lipídios não são expressivos. Outros autores encontraram valores semelhantes de proteínas no jambo apresentando 1,45 g/100g para polpa e 5,57 g/100g para casca (BATISTA et al., 2016). Já para lipídios, encontraram valores de 1,20g/100g para polpa de jambo e 1,30 g/100g para casca

(NUNES et al., 2016). Assim, pôde-se verificar que analisando os valores encontrados de proteínas e lipídios nesse estudo com os autores citamos acima, alguns teores diferem, principalmente para casca, podendo-se sugerir que cascas de frutas possuem mais nutrientes que as polpas, fato confirmado nesse fruto.

Ao mesmo tempo em que o fruto apresentou valores baixos de proteínas e lipídios, os valores encontrados para carboidratos foram elevados, principalmente na polpa, confirmando que a polpa do jambo vermelho apresenta uma reserva maior de carboidrato. Isso pode ser atribuído principalmente aos maiores teores de açúcares e fibras alimentares presentes na polpa da fruta.

Nas frutas geralmente são encontrados alguns tipos específicos de açúcares: a glicose, a frutose e a sacarose. Tanto na polpa como na casca de jambo vermelho foram encontrados açúcares totais e redutores. Lima et al. (2011) identificaram na jabuticaba, fruta da mesma família do jambo vermelho, a glicose (32870 mg/100g), frutose (3825 mg/100g) e a sacarose (9800 mg/100g); podendo-se observar que o açúcar que apresentou quantidades mais elevadas na jabuticaba paulista foi a frutose, sendo que provavelmente também é o açúcar presente em maiores quantidades na fruta estudada.

A presença de açúcares redutores (frutose e glicose) serve como um fator de qualidade na aceitação do fruto *in natura* ou processado (LAGO et al., 2006). A frutose é aproximadamente 1,3 a 1,8 vezes mais doce que a sacarose e 2,4 vezes mais doce que a glicose, além de ser normalmente o açúcar mais solúvel encontrado nos alimentos (ZHAO et al., 2015).

O conteúdo de açúcares redutores encontrados no jambo vermelho torna essa fruta bastante atrativa para consumo humano, visto que esse tipo de açúcares possui componentes (frutose e glicose) com propriedades benéficas para saúde da população. O uso da frutose na alimentação, em comparação à glicose e à sacarose, juntamente com o conteúdo de fibras alimentares nos alimentos, resulta em efeito glicêmico reduzido. Outros estudos trouxeram apenas açúcares redutores no jambo vermelho (BATISTA et al., 2016; NUNES et al., 2016).

Assim, o fruto estudado surge como uma alternativa para ser utilizado no desenvolvimento de alimentos para diabéticos, visto que possui açúcares redutores e quantidades expressivas de fibras alimentares. Indivíduos diabéticos possuem recomendações específicas quanto ao consumo de frutas, devendo dar preferência para aquelas com baixa quantidade de açúcares. Dentre as frutas com baixas quantidades de

açúcares destacam-se a banana, que apresenta 20,5 g/100g de açúcares, ou a maçã, que possui 15 g/100g (MARTINEAU-FOUQUET, 2017). Portanto, quando analisadas as frutas apresentadas com baixas quantidades de açúcares, o jambo vermelho se enquadra nessa classificação, confirmando o fruto como opção para consumo pelo público com diabetes.

Da mesma forma que os alimentos com açúcares redutores, as fibras alimentares são importantes para os diabéticos, visto que auxiliam no controle de liberação de insulina. O consumo de alimentos que aumentem muito a glicemia juntamente com os pobres em fibras alimentares acrescentam em 2,5 vezes o risco de desenvolver Diabetes Tipo 2 (WILLET; MANSON; LIU, 2002). Por isso, é importante que diabéticos deem preferência por alimentos com açúcares redutores e conteúdos elevados de fibras alimentares.

Além dos benefícios para indivíduos diabéticos, as fibras contribuem ainda na prevenção da obesidade, doenças cardiovasculares e melhoram a função intestinal, além de auxiliar na perda de peso e aumento da saciedade (GIACCO; COSTABILE; RICCARDI, 2016).

A Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) observou que a ingestão média de fibras alimentares pela população brasileira não atinge o recomendado, sendo que os alimentos fontes de fibras menos consumidas são as frutas e hortaliças (BRASIL, 2010).

Desta forma, visando contribuir na ingestão diária recomendada de fibra alimentar, o jambo vermelho contém quantidades significativas desse componente, tanto da polpa como para casca. Batista et al. (2016) verificaram um valor de 28,50 g/100g de fibra alimentar para polpa e 36,16 para casca de jambo vermelho da região de São Paulo, e sendo assim, os valores encontrados de fibra alimentar para o jambo vermelho da região litorânea do Paraná foram semelhantes ao estudo citado, principalmente aos valores verificados na casca da fruta.

A medida que ocorre o amadurecimento das frutas, os ácidos vão sendo transformados em açúcares (NOGUEIRA et al., 2002). Esses achados corroboram com a quantidade de sólidos solúveis totais encontrados no jambo vermelho, pois quanto maior o teor de sólidos solúveis totais, maior será o conteúdo de açúcares presentes no fruto e menor a quantidade de ácidos orgânicos. O teor de sólidos solúveis totais, associado com a acidez titulável encontrada, justificam a boa aceitabilidade do fruto pelos consumidores, que têm preferência por produtos menos ácidos e mais doces (FORTALEZA et al., 2005).

Relacionando os valores de Brix/Acidez do jambo vermelho (16,0), encontrou-se resultados de confirmação da doçura da fruta, uma vez que quanto maior for esse valor, maior será o grau de amadurecimento e maior a quantidade de açúcares presentes na fruta (NOGUEIRA et al., 2002).

Além disso, o potencial hidrogênico (pH) de 3,75 para polpa e 3,84 para casca indica uma característica favorável para fabricação/processamento de doces uma vez que frutos com pH entre 3,1 e 3,6 contribuem para a formação de géis de boa qualidade (WILLE et al., 2004). Resultados semelhantes foram encontrados no araçá-boi, fruta da mesma família do jambo, que encontraram valores de pH de 2,51 (GOMES et al., 2010).

Assim, considerando todos os componentes presentes no jambo vermelho, e principalmente os valores de carboidratos encontrados na polpa, a fruta apresentou um valor energético maior nessa fração, sendo que a porção comestível do fruto liofilizado contém 295,98 Kcal. Resultados de 286,77 Kcal/100g e 371 Kcal/100g para a polpa e casca de jambo vermelho liofilizado, respectivamente foram registrados (NUNES et al., 2016).

Se for comparado o VET da porção comestível do jambo vermelho *in natura* (64,61 Kcal) com frutas consumidas diariamente pela população, como a banana, que apresenta em torno de 80 Kcal/100g, e a maçã que apresenta aproximadamente 63 Kcal/100g, o jambo vermelho pode ser considerado um fruto pouco calórico, ou seja, uma boa opção para consumo (REYNERTSON et al., 2008).

Desta forma, após caracterização físico-química, pode-se confirmar que os valores encontrados nesse estudo ressaltam a importância de inserir o jambo vermelho, uma fruta da biodiversidade, na alimentação da população.

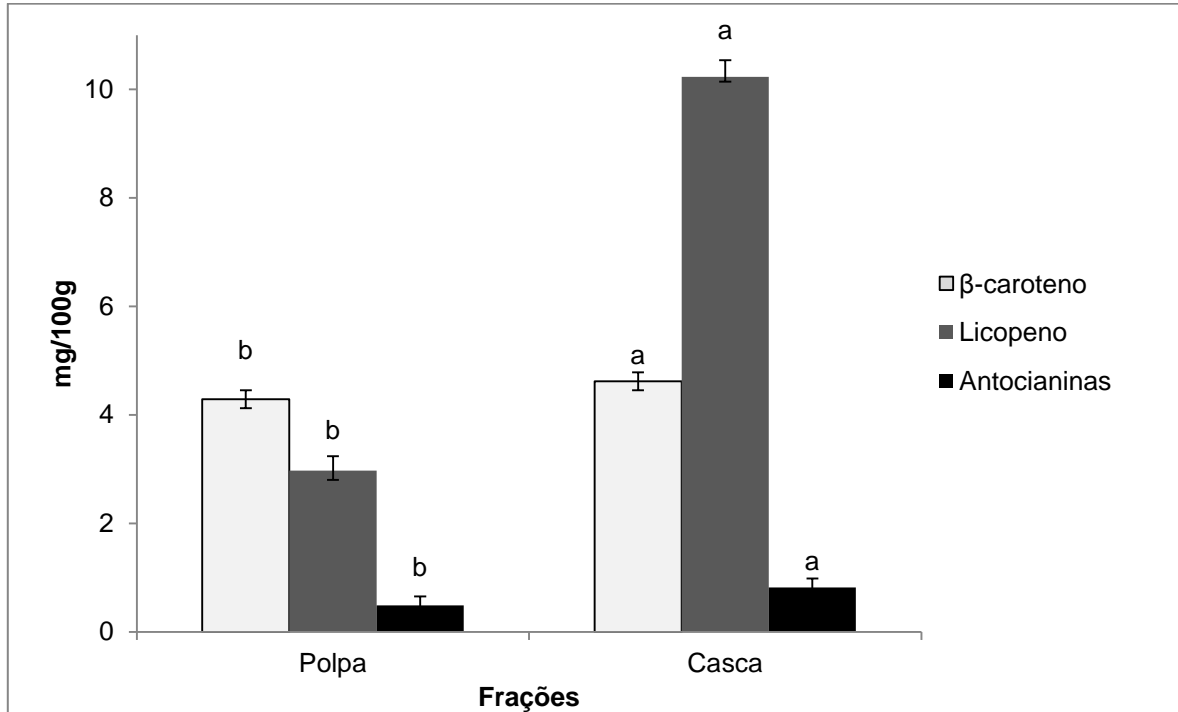
#### 4.3 CAROTENOIDES E ANTOCIANINAS

A polpa apresentou valores de 4,29 mg/100g para  $\beta$ -caroteno e 2,97 mg/100g para licopeno. A casca, 4,62 mg/100g para  $\beta$ -caroteno e 10,23 mg/100g para o licopeno. A soma proporcional desses valores permite o cálculo da porção comestível, 5,14 mg e 4,29 mg, de  $\beta$ -caroteno e licopeno, respectivamente.

