

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

HELLEN ABREU



CURITIBA

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

HELLEN ABREU

ESTUDO NUTRICIONAL, FITOQUÍMICO E BIOLÓGICO DO “JARACATIÁ”

(*Jacaratia spinosa* (Aubl.) A. DC)

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção de Qualificação ao grau de Mestre em Alimentação e Nutrição, No Curso De Pós-Graduação em Segurança Alimentar e Nutricional, Setor De Ciências Da Saúde, Universidade Federal Do Paraná.

Orientadora: Dr<sup>a</sup> Sila Mary Rodrigues Ferreira  
Coorientador: Dr<sup>o</sup> Obdulio Gomes Miguel

CURITIBA

2015

Abreu, Hellen

Estudo nutricional, fitoquímico e biológico do “Jaracatiá” (*Jaracatia spinosa* (Aubl) A. DC. / Hellen Abreu – Curitiba, 2015.

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

Orientadora: Professora Dra. Sila Mary Rodrigues Ferreira

Coorientador: Professor Dr. Obdulio Gomes Miguel

Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Segurança Alimentar e Nutricional, Setor de Ciências da Saúde. Universidade Federal do Paraná. 2015.

Inclui bibliografia

1. *Jaracatia spinosa*. 2. Análise físico-química. 3. Fitoquímica. 4. Toxicidade. I. Ferreira, Sila Mary Rodrigues. II. Miguel, Obdulio Gomes. III. Universidade Federal do Paraná. IV. Título.

CDD

583.46

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**  
Setor de Ciências da Saúde  
Programa de Pós-Graduação em Segurança Alimentar e Nutricional

**EXAME DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Hellen Abreu**

Titulo: "ESTUDO NUTRICIONAL, FITOQUÍMICO E BIOLÓGICO DO JARACATIÁ (*Jacaratia spinosa* (Aubl.) A. DC)"

**PARECER**

A Banca de Defesa, reunida nesta data nas dependências do Setor de Ciências da Saúde, Campus Botânico, da Universidade Federal do Paraná, composta pelos seguintes membros: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sila Mary Rodrigues Ferreira, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marilis Dallarmi Miguel, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cláudia Carneiro Hecke Kruger, após análise da dissertação e arguição com a mestrande, a banca aprovou a referida dissertação como requisito parcial para a obtenção de grau de Mestre em Segurança Alimentar e Nutricional, no Programa de Pós-Graduação em Segurança Alimentar e Nutricional.

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sila Mary Rodrigues Ferreira

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marilis Dallarmi Miguel

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cláudia Carneiro Hecke Kruger



Curitiba, 28 de julho de 2015.

Dedico este trabalho à minha mãe, Maria Sirlei Pereira, ao meu pai, Xiston Cesar de Abreu, às minhas irmãs Sybele e Hemily, e às minhas tias, Célia e Eliane, com grande carinho.

## **AGRADECIMENTOS**

*À Deus*

*À Família*

*Imensa gratidão pelo incentivo, apoio, aprendizado científico e de vida aos*

*Professores:*

*Juliana Vitória Messias Bittencourt*

*Sila Mary Rodrigues Ferreira*

*Obdúlio Gomes Miguel*

*Marilis Dalarmi Miguel*

*Carmen Lúcia Weller*

*Maria Helena Nascimento Ribas*

*Josiane Gáspari Dias*

*Marcia Beux*

*Por todo apoio técnico, força e companheirismo, agradecimento aos Técnicos:*

*Jair José de Lima*

*Paulo Sérgio Diniz*

*Por toda solidariedade, ensinamento, dedicação e doação das amostras de*

*Jaracatiá, aos caros amigos da Fazenda Bimini:*

*Daniel Stedler, seus filhos Endi e Ere, e sua mãe dona Ruth*

*Aos Professores e amigos da ESALQ - USP, com os quais aprendi muito enquanto  
aluna especial, pela amizade, solidariedade e por serem também responsáveis por  
me manterem ainda mais apaixonada pela Ciência e Tecnologia em Alimentos, e*

*motivada a seguir a carreira acadêmica*

*Claudio Lima de Aguiar*

*Severino Mathias de Alencar*

*Pedro Ivo Rosalen*

*Maria Cecília (Gloss)*

*Ao Biólogo Osmar dos Santos Ribas pelas informações, identificação e depósito do  
exemplar*