O Gráfico 1 apresenta os valores encontrados de carotenoides e antocianinas para a polpa e a casca do jambo vermelho liofilizado, sendo encontrada diferença estatística

entre frações de polpa e casca tanto para  $\beta$ -caroteno, como licopeno e antocianinas (Teste t Student,  $p < 0.05$ ).

GRÁFICO 1 - VALORES DE CAROTENOIDES E ANTOCIANINAS PARA A POLPA E A CASCA DO JAMBO VERMELHO LIOFILIZADO



NOTA: Média  $\pm$  desvio padrão (DP) das frações de polpa e casca liofilizadas seguidas de diferentes letras denotam diferenças significativas entre as frações (Teste-t Student,  $p < 0,05$ ).

O  $\beta$ -caroteno é considerado um dos carotenoides com maior atividade de pró-vitamina A, podendo ser absorvido e convertido nessa vitamina no organismo (PEREIRA et al., 2012). Portanto, os resultados encontrados para esse carotenoide tornam o jambo vermelho uma boa opção para contribuir na ingestão diária de pró-vitamina A. A porção comestível do jambo (5,14 mg/100g) apresenta valores de  $\beta$ -caroteno aproximadamente 30% maior que a acerola de 2,6 mg de  $\beta$ -caroteno/100g (RODRÍGUEZ-AMAYA et al., 2001), a qual é considerada fonte desse composto.

O licopeno é um carotenoide encontrado em um número limitado de alimentos de cor vermelho claro ao intenso. O teor de licopeno (4,29 mg/100g) determinado na porção comestível se aproxima ao de licopeno do tomate, o qual apresenta 3,5 mg de licopeno /100g (RODRÍGUEZ-AMAYA et al., 2001), podendo ser considerado como fonte.

Uma fruta é considerada fonte de carotenoide quando apresenta mais de 0,02 mg/g de determinado componente em sua composição (RODRÍGUEZ-AMAYA et al., 2001). A partir destas informações o jambo pode ser considerado como uma opção



natural de carotenoides, tanto para o  $\beta$ -caroteno quanto para o licopeno, reforçando assim o valor nutritivo deste fruto como fonte de antioxidantes e de pró-vitamina A.

Algumas frutas possuem maiores quantidades de carotenoides, como goiaba (0,35 mg/100g de licopeno e 0,52 mg/100 de  $\beta$ -caroteno), o mamão (20,70 mg/100g de licopeno e 20,02 mg/100g de  $\beta$ -caroteno) e a maçã (0,45 mg/100g de  $\beta$ -caroteno) (KHOO et al., 2008; SILVA et al., 2014).

Um estudo realizado com jambo obtido no comércio de São Paulo-SP trouxe valores inferiores de carotenoides totais para o jambo vermelho, 0,15 mg/100g para polpa e 1,58 mg/100g para casca (BATISTA et al., 2016), sendo que os valores encontrados nesse estudo superam os valores citados na literatura, principalmente para quantidade de licopeno encontrada na casca. Segundo Rodriguez-Amaya (2001), o teor e a composição dos carotenoides pode variar em função de diversos fatores como a variedade, estágio de maturação, clima, localização geográfica, colheita e manuseio pós-colheita, processamento e armazenamento.

Assim, ao fazer uma análise sobre algumas das principais frutas que possuem quantidades maiores de carotenoides, é possível concluir que os resultados identificados são inferiores somente quando se compara com os valores registrados no mamão. No restante, superam os valores tanto de  $\beta$ -caroteno, principalmente na polpa como de licopeno, encontrado na casca. Os resultados remetem a estudos futuro para a inserção desse produto em farinhas ou outros produtos fortificados com esse composto.

Os resultados encontrados para antocianinas (0,49 mg/100g para polpa e 0,82 mg/100g para casca), são inferiores para outras frutas, como a goiaba (8,79 mg/100g), mamão (1,87 mg/100g) e maçã (7,62 mg/100g). São inferiores também aos valores identificados por Batista et al. (2016), que trouxeram 126,95 mg/100g para porção comestível do jambo vermelho liofilizado.

Vale ressaltar que as antocianinas são compostos altamente instáveis, e as propriedades correspondentes a cor e detecção desse composto podem ser influenciadas por vários fatores: concentração, variações de pH, temperatura, açúcares e a presença de outros compostos (ácidos fenólicos e metais) (PEIXOTO et al., 2016).

#### 4.4 VITAMINA C

O Gráfico 2 apresenta o cromatograma de vitamina C para a polpa e o Gráfico 3 apresenta o cromatograma para casca do jambo vermelho liofilizado. Os resultados encontrados para polpa (275,79 mg/100g) foram superiores aos encontrados para casca (3,33 mg/100g) , apresentando diferença estatística entre as frações (Teste t Student,  $p < 0,05$ ).

GRÁFICO 2 - CROMATOGRAMA DE VITAMINA C PARA POLPA LIOFILIZADA DE JAMBO VERMELHO

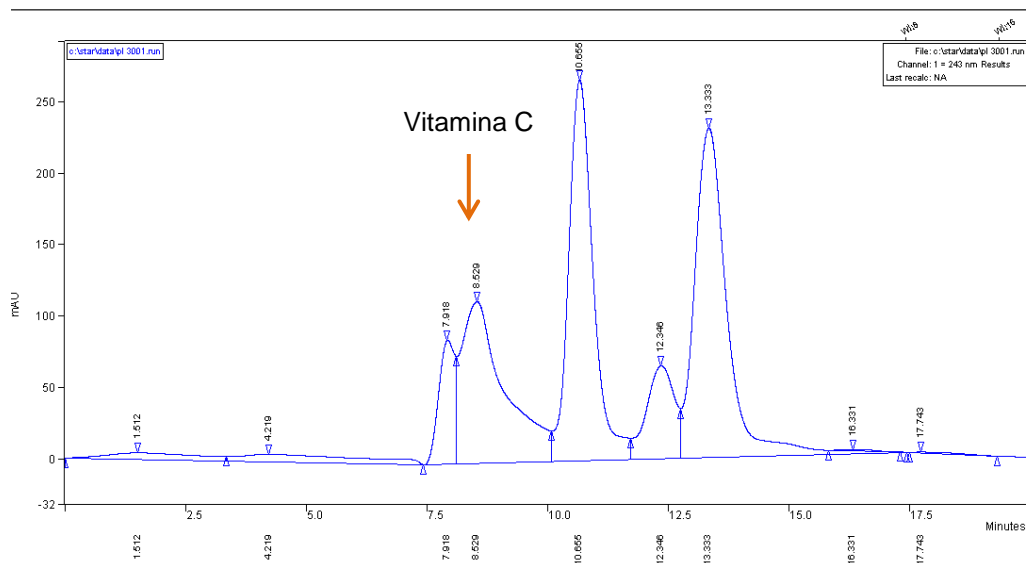
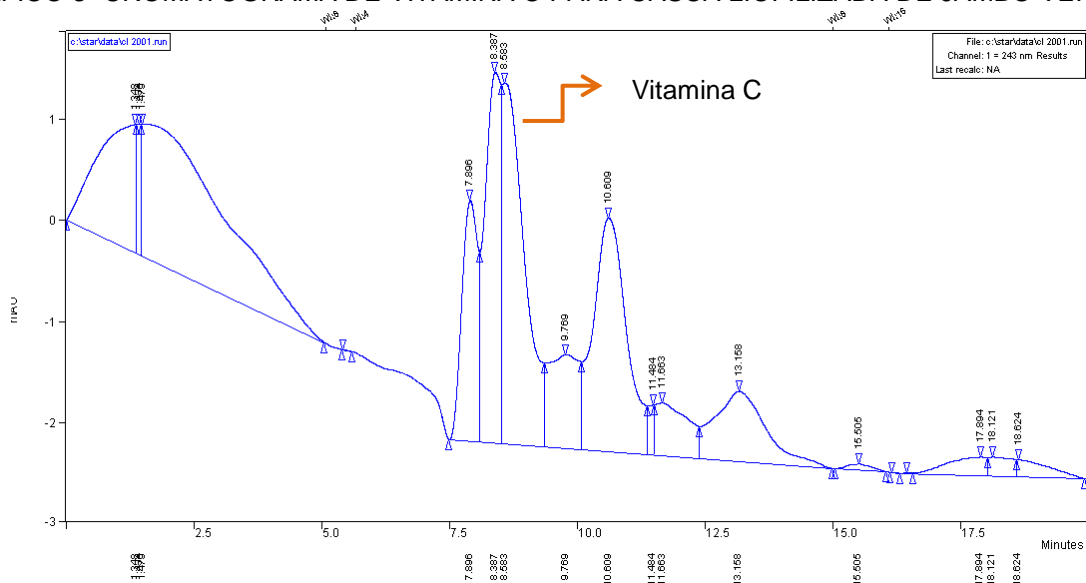


GRÁFICO 3- CROMATOGRAMA DE VITAMINA C PARA CASCA LIOFILIZADA DE JAMBO VERMELHO



A vitamina C participa de diversas funções no organismo humano, atuando como cofator para diferentes enzimas, além de ter ação na conversão do colesterol em ácidos biliares e no metabolismo iônico de minerais. Acredita-se também que essa vitamina possui função antioxidante, reduzindo assim o risco de doenças crônicas não transmissíveis (COZZOLINO, 2012).