*Ao Professor Édison Miglioranza da Universidade Estadual de Londrina pela atenção  
e informações fornecidas sobre o jaracatiá*

*Aos amigos acadêmicos graduandos, mestrandos, doutorandos, e pós doutorandos,  
meus sinceros agradecimentos pela Amizade, que tenho certeza, levo para toda  
Vida.*

*Samanta Golin*

*Camila Freitas de Oliveira*

*Vinícius Bednarcuk Oliveira*

*Francis José Zórtea Mirino*

*Mariana Amábile*

*Fernanda Guns Neto*

*Louise Turcanel*

*Darla Silvério*

*Camila Polakowski*

*Bruna Caroline Camargo*

*Angela Souza*

*Daniela Ferron*

*Lucimara Hackbarth*

*Cristiane Fagundes*

*Mariana Saragioto Krauze*

*Beatriz Cristina Konopaztki Hirota*

*Isabel Christina*

*Emannuele Valentin*

*Giovana Regina Ferreira*

*Mariana Pereira Milani*

*Maislian de Oliveira*

*Às minhas colegas de AP*

*Ana Cláudia Ribeiro*

*Miriã Santiago Nunes*

*Ao Programa de Pós Graduação em Alimentação e Nutrição e ao Programa de Pós  
Graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal do Paraná*

*Capes Cnpq*

*À Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

*À Universidade Federal do Paraná*

*"Aqui aprendi o significado da palavra Amizade".*

**"As mais altas árvores são oriundas de minúsculas sementes"**

Chico Xavier

## RESUMO

O *Jacaratia spinosa* (Aubl) A.DC. também conhecido como jaracatiá é uma planta nativa da Mata Atlântica, com reconhecida importância para o equilíbrio do ecossistema e sua biodiversidade. O aproveitamento do jaracatiá e seus derivados introduz a possibilidade de retorno econômico, social e ambiental. Desta forma, o presente estudo tem por objetivo o estudo das características físicas, físico-químicas, fitoquímicas, biológicas e possivelmente toxicológicas do fruto. Para tanto, foram coletados frutos na Fazenda Bimini, Km7 da PR170, na cidade de Rolândia – PR e transportados até o laboratório de Tecnologia de Alimentos do Departamento de Nutrição da UFPR. Os frutos foram classificados conforme o estágio de maturação; estágio verde, completamente verde; estágio pintado, apresentando pelo menos 30% de coloração amarela; e maduro, com pelo menos 75% da casca apresentando coloração laranja. Cem frutos (5 Kg) maduros foram selecionados aleatoriamente para análise física em quintuplicata. Os frutos foram descascados, as partes separadas (casca, sementes e polpa), conforme seu estágio de maturação e encaminhadas para a realização das análises físico-químicas *in natura*. Posteriormente, a polpa madura foi congelada, liofilizada e encaminhada para extração com etanol absoluto, cetona, e solução hidroalcoólica 70%, sendo todos os extratos fracionados com solventes de polaridade crescente (hexano, clorofórmio, acetato de etila). Os extratos e frações foram submetidos à análises para avaliação de atividade biológica (DPPH, fosfomolibdênio, doseamento de polifenóis, toxicidade frente à *Artemia salina*, hemólise). As análises de umidade, cinzas, pH, acidez, açúcares totais, lipídeos, fibras, proteínas e sólidos solúveis totais tiveram seus resultados tratados estatisticamente com ANOVA e teste de Duncan, ao nível de 5%, no Programa SPSS® versão 20.0. O Jaracatiá possui em média 45g, 5,8 cm de comprimento e 3,7 cm de diâmetro, sendo o peso da polpa proporcional a 38,6%, casca 25,14% e as sementes 19,14% do peso total da fruta. A polpa do Jaracatiá, no seu estágio maduro possui 80% de umidade, 1,21% de cinzas, um pH de 4,46; teor de açúcares de 9,3%, com um conteúdo proteico alto de 3,1 e o teor de fibras alimentares de 4,11%, bem como quantidade considerável de carotenoides. O valor energético do fruto foi calculado, obtendo-se 51,5 Kcal/g na polpa madura. Os resultados indicam que um fruto fonte de fibras. O estágio de maturação influencia significativamente na composição centesimal da polpa e da casca de jaracatiá, inclusive no teor de carotenóides. Dessa forma, a separação dos frutos segundo o grau de amadurecimento torna-se fator importante diante da definição de uso e processamento do fruto. O estudo fitoquímico revela a presença de esteroides glicosados. O fruto possui atividade antioxidante e é classificado como um fruto de médio conteúdo de fenólicos totais. O teste de toxicidade apresenta capacidade hemolítica em eritrócitos, confirmando a toxicidade preliminar do fruto.