A vitamina C é extremamente sensível e instável, possuindo diversos fatores que interferem na quantificação real dessa vitamina, como o clima e o tipo de solo. Além disso, um produto que possui mais teor de umidade e é exposto a temperaturas elevadas pode oxidar mais rapidamente interferindo na preservação dessa vitamina. Ou seja, a melhor forma para preservar a vitamina C é pela liofilização do produto (BONTA et al., 2013). Assim, uma possível explicação para os valores encontrados na casca é que a mesma foi desidratada antes do processo de liofilização, e como já citado anteriormente, as melhores formas de extração dos compostos do jambo vermelho ainda estão sendo adaptadas

Contudo, considerando os valores identificados para a polpa da fruta, é possível afirmar que a mesma é uma boa opção para consumo diário, uma vez que supera os valores de vitamina C encontrados na goiaba (230 mg/100g), fruta considerada fonte de vitamina C (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2014). Além disso, em uma porção comestível de jambo vermelho encontra-se 196,77 mg/100g de vitamina C. Considerando que a Ingestão Dietética Recomendada - RDA de vitamina C para indivíduos adultos de 31-50 anos é de em torno de 75 mg/dia, o consumo de uma unidade de jambo vermelho ao dia pode contribuir consideravelmente na ingestão diária dessa vitamina (FOOD AND NUTRITION BOARD, 2004).

Dados divulgados pela Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) de 2008-2009 apontam que a vitamina C está entre as principais inadequações de ingestão dos brasileiros, principalmente na faixa etária de adultos. A pesquisa traz ainda que essa baixa ingestão de vitamina C está associada a alta ingestão de refrigerantes, pizzas, biscoitos recheados e carnes processadas e baixa ingestão de frutas e hortaliças. Dessa forma, o jambo vermelho surge como uma alternativa para contribuir nas quantidades de vitamina C da população.

#### 4.5 DETERMINAÇÃO DE MINERAIS

Os resultados obtidos demonstram a presença de treze minerais na fruta. Em geral, houve diferenças significativas entre as frações avaliadas. O cobre, o ferro, o potássio, o magnésio, o manganês, o sódio, o zinco e o fósforo apresentaram diferença significativa entre a polpa e a casca ( $p < 0,05$ ) (TABELA 4).

TABELA 4 - CONCENTRAÇÃO DE MINERAIS DETERMINADOS NA POLPA E NA CASCA DO JAMBO VERMELHO LIOFILIZADO

Minerais (mg/100g)	PARÂMETROS				RDA mulheres	RDA homens
	Polpa <sup>2*</sup>	Casca <sup>2*</sup>	p valor <sup>1</sup>	Porção Comestível <sup>2,3</sup> (mg/100g)		
K	215,07 ± 0,89 <sup>b</sup>	242,59 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,68	223,05	4700	4700
P	54,24 ± 0,64 <sup>b</sup>	85,95 ± 4,42 <sup>a</sup>	0,032	63,43	700	700
Mg	21,98 ± 0,82 <sup>b</sup>	22,66 ± 0,42 <sup>a</sup>	0,047	22,17	320	420
Ca	21,45 ± 0,14 <sup>a</sup>	21,53 ± 0,56 <sup>a</sup>	0,92	21,47	1000	1000
Na	8,72 ± 0,54 <sup>b</sup>	9,22 ± 0,05 <sup>a</sup>	0,036	8,86	1500	1500
Fe	0,94 ± 0,009 <sup>a</sup>	0,56 ± 0,03 <sup>b</sup>	0,045	0,82	8	18
Zn	0,82 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,46 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,028	0,71	11	8
Mn	0,37 ± 0,002 <sup>a</sup>	0,36 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,049	0,36	2.3	1.8
Cu	0,33 ± 0,009 <sup>a</sup>	0,30 ± 0,03 <sup>b</sup>	0,047	0,32	0,9	0,9
Se	<0,10 ± 0,06 <sup>a</sup>	<0,10 ± 0,01 <sup>a</sup>	-	<0,10	0,05	0,05
<b>Contaminantes inorgânicos</b>						
Al	1,81 ± 0,20 <sup>a</sup>	1,09 ± 0,19 <sup>a</sup>	0,71	1,59	ND	ND
Cr	< 0,10 ± 0,008 <sup>a</sup>	<0,10 ± 0,004 <sup>a</sup>	-	<0,10	0,035	0,025
Ni	< 0,10 ± 0,09 <sup>a</sup>	< 0,10 ± 0,02 <sup>a</sup>	-	<0,10	ND	ND

FONTE: Dietary Reference Intakes (DRIs, 2005).

NOTA: Resultados expressos como média ± Desvio Padrão (DP) das amostras analisadas em triplicata. Diferentes letras sobrescritas entre linhas denotam diferenças significativas entre as amostras (Teste-t Student, p<0,05).

LEGENDA: \* Conversão para RDA (Ingestão Dietética Recomendada para adultos entre 31-50 anos) com base na porção comestível de jambo vermelho; ND: Não determinado.

<sup>1</sup>: p<0,05 denota diferença estatística entre as frações de polpa e casca.

<sup>2</sup>: Valores expressos em matéria liofilizada.

<sup>3</sup>: Para cálculo da porção comestível foi padronizada 100g de jambo vermelho (polpa mais a casca), levando em consideração que a polpa compõe 71% do fruto e a casca 29%. Portanto, para essa variável não foi possível calcular o desvio padrão.

Os minerais encontrados em quantidades mais elevadas foram o potássio (215,07 mg/100 g na polpa e 242,59 mg/100 g na casca), fósforo (54,24 mg/100 g na polpa e 85,95 mg/100 g na casca), magnésio (21,98 mg/100 g na polpa e 22,66 mg/100 g na casca) e cálcio (21,45 mg/100 g na polpa e 21,53 mg/100 g na casca) (TABELA 4). O potássio é um mineral necessário no corpo humano, pois ajuda a manter a pressão osmótica, o equilíbrio hídrico e o equilíbrio ácido-base do organismo. O cálcio, o zinco e o magnésio atuam como cofactores em processos enzimáticos que representam parte integrante da estrutura do sistema de auto-reparo do DNA. O potássio é considerado um dos principais componentes dos ossos e dos dentes e também é parte da estrutura química de fosfolípidos, fosfoproteínas, fosfolípidos, nucleotídeos e ácidos nucleicos. Nas plantas, o ferro e o magnésio são extremamente importantes para a fotossíntese (KONCZAK; ROULLE, 2011; MERGEDUS et al., 2015).

Os resultados encontrados também demonstram a presença de quantidades expressivas de zinco (0,71 mg/100g). Este mineral, juntamente com selênio e cobre tem função antioxidante. Portanto, eles têm a capacidade de reduzir e / ou parar a formação de radicais livres. Além disso, o zinco está relacionado à defesa antioxidante do plasma, além de atuar como cofator para algumas enzimas. Alguns estudos avaliaram a relação que o zinco tem com a redução da glicemia, sugerindo que sua ingestão pode contribuir na prevenção do diabetes mellitus tipo 2 (ANETOR et al., 2002; SARMENTO et al., 2013).

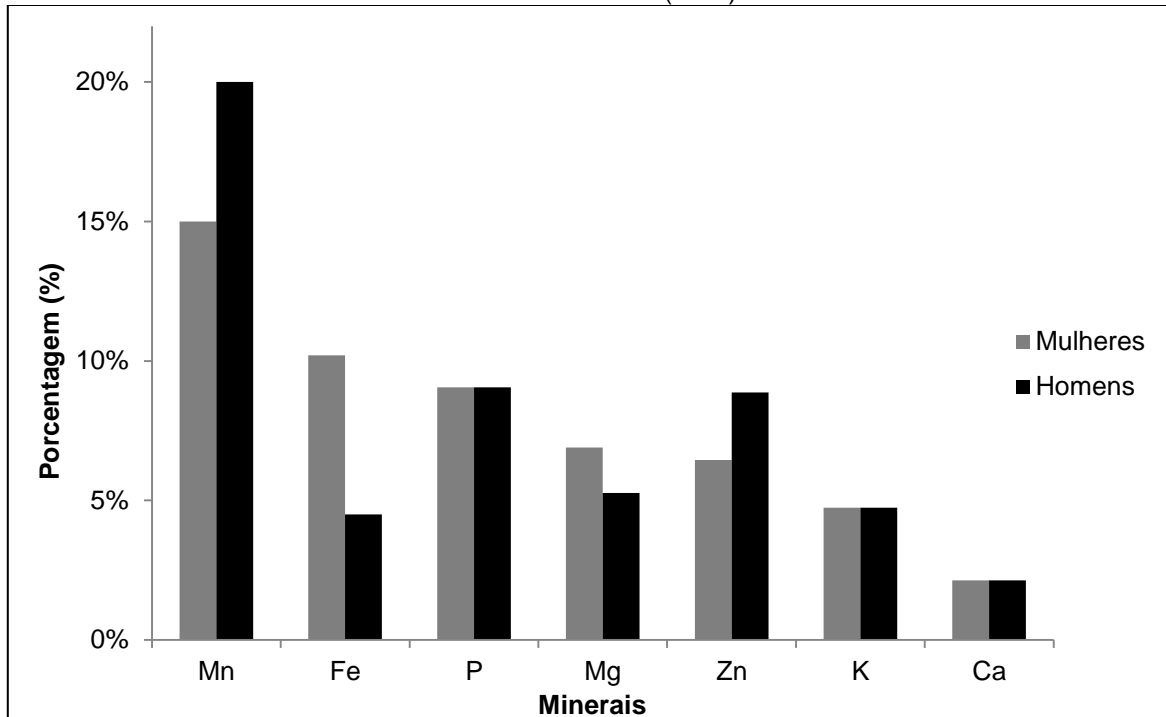
Os minerais encontrados em quantidades menores no jambo vermelho foram: Al, Cu, Cr, Mn, Na, Ni e Se. Além disso, alguns destes são considerados oligoelementos essenciais, outros são contaminantes inorgânicos e têm limites máximos, permitidos pela Comissão Européia (CE, 2006). Contudo, a fruta não apresentou valores de elementos tóxicos que excedam a legislação.

Além disso, a porção comestível apresenta 8,86 mg / 100 g de sódio. As altas taxas de potássio e os baixos níveis de sódio tornam essa fruta útil em dietas de sódio baixas.

Uma vez que os minerais analisados diferem na ingestão diária, e considerando a ingestão da fruta como um todo (porção comestível) foi realizada a conversão dos minerais de acordo com a Ingestão Dietética Recomendada - RDA para indivíduos adultos de 31 a 50 anos (ALIMENTOS AND NUTRITION BOARD, 2004). Portanto, os minerais que atingiram uma maior porcentagem de ingestão recomendada diária foram manganês, seguidos de ferro, magnésio, zinco, potássio e cálcio (GRÁFICO 4). Analisando a

conversão de acordo com a ingestão dietética de manganês, o fruto atinge quase 20% da recomendação para homens e 15% para mulheres. Este mineral tem várias funções, que vão desde a ativação de enzimas envolvidas na síntese de tecido conjuntivo, até a regulação da glicose (FOOD AND NUTRITION BOARD, 2004).

GRÁFICO 4 - MINERAIS MAJORITÁRIOS DO JAMBO VERMELHO (PORÇÃO COMESTÍVEL) QUE APRESENTARAM MAIOR PERCENTUAL DE CONVERSÃO CONFORME INGESTÃO DIÁRIA RECOMENDADA (RDA)



NOTA: Resultados expressos como conversão para RDA (Ingestão Dietética Recomendada para adultos entre 31-50 anos) com base na porção comestível de 100g de jambo vermelho.

\* Para cálculo da porção comestível foi padronizada 100g de jambo vermelho (polpa mais a casca), levando em consideração que a polpa compõe 71% do fruto e a casca 29%.

Vale ressaltar que a quantificação do conteúdo de minerais de cada fruta está relacionada com o método empregado na análise, origem da espécie, a composição química, do solo e também conforme a biodisponibilidade na solução do solo que estão relacionados com a absorção da planta (BERTIN et al., 2016; VALLILO et al., 2006). Analisando esses fatores, o Estado do Paraná possui uma grande diversidade de solo e clima, que o caracteriza como subtropical-mesotérico, com média superior a 22°C e inferior a 18°C, sem estação seca definida, verão quente e geadas menos frequentes (MARQUES; BRITZ, 2005; VANHONI; MENDONÇA, 2008). Esse clima proporciona um ambiente favorável para o cultivo de espécies diferentes, como o jambo vermelho.

De forma geral, os minerais encontrados tornam o jambo vermelho como uma fruta de boa contribuição na ingestão diária de minerais, já que é geralmente consumida *in natura*, um fator considerado importante para a absorção de nutrientes. De acordo com o IBGE (2011), nenhuma das regiões brasileiras atende às recomendações para a ingestão mineral diária, especialmente no que se refere ao cálcio, fósforo e magnésio.

#### 4.6 COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Os resultados encontrados sugerem o jambo vermelho como uma fruta com significativa quantidade de compostos fenólicos totais. Não obstante, a atividade antioxidante da fruta também foi bastante interessante, sendo que foi encontrada diferença estatística entre as frações de polpa e casca no conteúdo de compostos fenólicos totais e entre os dois métodos apresentados de DPPH (TABELA 5).

TABELA 5 - CONTEÚDO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA POLPA E CASCA DO JAMBO VERMELHO

ANÁLISES	FRAÇÕES		
	Polpa*	Casca*	Porção comestível <sup>3</sup>
COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS (mg/100g) <sup>1</sup>	174,79 ± 1,33 <sup>b</sup>	269,90 ± 7,07 <sup>a</sup>	202,30
DPPH (µmol TEAC/ 100g) <sup>2</sup>	1377,93 ± 63,10 <sup>b</sup>	1840,22 ± 41,10 <sup>a</sup>	1511,99
FRAP (µmol TEAC/100g) <sup>2</sup>	799,61 ± 21,98 <sup>a</sup>	840,05 ± 14,59 <sup>a</sup>	811,33

NOTA: Resultados expressos como média ± Desvio Padrão (DP) das amostras liofilizadas analisadas em triplicata.

LEGENDA: \*Diferentes letras sobrescritas entre linhas denotam diferenças significativas entre as amostras (Teste-t Student, p<0,05).

<sup>1</sup> Resultados expressos em miligramas (mg) de equivalente de ácido gálico /100g de amostra; <sup>2</sup> Resultados expressos em µMol de capacidade antioxidante equivalente a Trolox /100g de amostra. <sup>3</sup> Para cálculo da porção comestível foi padronizada 100g de jambo vermelho (polpa mais a casca), levando em consideração que a polpa compõe 71% do fruto e a casca 29%. Portanto, para essa variável não foi possível calcular o desvio padrão.

Ao analisar o conteúdo de fenólicos totais encontrados nas frações de jambo vermelho, é possível verificar que a casca apresenta um perfil de compostos fenólicos maior quando comparada à polpa, sendo que a porção comestível da fruta ficou em 154,82 mg/100g. Esses resultados superam outro estudo que encontrou 80,3 mg/100g para porção comestível do jambo liofilizado (NUNES et al., 2016).



As frutas podem apresentar quantidades bem distintas de compostos fenólicos, sendo que as frutas frequentemente consumidas pela população brasileira apresentam quantidades semelhantes: maçã (321 mg/100g), pera (271 mg/100g), morango (131,1 mg/100g) e kiwi (274,4 mg/100g) (FARIA et al., 2008). Desta forma, comparando o jambo vermelho com outras frutas, principalmente as mais consumidas pela população, pode-se destacar que a quantidade de compostos fenólicos totais apresentados no jambo é relativamente semelhante e torna a fruta bastante atrativa para consumo.

Além disso, os compostos fenólicos são essenciais para o crescimento e reprodução de frutas, sendo que a sua síntese é induzida por condições como o calor, salinidade, radiação UV, entre outras. Existem diversos fatores que podem influenciar no conteúdo de compostos fenólicos, como o grau de amadurecimento que a fruta foi colhida, fatores ambientais (tipo de solo, exposição ao sol, período muito chuvoso), formas de processamento e armazenamento da fruta, visto que a mesma é facilmente oxidada (MANACH et al., 2004). Assim, a composição do solo e localização que o jambo vermelho foi colhido influenciou diretamente nos conteúdos de compostos encontrados, sendo que estes são responsáveis pela cor, aroma, adstringência e estabilidade de frutas (DENARDIN et al., 2015). Ainda, esses conteúdos encontrados de compostos fenólicos totais podem estar relacionados a uma maior capacidade antioxidante do fruto.

Dessa forma, os resultados de atividade antioxidante pelo método DPPH foram elevados quando comparados com os resultados por FRAP, sendo que em ambos os métodos a atividade antioxidante da casca foi maior. Vale destacar que os resultados encontrados nesse estudo para o método DPPH foram superiores aos encontrados no jambo da região de Pernambuco (NUNES et al., 2016). Já para o método FRAP, os resultados encontrados foram semelhantes aos trazidos para o jambo da região de São Paulo (BATISTA et al., 2016). É interessante sempre analisar a atividade antioxidante com mais de um método, visto que cada método é diferente e baseiam-se em princípios diferentes.

Por fim, em relação ao resultado final de  $EC_{50}$  expresso em g de fruta/ g DPPH, pôde-se verificar que a quantidade necessária para reduzir 50% do radical DPPH é de 274,67 g da porção comestível de jambo vermelho, confirmando que a ingestão de 3 a 4 unidades já apresenta atividade antioxidante. Ramos et al. (2015) encontraram para o araçá, fruto da mesma família, o valor de  $EC_{50}$  de 96,70 g. Souza; Vieira e Lima (2011), ressaltaram os valores de  $EC_{50}$  da goiaba (55,6 g), graviola (97,8 g) e abacaxi (748,6 g).

Em suma, pode-se concluir a partir dos resultados encontrados para compostos fenólicos totais e atividade antioxidante, que a casca apresenta um potencial antioxidante relativamente maior quando comparada à polpa. Alguns autores ressaltam que o teor de compostos fenólicos totais e esse maior potencial antioxidante da casca é possivelmente atribuído a cor vermelha intensa da mesma, que indica a presença de antocianinas e outros compostos bioativos, como o licopeno (BATISTA et al., 2016; NUNES et al., 2016). Peixoto et al. (2016), ao identificarem os compostos bioativos presentes no jambo vermelho, concluíram que o composto presente em maior quantidade no fruto corresponde a antocianina.

Existem estudos que abordam que a quantificação de compostos fenólicos pode ser prejudicada quando a fruta apresenta quantidades elevadas de ácidos orgânicos e açúcares redutores (KAPASAKALIDIS; RASTALL; GORDON, 2006). Alguns compostos fenólicos são considerados instáveis, estando susceptíveis à reações de oxidação durante processamento ou até estocagem do produto. Períodos prolongados de refrigeração ou temperaturas relativamente baixas também podem influenciar na qualidade de frutas (MELO et al., 2008).

A exposição à luz tem um efeito considerável na maioria dos flavonoides. Geralmente, as concentrações de ácido fenólicos diminuem durante o amadurecimento, enquanto as concentrações de antocianinas aumentam (MANACH et al., 2004). Contudo, nesse estudo foram encontrados valores maiores de licopeno ao invés de antocianinas, podendo-se sugerir que a cor vermelha da casca do fruto pode estar relacionada a esse composto.

#### 4.6.1 Correlação entre os resultados

Após verificar que os resultados do jambo vermelho foram elevados para diversos componentes, achou-se necessário realizar a correlação desses compostos, visto que possivelmente muitos estão interligados. Assim, na Tabela 6 estão apresentados os coeficientes de correlação de Pearson entre alguns compostos, sendo que apenas foi encontrada diferença significativa na correlação de DPPH com antocianinas, que foi considerada negativa perfeita. Contudo, para esse resultado a correlação é considerada positiva, visto que uma capacidade antioxidante maior está sempre relacionada a valores

menores. Assim, pode-se dizer que existe uma forte relação entre a capacidade antioxidante do jambo vermelho e a quantidade de antocianinas que essa fruta possui.