Palavras-chave: *Jacaratia spinosa*, análise físico-química, fitoquímica, toxicidade

## ABSTRACT

The *Jacaratia spinosa* (Aubl) A.DC. also known as jaracatia is a native plant of the Atlantic Forest, with major importance for the balance of the ecosystem and its biodiversity. The use of jaracatia and derivatives introduces the possibility of economic, social and environmental return. Thus, this study aims to study the physical, physico-chemical, phytochemical, biological and toxicological possibly fruit. Therefore, fruits were collected at Fazenda Bimini, KM7 of PR170 in the city of Rolândia - PR and transported to the Food Technology Laboratory of the Department of Nutrition UFPR. The fruits were classified according to the stage of maturation; green stage, completely green; Colored stage, having at least 30% of yellow coloration; and mature, with at least 75% of the shell presenting orange color. One hundred (5 Kg) mature fruits were randomly selected for physical examination in five replications. The fruits were peeled and the separate parts (peel, seeds and pulp) as its maturity stage and sent to carry out physical-chemical analysis in natura. Subsequently, the mature pulp was frozen, lyophilized and forwards for extraction with alcohol, ketone, and 70% aqueous-alcoholic solution, all extracts being fractionated with increasingly polar solvents (hexane, chloroform, ethyl acetate). All extracts and fractions were subjected to analyzes to assess the biological activity (DPPH, fosofomolibdênio, dosing polyphenols, toxicity on *Artemia salina*, hemolysis). Moisture analyzes, ashes, pH, acidity, total sugars, lipids, fiber, protein and total soluble solids had their results statistically treated with ANOVA and Duncan test at 5% in the SPSS program version 20.0. The Jaracatiá has an average 45g, 5.8 cm long and 3.7 cm in diameter, the weight proportion of 38.6% pulp, peel and seeds 25.14% 19.14% of the total weight of the fruit . The pulp of Jaracatiá in its mature stage has 80% moisture, 1.21% ash, pH 4.46; 9.3% sugar content with a high protein content of 3.1 and the dietary fiber content of 4.11%, as well as a considerable amount of carotenoids. The energy value of the fruit was calculated, yielding 51.5 kcal / g in the mature pulp. The results indicate that the maturity stage influences significantly on the chemical composition of the pulp and peel jaracatiá, including the carotenoid content, which is a fruit source of fiber. Thus, the separation of the fruit according to the degree of ripening becomes important factor on the definition of use and processing of the fruit. The phytochemical study reveals the presence of steroids glycation. The fruit has antioxidant activity and is classified as a fruit of high content of phenolic compounds. The toxicity test shows hemolytic capacity of erythrocytes, confirming the primary toxicity of the fruit.

Keywords: *Jacaratia spinosa*, physical-chemical analysis, phytochemical, toxicity