TABELA 6 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE PEARSON ENTRE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS, CAPACIDADE ANTIOXIDANTE, VITAMINA C E CAROTENOIDES DA PORÇÃO COMESTÍVEL DE JAMBO VERMELHO

		B-caroteno	Licopeno	Vitamina C	CFT	Antocianinas	DPPH	FRAP
B-caroteno	<b>Correlação Pearson</b> <b>Valor de p</b>	1	-0,54 0,637	0,952 0,199	-0,821 0,387	0,448 0,704	-0,564 0,618	-0,909 0,274
Licopeno	<b>Correlação Pearson</b> <b>Valor de p</b>		1	-0,255 0,836	0,924 0,25	0,511 0,659	-0,391 0,744	0,842 0,363
Vitamina C	<b>Correlação Pearson</b> <b>Valor de p</b>			1	-0,607 0,585	0,701 0,506	-0,79 0,42	-0,737 0,472
CFT	<b>Correlação Pearson</b> <b>Valor de p</b>				1	0,143 0,909	-0,008 0,995	0,984 0,113
Antocianinas	<b>Correlação Pearson</b> <b>Valor de p</b>					1	-0,991* 0,086	-0,034 0,978
DPPH	<b>Correlação Pearson</b> <b>Valor de p</b>						1	0,168 0,892
FRAP	<b>Correlação Pearson</b> <b>Valor de p</b>							1

NOTA: \*  $p < 0,05$ .

LEGENDA: CFT = Compostos fenólicos totais.

Apesar de não ter sido encontrada diferença estatística entre os outros resultados da correlação, é importante ressaltar alguns destes. Por exemplo, a elevada correlação entre o conteúdo de Vitamina C e o  $\beta$ - caroteno (0,952) e entre o conteúdo de compostos fenólicos totais com licopeno (0,924) e com a atividade antioxidante por FRAP (0,984). Ao mesmo tempo, vale também destacar a elevada correlação negativa entre compostos fenólicos totais com  $\beta$ - caroteno (-0,821), atividade antioxidante por FRAP também com  $\beta$ - caroteno (-0,909), a atividade antioxidante por DPPH e antocianinas (-0,991), e, além disso, a correlação negativa da vitamina C com compostos fenólicos totais (-0,607).

Nesse estudo foi encontrada também correlação negativa entre a vitamina C e atividade antioxidante por DPPH (-0,79) e por FRAP (-0,737), confirmando a correlação encontrada por Pantelidis et al. (2007).

Os resultados indicam que a correlação dos compostos fenólicos com o licopeno contribuem consideravelmente para a atividade antioxidante da fruta avaliada. Entretanto,

a atividade antioxidante não pode ser atribuída somente aos conteúdos de licopeno presente no jambo, mas também a outros compostos antioxidantes. Mesmo que não tenham sido verificadas correlações positivas significativas entre a atividade antioxidante e os teores de  $\beta$ - caroteno, antocianinas e vitamina C não significa que esses compostos não contribuem para essa atividade. Esse resultado pode ser devido aos métodos de análise utilizados, a forma de extração desses compostos ou ser decorrente de mecanismos ainda desconhecidos nesses compostos.

#### 4.7 AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE PRELIMINAR FRENTE A *ARTEMIA SALINA*

Os resultados encontrados sugerem que o jambo vermelho não apresenta toxicidade preliminar frente a *Artemia salina*, tornando a fruta segura para consumo. A Tabela 7 apresenta o número dos crustáceos mortos e a  $CL_{50}$  calculada pelo teste estatístico Probitos, sendo que além das frações de polpa e casca, também foi realizado teste com o solvente dodecil sulfato de sódio (SDS), verificando-se que o mesmo não apresentou influência sobre os microcrustáceos.

TABELA 7 - ENSAIO DE MORTALIDADE DE ARTEMIA SALINA E  $CL_{50}$  UTILIZANDO EXTRATO METANÓLICO DE POLPA E CASCA DE JAMBO VERMELHO

Fração	Mortalidade/Concentração ( $\mu\text{g/mL}$ )			$CL_{50}$ ( $\mu\text{g/mL}$ )	Intervalo de confiança de 95% ( $\mu\text{g/mL}$ )
	10	100	1000		
<b>Polpa</b>	7	6	6	>1000	-
<b>Casca</b>	8	8	8	>1000	-
<b>Dodecil sulfato de sódio (SDS)</b>	0	0	0	>1000	-

Foi possível verificar que nenhuma das frações do jambo vermelho foi considerada tóxica, pois de acordo com Meyer et al. (1982) para ser tóxico seria necessário que as análises apresentassem valor de concentração letal ( $CL_{50}$ ) inferior a 1000  $\mu\text{g/mL}$ . A  $CL_{50}$  diz respeito à dose necessária para uma substância matar 50% de uma população em teste, no caso do estudo, o microcrustáceo.

Diversos fatores podem interferir no êxito do ensaio frente a *Artemia salina*, tais como: luz, temperatura, tempo de eclosão dos ovos, água utilizadas no teste e contaminação das substâncias analisadas. Por isso, se trata de um teste que exige extremo cuidado durante a realização de todas as etapas, para que assim os resultados sejam confiáveis (FERRAZ FILHA et al., 2012).

Os estudos sobre a toxicidade do jambo vermelho ainda são escassos, sendo que esses achados são inéditos e vão contribuir para o incentivo do consumo dessa fruta pela população, promovendo assim a biodiversidade alimentar.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo sugere que a espécie *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M. Perry, colhida na região Sul do Brasil, é uma fruta suculenta, com uma porcentagem expressiva de sólidos solúveis totais e carboidratos (açúcares redutores e fibras alimentares). Também, pode ser considerada uma fruta com quantidades significativas de carotenoides, principalmente de licopeno, trazendo o jambo como fonte natural desse composto.

No que diz respeito a quantidade de minerais, a fruta apresentou quantidades elevadas de manganês, ferro, fósforo, magnésio, zinco, potássio e cálcio, sendo que todos são considerados minerais essenciais e alguns estão relacionados com o mecanismo do Diabetes e Hipertensão arterial. Dessa forma, esses achados podem contribuir no conteúdo de minerais para a RDA de adultos, trazendo a fruta como uma opção saudável para promoção da saúde da população, principalmente pessoas com Diabetes e que busquem por alimentos pouco calóricos e com baixo teor de sódio.

Os resultados também demonstram que jambo é uma fruta com boa capacidade antioxidante e possui vários compostos fenólicos considerados essenciais, como o ácido ferúlico e caféico. Além disso, o composto fenólico que apresentou maior bioacessibilidade na fruta estudada foi o ácido p-cumárico, seguido do ácido trans-cinâmico. Estes resultados tornam o estudo inédito, visto que até então nenhum outro estudo havia identificado valores tão distintos desses compostos no jambo vermelho.

Ainda, a fruta não apresentou toxicidade preliminar, tornando-se segura para consumo e trazendo esses resultados como base para compilação de dados, para agregar valor aos produtos da biodiversidade e fortalecer políticas públicas que promovam segurança alimentar e nutricional.

## REFERÊNCIAS

- AGOSTINA, R. et al. **Utilização de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência HPLC para determinar consumo de substrato, 2016**. Disponível em: <file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/Dialnet-UtilizacionDeCromatografiaLiquidaDeAltaEficienciaH-5619081.pdf> . Acesso em: 04 jul. 2017.
- ANDRADE, J.; ARAGÃO, C. G.; FERREIRA, S. A. N. Caracterização física e química dos frutos de Araçá-Pêra (*Psidiumacutangulum*). **Acta Amazônica**, v. 23, n. 2, p. 213-217, 1993.
- ANETOR, J. et al. Decreased serum magnesium and zinc levels: atherogenic implications in type-2 diabetes mellitus in nigerians. **Nutrition And Health**, Nigeria, v. 16, n. 1, p.291-300, jun. 2002.
- ANVISA- Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. **Relatório Final do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA)**. 2012. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+Portal/Anvisa/Inicio/Agrotoxicos++Toxicologia>>. Acesso em: 11 nov. 2016.
- AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official Methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Arlington, cap.44, p. 3, 1996.
- AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY). **Official Methods of Analysis**, 17th ed., Washington, D. C., 2000.
- AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTIS). **Official methods of analysis of the AOAC**.18th ed. Gaithersburg, M.D, USA, 2005.
- APAK, R. et al. Novel total antioxidante capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC Method. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 26, p. 7970-7981, 2004.
- ARAÚJO, L. C. et al. Otimização da desidratação osmótica do jambo-vermelho (*Syzygium malaccense*). **Brazilian Journal Of Food Technology**, Campinas, v. 13, n. 2, p.98-106, jun. 2010.
- AUGUSTA, I. M. et al. Caracterização física e química da casca e polpa de jambo vermelho (*Syzygium malaccensis*, (L.) Merryl& Perry). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 4, n. 30, p.928-932, dez. 2010.
- BATISTA, A. G. et al. Red-jambo (*Syzygium malaccense*): Bioactive compounds in fruits and leaves. **Food Science And Technology**, São Paulo, v. 1, n. 1, p.1-8, maio 2016.
- BENZIE, I.F.F.; STRAIN, J.J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. **Analytical Biochemistry**, Coleraine, v.239, p. 70-76, 1996.

BERTIN, R. L.; et al. Mineral composition and bioaccessibility in *Sarcocornia ambigua* using ICP-MS. **Journal Of Food Composition And Analysis**, v. 47, p. 45-51, 2016.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel Wissenschaft and Technologie- LWT**, v. 28, n.1, p.25-30, 1995.

BRASIL. Constituição (1994). **Decreto nº 1354, de 29 de dezembro de 1994**. Institui, no âmbito do Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal, o Programa Nacional da Diversidade Biológica, e dá outras providências.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (Org.). **Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. 2002. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/\\_arquivos/biodivbr.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/biodivbr.pdf)>. Acesso em: 30 nov. 2015.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008/2009 (POF): Aquisição alimentar domiciliar per capita, Brasil e grandes regiões**. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv47307.pdf>. Acesso em 26 abr. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2014. Disponível em: <[http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/guia\\_alimentar\\_populacao\\_brasileira\\_2d.pdf](http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2d.pdf)>. Acesso em: 22 nov. 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Alimentos regionais brasileiros**. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. 2. ed. Brasília, 2015.