## LISTA DE FIGURAS

|            |  |    |
|------------|--|----|
| FIGURA 1 - | ÁRVORE DE JARACATIÁ ( <i>Jacaratia spinosa</i> (AUBL.) D.C.) - FAZENDA BIMINI.....               | 10 |
| FIGURA 2 - | FLUXOGRAMA PÓS-COLHEITA DO JARACATIÁ.....  | 15 |
| FIGURA 3 - | EXSICATA <i>Jacaratia spinosa</i> (AUBL.) A. DC. ACERVO Nº 374306.....                           | 16 |
| FIGURA 4 - | FRUTOS DO JARACATIÁ COLETADOS: VERDES (A), PINTADOS (B), MADUROS (C).....                        | 17 |
| FIGURA 5 - | PROCESSO DE SEPARAÇÃO (A) FRUTO INTEIRO, (B) SEMENTES, (C) CASCA, (D) POLPA – DO JARACATIÁ ..... | 18 |
| FIGURA 6 - | FLUXOGRAMA DO ESTUDO EXPERIMENTAL DOS FRUTOS DE JARACATIÁ.....                                   | 19 |
| FIGURA 7 - | CARACTERÍSTICAS DAS DIMENSÕES MORFOLÓGICAS (em cm) DO JARACATIÁ.....                             | 20 |
| FIGURA 8 - | ESPECTRO RMN DE <sup>1</sup> H DO ISOLADO DA FRAÇÃO HEXÂNICA.....                                | 49 |
| FIGURA 9 - | ESPECTRO RMN DE <sup>13</sup> C DO ISOLADO DA FRAÇÃO HEXÂNICA.....                               | 51 |
| FIGURA 10- | ESPECTRO AMPLIADO RMN DE <sup>13</sup> C DO ISOLADO DA FRAÇÃO HEXÂNICA.....                      | 52 |
| FIGURA 11- | ESTRUTURA MOLECULAR DO B - SITOSTEROL.....   | 54 |
| FIGURA 12- | ESTRUTURA MOLECULAR DO CAMPESTEROL.....  | 54 |

## LISTA DE TABELAS

|            |  |            |
|------------|--|------------|
| TABELA 1 - | CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO JARACATIÁ NO ESTÁDIO MADURO.....  | 38         |
| TABELA 2 - | COR DA POLPA E DA CASCA DE JARACATIÁ <i>in natura</i> EM TRÊS ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO.....   | 39         |
| TABELA 3 - | CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA POLPA E DA CASCA DE JARACATIÁ <i>in natura</i> .....  | 40         |
| TABELA 4 - | CORRELAÇÃO ENTRE AMADURECIMENTO E CARACTERÍSTICA FÍSICO-QUÍMICA.....   | 42         |
| TABELA 5 - | RENDIMENTO DOS EXTRATOS E FRAÇÕES DA POLPA MADURA DE JARACATIÁ E ESTUDO FITOQUÍMICO PRELIMINAR.....  | 47         |
| TABELA 6 - | DOSEAMENTO DE COMPOSTOS FENÓLICOS DOS EXTRATOS E FRAÇÕES DE JARACATIÁ.....   | 56         |
| TABELA 7 - | ATIVIDADE ANTIOXIDANTE RELATIVA (AAR%) À VITAMINA C E À RUTINA SEGUNDO O ENSAIO DA FORMAÇÃO DO COMPLEXO FOSFOMOLIBDÊNIO DOS EXTRATOS E FRAÇÕES DO JARACATIÁ..... | 58 –<br>59 |
| TABELA 8 - | CONCENTRAÇÃO INIBITÓRIA (IC50) DO EXTRATO CETÔNICO E SUA FRAÇÃO CLOROFÓRMIO DO <i>Jacaratia spinosa</i> (AUBL.) D. C. E DOS PADRÕES VITAMINA C E RUTINA.....     | 62         |
| TABELA 9 - | ATIVIDADE HEMOLÍTICA DO JARACATIÁ ( <i>Jacaratia spinosa</i> (AUBL.) D. C.) .....  | 64         |