BRITTON, G. Structure and properties of carotenoids in relation to function. **FASEB J.**, v. 9, p. 1551-1558, 1995.

BONTA, V. et al. Quantitative Determination of Vitamin C in Honey and Bee Pollen Using HPLC-DAD Method. **Animal Science and Biotechnologies**, v. 1, n. 70, p.31-36, 2013.

CAPRIOLI, I.; SULLIVAN, O.; MONAHAN, F. Interference of sodium caseinate in the TBARS assay. **Food Chemistry**, Irlanda, p. 1284-1287, 2011.

CAVALCANTE, P.B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 6.ed. Belém: CNPq/Museu Paraense Emílio Goeldi, 279p., 1996.

CAVARARO, R. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (Org.). **Pesquisa nacional de saúde do escolar**. 2013. Ministério da Saúde. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv64436.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2015.

CHARRONDIÈRE, R. et al. FAO/INFOODS food composition database for biodiversity. **Food Chemistry**. Italy, p. 408-412, dez. 2013.



- COSTA, R. et al. Aspectos morfológicos e influência do tamanho da semente na germinação do jambo-vermelho. **Revista Brasileira de Fruticultura**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 117-120, 2006.
- COSTA, L. da C. F.; VASCONCELOS, F. de A. G.; CORSO, A. C. T. Fatores associados ao consumo adequado de frutas e hortaliças em escolares de Santa Catarina, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 6, p.1133-1142, jun. 2012.
- COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. 4. ed. Barueri: Manole Ltda, 2012. 1334 p.
- 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.
- DELPINO-RIUS, A. et al. Characterization of phenolic compounds in processed fibres from the juice industry. **Food Chemistry**, Espanha, p. 875-584, 2015.
- DENARDIN, C. et al. Antioxidant capacity and bioactive compounds of four Brazilian native fruits. **Journal of Food and Drug Analysis**. Porto Alegre, 387-398, 2015.
- COMISSÃO EUROPEIA- EC. **Commission Regulation (EC) No. 1881/2006 Regulation of setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs**. Official Journal European Union, 2006.
- 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.
- FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Countries by commodity**. Disponível em: [http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries\\_by\\_commodity](http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity). Acesso em: 08 maio 2017.
- FARIA, J. P.; et al. Caracterização da polpa do coquinho-azedo (*Butiacapitata* var *capitata*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 827-829, 2008.
- FARIA, A. F.; MARQUES, M. C.; MERCADANTE, A. Z. Identification of bioactive compounds from jabolão (*Syzygium cumini*) and antioxidant capacity evaluation in different pH conditions. **Food Chemistry**, v. 126, p. 1571-1578, 2011.
- FERRAZ FILHA, Z. et al. Brine shrimp (*Artemia salina* Leach) bioassay of extracts from *Lychnophoriopsis candelabrum* and different *Lychnophora* species. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 14, n. 2, p.358-361, mar. 2012.
- FIGUEIRÔA, E. de O. et al. 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**, London, v. 1, n. 1, p.1-7, jun. 2013.

FOOD AND NUTRITION BOARD. (2004). **Dietary Reference Intake (DRIs): Recommended intakes for individuals elements.** *Institute of Medicine, National Academies Press.*

FOOD INGREDIENTES BRASIL. **Dossiê Vitaminas, 2014.** Disponível em: <[www.revista-fi.com](http://www.revista-fi.com)>. Acesso em 31 maio 2017.

FOOD INGREDIENTES BRASIL. **Micotoxina, 2009.** Disponível em: <[www.revista-fi.com](http://www.revista-fi.com)>. Acesso em 19 junho 2017.

FONSECA, C. R. da; CARVALHO, F. A. Aspectos florísticos e fitossociológicos da comunidade arbórea de um fragmento urbano de floresta atlântica (Juiz de Fora, MG, Brasil). **Bioscience Journal**, Uberlandia, v. 28, n. 5, p.820-832, out. 2012.

FORTALEZA, J. M.; et al. Características físicas e químicas em nove genótipos de maracujá-azedo cultivado sob três níveis de adubação potássica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p. 124-127, 2005.

GARCIA-SALAS, P. et al. Phenolic-Compound-Extraction Systems for Fruit and Vegetable Samples. **Molecules**, Spain, v. 15, n. 1, p.8813-8826, dez. 2010.

GIACCO, R.; COSTABILE, G.; RICCARDI, G. Metabolic effects of dietary carbohydrates: The importance of food digestion. **Food Research International**, Italy, v. 88, n. 1, p.336-341, jan. 2016.

GOMES, R. B. et al. Avaliação físico-química de geleia de araçá-boi com banana. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, Bahia, 2010.

GUIA GEOGRÁFICO DO PARANÁ. **Mapas do Paraná.** Disponível em: <http://www.guiageo-parana.com/mapas/mapa-rodoviario.htm>. Acesso em: 13 de out de 2016.

HATA, A.; DOI, Y. et al. Magnesium intake decreases Type 2 diabetes risk through the improvement of insulin resistance and inflammation: the hisayama Study. **Diabetic Medicine**, Japan, p. 1487-1494, jun. 2013.

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

IAL. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz.** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2005.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2017). **Levantamento sistemático da produção agrícola.** Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Levantamento\\_Sistematico\\_da\\_Producao\\_Agricola\\_\[mensal\]/Fasciculo/lspa\\_201703.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201703.pdf). Acesso em: 27 de abr. de 2017.

ISHIDA, B.; CHAPMAN, M. Carotenoid Extraction from Plants Using a Novel, Environmentally Friendly Solvent. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, California, p. 1051-1059, 2009.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, IAPAR. **Zoneamento agrícola**. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1043>. Acesso em: 13 out. 2016.

JAHANGIR, M. et al. Health-affecting compounds in *Brassicaceae*. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**. v. 8, p. 31-43, 2009.

JECFA - JOINT FAO/WHO EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES (Org.). **Human Vitamin and Mineral Requirements**. 2002. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/004/y2809e/y2809e00.htm#Contents>. Acesso em: 19 out. 2016.

KALT, W. et al. Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics and anthocyanins after fresh storage of small fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.47, n.11, p.4638-4644, Set, 1999.

KAPASAKALIDIS, P.; RASTALL, R.; GORDON, M.H. Extraction of Polyphenols from Processed Black Currant (*Ribes nigrum* L.) Residues. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, n.11, p. 4016-4021, 2006.

KARAKAYA, S. Bioavailability of phenolic compounds. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.44, n.6, 2004.

KHOO, H. E. et al. Carotenoid Content of Underutilized Tropical Fruits. **Plant Foods Hum Nutr**, Malaysia, v. 63, n. 1, p.170-175, set. 2008.

KLIMCZAK, I.; MALECKA, M.; SZLACHTA, M.; GLISZCZYNSKA-SWIGLO, A. Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. **Journal of Food Composition and Analysis**, Polonia, v.20, p. 313-322, 2007.

KONCZAK, I.; ROULLE, P. Nutritional properties of commercially grown native Australian fruits: Lipophilic antioxidants and minerals. **Food Research International**, Australia, v. 44, n. 1, p.2339-2344, fev. 2011.

KUSKOSKI, E.M. et al. **Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas**. Ciência Rural, Santa Maria. v. 36, n.4, p.1283-1287, jun-ago, 2006.

LAGO, E. S.; GOMES, E.; SILVA, R. Produção de geleia de jabolão (*Syzygium cumini* Lamarck): processamento, parâmetros físico – químicos e avaliação sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.4, p. 847-852, 2006.

LAMOTHE, L. M. et al. Quinoa (*Chenopodium quinoa* W.) and amaranth (*Amaranthus caudatus* L.) provide dietary fibres high in pectic substances and xyloglucans. **Food Chemistry**, United States, v. 167, n. 1, p.490-496, jul. 2014.

LEONTOWICZ, M. et al. Bioactivity and bioavailability of minerals in rats loaded with cholesterol and kiwi fruit. **Microchemical Journal**, p. 148-154, 2014.

LIMA, A. de J. B. et al. Sugars, organic acids, minerals and lipids in jaboticaba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Lavras, v. 33, n. 2, jun. 2011.

LIMA, D. F.; CADDAH, M. K.; GOLDENBERG, R. A família Myrtaceae na Ilha do Mel, Paranaguá, Estado do Paraná, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 42, n. 3, p.497-519, set. 2015.

MANACH, C. et al. Polyphenols: food sources and bioavailability. **The American Journal of Clinical Nutrition**, França, 2004.

MANFRA, L. et al. Long-term lethal toxicity test with the crustacean *Artemia franciscana*. **JoVE**, v. 62, p. 2182–2185, 2012.

MARQUES, M. C. M.; BRITTEZ, R. M. **História natural e conservação da Ilha do Mel**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 266 p., 2005.

MARTINEAU-FOUQUET, C. La Balance à index glycémique: **Elle vous dit tout sur quelque 200 aliments : Index Glycémique, glucides, lipides et calories**. Disponível em: <[http://www.diabete.fr/balance-glycemique/files/IG\\_FINAL.pdf](http://www.diabete.fr/balance-glycemique/files/IG_FINAL.pdf)>. Acesso em 13 abr. 2017.

MELO, E. de A. et al. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, Recife, v. 44, n. 2, p.193-201, jun. 2008.

MEYER, B. N.; FERRIGNI, N. R.; PUTNAM, J. E. et al. Brine shrimp: a convenient general bioassay for active plant constituents. **Plantas Medicinai**s, v. 45, n. 5, p. 31-4, 1982.

MERGUEDUS, A. et al. Variation of mineral composition in different parts of taro (*Colocasia esculenta*) corms. **Food Chemistry**, v. 170, n. 1, p. 37-46, 2015.

MOLYNEUX, P. The use of stable free radical diphenylpicryl-hidrazil (DPPH) for estimating antioxidante activity. **Songklanakarin Journal of Science and Technology**, Songkla, v. 26, n. 2, p. 211-219, 2003.

MOO-HUCHIN, V. M. et al. Determination of some physicochemical characteristics, bioactive compounds and antioxidant activity of tropical fruits from Yucatan, Mexico. **Food Chemistry**, Mexico, v. 152, n. 1, p.508-515, dez. 2013.

MOON, J.; SHIBAMOTO, T. Antioxidant assays for plant and food components. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, USA, mar. 2009.

MORAIS, L. M. F.; CONCEIÇÃO, G. M. da; NASCIMENTO, J. de M. Família Myrtaceae: Análise morfológica e distribuição geográfica de uma coleção botânica. **Agrarian Academy**, Goiania, v. 1, n. 1, p.1-317, abr. 2014.

NELSON, N.A photometric adaptation of Somogyi method for determination of glucose. **Journal of Biologic Chemistry**, Bethesda, v. 153, n. 2, p.375-380, Feb. 1960.

NOGUEIRA, R. et al. Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola. **Pesquisa Agropecuária**, Brasília: v. 37, n.4, 2002.

NUNES, P.C. et al. Physico-Chemical Characterization, Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Malay Apple [*Syzygium malaccense* (L.) Merr.&L.M. Perry]. **Journal Plos**, Pernambuco, p.1-11, jun. 2016.

OLIVEIRA, D. M.; BASTOS, D. H. Biodisponibilidade de ácidos fenólicos. **Química Nova**, v. 34, n. 6, p. 1051-1056, 2011.

OMS (Portugal). Organização Mundial da Saúde. **Workshop sobre a Promoção de Hortofrutícolas nos Países de Expressão Portuguesa**. 2005. Disponível em: <[http://www.who.int/dietphysicalactivity/bckground paper Lisboa web.pdf](http://www.who.int/dietphysicalactivity/bckground%20paper%20Lisboa%20web.pdf)>. Acesso em: 19 maio 2017.

OSBORNE, D.R.; VOOGT, P. **The analysis of nutrient infoods**. Academic Press, London, p. 156-158, 1978.

PANTELIDIS, G.E. et al. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries. **Food Chemistry**, v.102, p.777-783, 2007.

PASCHOAL, L. et al. Aplicação do método da espectrofotometria de derivados na identificação e doseamento simultâneo de sistemas multicomponentes. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.39, mar. 2003.

PAULO, M.G. et al. An isocratic LC method for the simultaneous determination of vitamins A, C, E and beta-carotene. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 21, n.2, p.399-406, 1999.

PEIXOTO, F. M. et al. Simulation of in vitro digestion coupled to gastric and intestinal transport models to estimate absorption of anthocyanins from peel powder of jaboticaba, jamelão and jambo fruits. **Journal of functional foods**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 1, p.373-381, maio 2016.

PEREIRA, M. C. et al. Characterization and antioxidant potential of Brazilian fruits from the Myrtaceae Family. **Journal Of Agricultural And Food Chemistry**, Brasil, v. 60, n. 1, p.3061-3067, mar. 2012.

PERRON, N. R.; BRUMAGHIM, J. L. A review of the antioxidant mechanisms of polyphenol compounds related to iron binding. **Cell Biochemistry and Biophysics**, v.53, p. 75–100, 2009.

PHILLIPS, K. M. et al. Nutrient composition of selected traditional United States Northern Plains Native American plant foods. **Journal Of Food Composition And Analysis**, USA, v. 1, n. 34, p.136-152, fev. 2014.

POLLARDJ. et al. Factors affecting food choice in relation to fruit and vegetable intake: a review. **Nutrition Research Reviews**. v. 15, n. 2, p. 373- 387, 2002.

PRASAD, K. N. et al. Identification of phenolic compounds and appraisal of antioxidant and antityrosinase activities from litchi (*Litchi sinensis* Sonn.) seeds. **Food Chemistry**, v. 116, p. 1–7, 2009.

- PRIOR, R.L.; WU, X.; SCHAICH, K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 4290 - 4302, 2005.
- RABABAH, T.M. et al. Effect of ascorbic acid and dehydration on concentrations of total phenolics, antioxidant capacity, anthocyanins and color in fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, n.11, p.4444-4447, abr 2005.
- RAMOS, A. et al. Chemical characterization and antioxidant capacity of the araçá-pera (*Psidium acutangulum*): An exotic Amazon fruit. **Food Research International**, Manaus, p. 315-327, 2015.
- REYNERTSON, K. A. et al. Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. **Food Chemistry**, Italy, v. 109, n. 1, p.883-890, jan. 2008.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A Guide to Carotenoid Analysis**. Foods Campinas, 2001, 64p.
- RODRIGUES-AMAYA, D.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes brasileiras de carotenoides: tabela brasileira de composição de carotenoides em alimentos**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Brasília, 2008.
- RODRÍGUEZ-ROQUE, M. J. et al. Changes in vitamin C, phenolic, and carotenoid profiles throughout in vitro gastrointestinal digestion of a blended fruit juice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, p.1859–1867, 2013.
- RODRIGUEZ-SAONA, L.E.; WROLSTAD, R. Extraction, isolation and purification of anthocyanins. In: Wrolstad, R. E. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**. New York: John Wiley & Sons, 2003.
- RUFINO, M. S. M. et al. **Comunicado técnico - metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH**. Fortaleza: Embrapa, 2007.
- SALATI, E.; SANTOS, A. A.; KLABIN, I. Temas ambientais relevantes. **Revista Estudos Avançados**, São Paulo, v. 20, n. 56, p.107-127, 2006.
- SARMENTO, R. et al. Antioxidant micronutrientes and cardiovascular risk in patients with diabetes: a systematic review. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v.101, set. 2013.
- SATIA, J. et al. Motivations for healthful dietary change. **Public Health Nutrition**. v. 4, n. 5, p. 953-959, 2001.
- SEAB (Brasília). Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. **Fruticultura**. 2015. Disponível em: <[http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/fruticultura\\_2014\\_15.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/fruticultura_2014_15.pdf)>. Acesso em: 19 maio 2017.

- SILVA, J. K. M. da; MAGALHÃES, H. G. D. Educação ambiental e nutricional: uma estratégia de valoração da biodiversidade local. **Brazilian Journal Of Food Technology**. Campinas, p. 42-49. nov. 2010.
- SILVA, R. G.; COLLINS, C.; BOTTOLI, C. B. Cromatografia líquida capilar: estado da arte e aplicações. **Química Nova**, São Paulo, v. 34, 2011.
- SILVA, V. (PARANÁ). Sociedade Brasileira de Ciência do Sol. Conhecendo os principais solos do litoral do Paraná. **Projeto Areia na Escola**, Matinhos, p.1-42, fev. 2013.
- SILVA, L. M. R., et al. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, Italy, v. 143, n. 1, p.398-404, ago. 2014.
- SIMOES, C. M. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 4. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade, 2002. 833 p.
- SINGLETON, V.L.; ROSSI, J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. **American Journal Enology Viticulture**, v. 16, p. 144-158, California, 1965.
- SOBRAL, M. et al. **Myrtaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB37162>>. Acesso em: 17 Nov. 2015.
- SOMOGY, M. Determination of blood sugar. **Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, n. 160, p. 69 - 73, 1945.
- SOUZA, R. S. et al. Comportamento de compra dos consumidores de frutas, legumes e verduras na região central do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, p. 511-517, 2008.
- SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; LIMA, A. de. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. **Brazilian Journal Of Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 3, set. 2011.
- THAIPONG, K. et al. Comparasion of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activit from guava fruit extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.19, p. 669-675, 2006.
- THE FISH GUIDE. **Brine Shrimps (Artemia Salina) - Live Fish Food**. 2010. Disponível em: <<http://www.thefishguide.com/brine-shrimps-artemia-salina-live-fish-food>>. Acesso em: 30 mar. 2017.
- TURECK, C. et al. Estimativa do consumo de vitaminas e minerais antioxidantes da dieta brasileira. **Nutrição clínica dietética hospitalar**, v. 33, n. 3, p. 30-38, 2013.
- VALLILO, M. I. et al. Composição química dos frutos de *Campomanesia adamantium* (Cambessédes) O.Berg. **Food Science And Technology**, Campinas, v. 26, n. 4, p.805-810, dez. 2006.

VANHONI, F.; MENDONÇA, F. O CLIMA DO LITORAL DO ESTADO DO PARANÁ. **Revista Brasileira de Climatologia**, Paraná, p.49-63, ago. 2008.

VIG, A.P. et al. Bio-protective effects of glucosinolates – a review. **Food Science and Technology**, v. 42, p. 1561-1572, 2009.

VIGITEL BRASIL (Brasília). **Estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no distrito federal em 2015**. 2017. Disponível em:  
<[http://www.ans.gov.br/images/stories/Materiais\\_para\\_pesquisa/Materiais\\_por\\_assunto/2015\\_vigitel.pdf](http://www.ans.gov.br/images/stories/Materiais_para_pesquisa/Materiais_por_assunto/2015_vigitel.pdf)>. Acesso em: 19 maio 2017.

VUONG, Q. V. et al. Physicochemical composition, antioxidant and anti-proliferative capacity of a lillypilly (*Syzygium paniculatum*) extract. **Journal Of Herbal Medicine**, Australia, v. 4, n. 1, p.134-140, maio 2014.

ZHAO, J. et al. Changes in sugars and organic acids in wolfberry (*Lyciumbarbarum* L.) fruit during development and maturation. **Food Chemistry**, v. 173, p. 718-724, 2015.

WEZEL, A.; CHAZOULE, C.; VALLOD, D. Using biodiversity to valorise local food products: the case of fish ponds in a cultural landscape, their biodiversity, and carp production. **AquaCulture International**, França, v. 1, n. 21, p.1395-1418, abr. 2013.