## LISTA DE EQUAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| EQUAÇÃO 1 - EQUAÇÃO PARA DETERMINAR O TEOR DE $\beta$ – CAROTENO.....                        | 24 |
| EQUAÇÃO 2 - EQUAÇÃO PARA CÁLCULO DO TEOR DE PROTEÍNAS....                                    | 26 |
| EQUAÇÃO 3 - EQUAÇÃO PARA CÁLCULO DO VET.....   | 27 |
| EQUAÇÃO 4 - EQUAÇÃO DA RETA PARA DETERMINAÇÃO DE EQUIVAENTES EM ÁCIDO GÁLICO.....            | 32 |
| EQUAÇÃO 5 - CÁLCULO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE RELATIVA PELO MÉTODO DE FOSFOMOLIBDÊNIO.....   | 33 |
| EQUAÇÃO 6 - EQUAÇÃO PARA CÁLCULO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE FRENTE AO RADICAL LIVRE DPPH..... | 34 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| GRÁFICO 1 - | CURVA PADRÃO DE ÁCIDO GÁLICO PARA DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS NOS EXTRATOS E FRAÇÕES DE JARACATIÁ.....                   | 56 |
| GRÁFICO 2 - | ATIVIDADE ANTIOXIDANTE RELATIVA (%) AO PADRÃO DE VITAMINA C E RUTINA DOS EXTRATOS E FRAÇÕES DE JARACATIÁ.....                    | 60 |
| GRÁFICO 3 - | CURVAS DOS PADRÕES VITAMINA C E RUTINA PELA REDUÇÃO DO DPPH.....   | 61 |
| GRÁFICO 4 - | ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DOS EXTRATOS E FRAÇÕES DO FRUTO <i>Jacaratia spinosa</i> (AUBL.) D. C. PELA REDUÇÃO DO RADICAL DPPH ..... | 61 |

## LISTA DE QUADROS

|            |   |    |
|------------|---|----|
| QUADRO 1 - | ENQUADRAMENTO TAXONÔMICO DE <i>Jacaratia spinosa</i> .....  | 11 |
| QUADRO 2 - | CÓDIGOS DOS EXTRATOS E FRAÇÕES DE JARACATIÁ.....  | 28 |
| QUADRO 3 - | COMPOSIÇÃO DOS SOLVENTES, DAS FASES MÓVEIS E REVELADORES DA CROMATOGRAFIA EM CAMADA DELGADA REALIZADA PARA EXTRATOS E FRAÇÕES DA POLPA MADURA DE JARACATIÁ..... | 30 |
| QUADRO 4 - | DESLOCAMENTO QUÍMICO NO ESPECTRO DE RMN <sup>13</sup> C - β-SITOSTEROL E CAMPESTEROL.....   | 53 |

## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

% - Por cento

°C - Graus Celsius

µg - Micrograma

µL - Microlitro

µg/mL - Micrograma por mililitro

AAR - Atividade Antioxidante Relativa

ABAP - Cloreto de 2,2'-azo-bis (2-amidinopropano)

AH - Atividade Hemolítica

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

AOAC - Association of Official Agricultural Chemists

AOCS - American Oil Chemists Society

ATCC - American Type Culture Collection

BHT - Butil-hidroxitolueno

C - Carbono

CG-MS - Cromatografia Gasosa Acoplada a Espectrometria de Massas

CIM - Concentração Inibitória Mínima

cm - Centímetro

DL50 - Dose letal 50%

DPPH - 2,2-difenil-1-picril-hidrazil

EAG - Equivalentes de Ácido Gálico

EQE - Equivalentes de Quercetina

g - Grama

H - Hidrogênio

IA - Índice Antioxidante

MDA - Malonaldeído

mg/mL - Miligrama por mililitro

MHz - Megahertz

mL - Mililitro

mL/min - Mililitro por minuto

nm - Nanômetro

pH - Potencial hidrogeniônico

RMN - Ressonância magnética nuclear

SAN - Segurança Alimentar e Nutricional

UV - Ultravioleta

v/v - Volume por volume

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....   | 1  |
| <b>2 OBJETIVO</b> .....   | 3  |
| 2.1. OBJETIVO GERAL.....  | 3  |
| 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                                  | 3  |
| <b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....                              | 4  |
| 3.1 BIODIVERSIDADE E A MATA ATLÂNTICA.....                        | 4  |
| 3.2 O JARACATIÁ ( <i>Jacaratia spinosa</i> ) E O ECOSSISTEMA..... | 6  |
| 3.2.1 O Jaracatiá na Fazenda Bimini .....                         | 9  |
| 3.3 CLASSIFICAÇÃO TAXONÔMICA.....                                 | 11 |
| 3.4 FAMÍLIA CARICACEAE .....                                      | 11 |
| <b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....                                 | 14 |
| 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO .....                                | 14 |
| 4.2 CARACTERÍSTICA DA COLETA E DA AMOSTRA.....                    | 14 |
| 4.3 PÓS-COLHEITA.....   | 17 |
| 4.4 ANÁLISES.....   | 19 |
| 4.4.1 Caracterização Física.....                                  | 20 |
| 4.4.1.1 Cor.....  | 20 |
| 4.4.2 Análises físico-químicas .....                              | 21 |
| 4.4.2.1 Umidade .....   | 21 |
| 4.4.2.2 Cinzas .....  | 21 |
| 4.4.2.3 Sólidos Solúveis Totais .....                             | 22 |
| 4.4.2.4 Potencial Hidrogeniônico.....                             | 22 |
| 4.4.2.5 Acidez titulável .....                                    | 22 |
| 4.4.2.6 Açúcares totais .....                                     | 23 |
| 4.4.2.7 Carotenoides .....  | 24 |
| 4.4.2.8 Lipídeos totais .....                                     | 25 |
| 4.4.2.9 Proteína bruta .....                                      | 25 |
| 4.4.2.10 Fibras alimentares.....                                  | 26 |
| 4.4.2.11 Valor Energético Total .....                             | 27 |
| 4.5 ESTUDO FITOQUÍMICO.....                                       | 27 |
| 4.5.1 Extração e fracionamento.....                               | 28 |

|   |    |
|---|----|
| 4.5.2 Estudo fitoquímico preliminar .....   | 29 |
| 4.5.2.1 Cromatografia em Camada Delgada (CCD).....                                | 29 |
| 4.5.3 Isolamento e identificação dos constituintes metabólitos .....              | 30 |
| 4.5.4 Doseamento de compostos fenólicos.....                                      | 31 |
| 4.5.5 Atividade antioxidante .....  | 32 |
| 4.5.5.1 Formação do complexo fosfomolibdênio .....                                | 32 |
| 4.5.5.2 Redução do radical DPPH.....  | 33 |
| 4.5.5 Estudo toxicológico .....   | 34 |
| 4.5.5.1 Atividade hemolítica .....  | 35 |
| 4.5.5.2 Avaliação Da Toxicidade Frente À <i>Artemia salina</i> .....              | 36 |
| 4.5.5.2.1 Eclosão dos ovos .....  | 36 |
| 4.5.5.2.2 Avaliação da toxicidade.....  | 36 |
| 4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....  | 37 |
| <b>5 RESULTADOS</b> .....   | 38 |
| 5.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA.....  | 38 |
| 5.1.1 Cor.....  | 39 |
| 5.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS .....  | 40 |
| 5.3 CARACTERIZAÇÃO FITOQUÍMICA.....   | 46 |
| 5.3.1 Rendimento de extratos, frações e identificação dos grupos metabólitos..... | 46 |
| 5.3.2.1 Metabólitos identificados .....   | 48 |
| 5.3.3 Doseamento de compostos fenólicos.....                                      | 55 |
| 5.3.4.2 Capacidade antioxidante frente ao radical livre DPPH•.....                | 60 |
| 5.5 AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE .....   | 63 |
| 5.5.1 Avaliação da toxicidade frente à <i>Artemia salina</i> .....                | 63 |
| 5.5.2 Atividade hemolítica .....  | 63 |
| <b>6 CONCLUSÃO</b> .....  | 66 |
| <b>7 REFERÊNCIAS</b> .....  | 67 |

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país continental e mais biodiverso do planeta, na extensão de seu território há também grande diversidade sociocultural (BRASIL, 2009). O jaracatiá (*Jacaratia spinosa*) é uma espécie nativa da Mata Atlântica, com potencial econômico, social e ambiental ainda não explorado. As comunidades locais que utilizarem o fruto para seu sustento terão a oportunidade de explorar sustentavelmente a espécie, agregando valor e incentivando assim a preservação. Além de ser uma árvore nativa, é também uma das espécies indicadas para a recuperação de áreas degradadas, ou seja, indicada para reflorestamento; e também planejamentos agroecológicos, pois se adapta às áreas abertas, sem proteção de outras árvores e com resistência às geadas e iluminação direta (LORENZI, 1992; LIMA e PIRANI, 2002; PACTO, 2009).

O jaracatiá no ecossistema serve como alimento, abrigo para outras espécies, e pode ter grande significado para produtores agroecológicos, ou agricultores familiares, e comunidades tradicionais, que tem como fonte de renda o que cultivam e preservam, promovendo melhoria da qualidade de vida e do ambiente, valorizando suas práticas e saberes (LEFF, 2002).