WILLE, G. M. F. et al. Desenvolvimento de tecnologia para a fabricação de doce em massa com araçá-pêra (*Pssidium acutangulum* D. C.) para pequeno produtor. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 6, p. 1360-1366, 2002.

WILLETT, W.,; MANSON, J., Liu, S. Glycemic index, glycemic load, and risk of type 2 diabetes. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 76, n. 1, p. 74-80, 2002.

WILLIAMS, W. B.; CUVELIER, M.; BERSET, C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. **Lebensmittel Wissenschaft Und Technologie**, France, v. 28, n. 1, p.25-30, jun. 1995.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Diet, nutrition and the prevention of chronic disease**. Geneva.160p.2003.

WROLSTAD, R. E. Color and pigment analysis in fruit products. AES, **Oregon State University**, 1976, Sta. Bull. 624.



**ANEXOS**

**ANEXO I – DECLARAÇÃO DE EXSICATA DO JAMBO VERMELHO NO HERBÁRIO**

Prefeitura Municipal de Curitiba  
Secretaria Municipal do Meio Ambiente  
Departamento de Produção Vegetal  
Divisão do Museu Botânico Municipal  
**Herbário MBM**

**DECLARAÇÃO**

Declaro para os fins que se fizerem necessários que se encontra tombada no herbário do Museu Botânico Municipal de Curitiba (MBM), uma exsicata de planta pertencente à família Myrtaceae, cujo nome científico é *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M.Perry, coletada na localidade Bairro Cachoeira, Município de Antonina, Estado do Paraná, Brasil, por Cláudia C. Kruger s/n, em 17/12/2015, depositada por Luciana Gibbert. A referida exsicata foi identificada por Motta, J.T, em 26/05/2016, e encontra-se depositada no Herbário MBM sob o nº de registro **MBM-379581**, estando à disposição e podendo ser consultada para todas e quaisquer eventualidades.

Curitiba, 04 de julho de 2016

---

José Tadeu Weidlich Motta  
Curador do Herbário MBM  
Matr. 35721

## ANEXO II – AUTORIZAÇÃO DE ACESSO E DE REMESSA DE AMOSTRA DE COMPONENTE DO PATRIMÔNIO GENÉTICO



3425834357251855

### AUTORIZAÇÃO DE ACESSO E DE REMESSA DE AMOSTRA DE COMPONENTE DO PATRIMÔNIO GENÉTICO nº 010004/2015-7

O CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO - CNPq, credenciado pelo Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN/MMA), por meio da Deliberação CGEN nº 246, de 27 de agosto de 2009, para autorizar instituições nacionais, públicas ou privadas, que exerçam atividades de pesquisa e desenvolvimento nas áreas biológicas e afins, a acessar e remeter amostras de componente do patrimônio genético para fins de pesquisa científica sem potencial de uso econômico, neste ato representado pelo seu Diretor de Ciências Agrárias, Biológicas e da Saúde, nos termos da Portaria CNPq nº 104/2011, autoriza a instituição abaixo qualificada a acessar e remeter amostras de componentes do patrimônio genético.

**Instituição:** UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANA - UFPR

**CNPJ:** 750.956.790/0001-49

**Representante Legal:** GRACIELA INES BOLZON DE MUNIZ

**Cargo/Função:** Coordenadora de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico

**CPF:** 674.273.759-04 **RG:** 1439536

**Projeto:** QUALIDADE NUTRICIONAL E FITOQUÍMICA DE FRUTOS DA SOCIOBIODIVERSIDADE

**Coordenador do Projeto:** Sila Mary Rodrigues Ferreira

**CPF:** 231.917.400-15 **RG:** 3658868 - SSP / PR

**Finalidade do projeto:** Mesmo sendo o Brasil um país rico em biodiversidade poucas espécies são estudadas pelos pesquisadores brasileiros. A valorização e a promoção do conhecimento de frutos da nossa biodiversidade é um passo importante para o reconhecimento dessa riqueza e para a Segurança Alimentar e Nutricional da população que utiliza esses frutos como fonte alimentar e de renda. Desta forma, o presente projeto tem como objetivo determinar a qualidade nutricional e fitoquímica de frutos da sociobiodiversidade. O delineamento experimental envolverá a coleta de aproximadamente 15 kg de frutas em diferentes estádios. Após a colheita os frutos serão transportados ao laboratório em caixas de embalagens de PEAD. Os frutos serão classificados nos diferentes estádios de maturação, armazenados à temperatura e submetidos à análise física, físico-química e fitoquímica. Após as análises físicas, os frutos serão descascados e as partes separadas (casca, sementes e polpa). Posteriormente serão realizadas as análises físico-químicas, com a fruta in natura, para cada parte (casca, polpa, semente e folhas). Para as análises fitoquímicas as cascas e polpa serão congeladas e liofilizadas. Espera-se que a caracterização dos frutos contribua para o conhecimento, utilização e agregação de valor dos frutos como forma de melhorar a renda das comunidades tradicionais.

**Amostras a serem acessadas:**

Grupos Taxonômicos: Os frutos avaliados serão: Jacaratia spinosa (Aubl) A.DC, conhecido como Jaracatiá ou mamão do mato; Morus nigra L., amora; Pereskia aculeata Miller, Ora-pro-nobis; Acca sellowiana (Berg) Burret), Goiabinha do Mato; Eugenia pyriformis, Uvaia; Psidium cattleyanum, Araçá; Solanum sessiliflorum, Manacubiu; Syzygium malaccense, Jambo e Passiflora actinia Hook ou maracujá-do-mato ou maracujá-silvestre. Previsão da coleta: Início da coleta: 20 de janeiro de 2015 a Janeiro de 2019

Tipo de material/quantidade de amostras: 15 kg por especie estudada

**Local de depósito de subamostra:** Museu Botânico Municipal - MBM/MBM

**Equipe do projeto:** SILA MARY RODRIGUES FERREIRA / CPF 231.917.400-15

OBDULIO GOMES MIGUEL / CPF 230.507.729-72

HELLEN ABREU / CPF 077.941.119-60

CRISTIANE FAGUNDES / CPF 044.504.099-81

IZABELLA CLOTILDE MARINHO DE ABREU / CPF 088.083.809-47

LUIZA BUZATTO SCHEMIKO / CPF 078.320.479-50

JOSIANE DE FATIMA GASPARI DIAS / CPF 719.581.189-15

DEBORA LUISE GUNHA / CPF 052.311.769-82

MONICA DE CALDAS ROSA DOS ANJOS / CPF 889.379.099-87

BRUNA ISADORA TRENNEPOHL / CPF 045.417.729-14

CELLEN GIACOMELLI GROTH LUIZ / CPF 022.763.819-06

**Validade da Autorização:** 15/01/2015 a 15/01/2019

A instituição acima qualificada deverá enviar ao CNPq, por meio do Coordenador do Projeto, relatório anual sobre o andamento do projeto de pesquisa, nos termos do Decreto nº 4.946/2003. O roteiro para confecção do relatório está disponível em <http://www.cnpq.br/web/guest/relatorio-de-atividades>. Os relatórios devem ser enviados ao CNPq em meio eletrônico, para o endereço [apg@cnpq.br](mailto:apg@cnpq.br) e, preferencialmente, em formato .pdf.

Esta autorização está vinculada às informações, declarações e termos de compromisso firmados pelo coordenador do projeto e pelo representante legal, constantes do Processo nº 010004/2015-7. Atividades de acesso aos conhecimentos tradicionais associados, de acesso e de remessa de componente do patrimônio genético com finalidade comercial, aplicação industrial, bioprospecção ou desenvolvimento tecnológico não estão autorizadas.

Caso seja identificado uso econômico de produto ou processo, passível ou não de proteção intelectual, originado das amostras de componente do patrimônio genético acessado no âmbito desta autorização, a instituição beneficiada se compromete a adotar as providências cabíveis, nos termos da legislação vigente, junto ao CGEN/MMA.

Se ocorrer coleta de espécie não autorizada ou não identificada, deverá ser observado o que consta no Decreto nº 6.514, de 22/07/2008, no que refere à flora e fauna, e em particular sobre espécies ameaçadas de extinção ou de endemismo estrito.

A remessa de amostra de componente do patrimônio genético deverá ser precedida da assinatura do Termo de Transferência de Material (TTM) ou do Termo de Responsabilidade para Transporte de Amostra de Componente do Patrimônio Genético (TRTM). A remessa para instituições nacionais está isenta de autorização prévia. Contudo, a remessa para instituições sediadas no exterior depende de autorização prévia do CNPq, nos termos das resoluções do CGEN 15/2004 e 20/2006. Os modelos dos termos, assim como as citadas resoluções, estão disponíveis em <http://www.cnpq.br/web/guest/remessa-e-transporte> e devem ser enviados ao CNPq em meio eletrônico para o endereço [apg@cnpq.br](mailto:apg@cnpq.br), preferencialmente em formato .pdf. Ainda, para a remessa de componente do patrimônio genético para instituição sediada no exterior, deverá ser solicitada ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, por meio de formulário específico e mediante a apresentação de TTM ou TRTM, licença de exportação complementar a autorização de remessa, especialmente quando se tratar de remessa de espécies constantes nos Anexos da Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (Cites).

Brasília, 07 de Janeiro de 2015

Marcelo Marcos Morales

Diretor de Ciências Agrárias, Biológicas e da Saúde

*Para visualizar a versão digital da Autorização de Acesso e de Remessa de Amostra de Componente do Patrimônio Genético, V.Sa. poderá utilizar a ferramenta disponibilizada pelo CNPq para esse fim na página <http://servicosweb.cnpq.br/visualizador/> e informar o número do protocolo 3425834357251855 para recuperá-la do banco de dados do CNPq, ou poderá selecionar o arquivo salvo em seu computador (em formato PKCS7). V.Sa. pode também usar outro aplicativo disponível no mercado capaz de reconhecer arquivos no padrão PKCS7 para fazer a visualização e extração do documento.*