A pesquisa e o desenvolvimento devem ser incentivados e promovidos, pois é essencial o reconhecimento da riqueza sociobiológica do país, tendo em vista o papel que uma espécie pode representar para uma nação, como o Brasil, que traz em seu nome a representação de sua dádiva, a Natureza, que por séculos movimentou a economia e a forma de vida de um povo. Mas, o mais importante que explorar uma espécie é saber como explorá-la, pois diante de um histórico de devastação e atual risco de extinção de diversas formas de vida, sabe-se comprovadamente a importância da gestão socioeconômica integrada ao ciclo natural do meio ambiente.

O fruto pode ser explorado gastronomicamente, por seu sabor único e característica exótica. Sobre a espécie, existem poucos estudos que explorem suas propriedades funcionais, e elucidem o completo potencial como alimento e/ou produto farmacológico para a sociedade e para o ambiente. Pesquisas sobre a qualidade do alimento, bem como a investigação toxicológica são indicadas para

garantir o consumo seguro do fruto como produto alimentício ou farmacológico (BEDNARCZUK *et al.*, 2010).

Esta espécie alimentícia não convencional, que pode ser utilizada para preparo de doces, como hortalíça ou para extração de papaína, pertence à família Caricaceae, e é considerado um mamão (KINUPP, 2007; PROSPERO, 2010). Logo, supõe-se que o jaracatiá tenha composição e propriedades semelhantes aos outros membros desta família, como à *Carica papaya*, com a presença de compostos bioativos, como os carotenoides, que são precursores da vitamina A e marcadores da qualidade nutricional dos alimentos (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001; KIMURA E RODRIGUEZ-AMAYA, 2002; SCHWEIGGERT *ET AL.*, 2011; MERTZ, 2009).

O presente estudo investiga a qualidade dos frutos de jaracatiá (*Jaracatia spinosa*), por meio de análises físicas, de sua composição nutricional, propriedades fitoquímicas, biológicas e possível ação tóxica, visando à utilização dos frutos num contexto tecnológico e de sociobiodiversidade, como um produto que integra um sistema sustentável de promoção à Segurança Alimentar e Nutricional.

## 2 OBJETIVO

### 2.1. OBJETIVO GERAL

Realizar o estudo das características físicas, físico-químicas, fitoquímica e toxicológica do jaracatiá (*Jacaratia spinosa* (Aubl.) A. DC).

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar estudo sobre o aspecto físico dos frutos da espécie *Jacaratia spinosa* no estágio maduro
- Realizar estudo sobre a característica físico-química da polpa e da casca da espécie *Jacaratia spinosa* em três estágios de maturação
- Realizar estudo sobre a característica fitoquímica e identificação de compostos na polpa de jaracatiá no estágio maduro
- Realizar estudo antioxidante da polpa de jaracatiá no estágio maduro
- Verificar a possível toxicidade preliminar dos extratos da espécie *Jacaratia spinosa* no estágio maduro

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 BIODIVERSIDADE E A FLORESTA ATLÂNTICA

O Brasil é considerado o país mais biodiverso do planeta abrigando 20% de toda a biodiversidade. Faz parte desta biodiversidade a maior floresta tropical (Amazônica) e dois dos dezenove *hotspots* mundiais (bioma com alto índice de espécies endêmicas com alto grau de ameaça pela atividade humana) – A Floresta Atlântica e o Cerrado (BLANES, 2004; GANEM, 2011).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (1992), e o Decreto Federal 750/93, definem que a Mata Atlântica corresponde à áreas primitivamente ocupadas pelas formações vegetais constantes do Mapa de Vegetação do Brasil (IBGE, 2004). A Mata Atlântica é formada originalmente por uma cobertura florestal praticamente contínua nas regiões sul, sudeste e, parcialmente, nordeste e centro-oeste, designadas: Floresta Ombrófila Densa Atlântica, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, manguezais, restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encraves florestais do Nordeste. A Mata Atlântica ocupa uma extensa área do litoral brasileiro (Rio Grande do Sul ao Rio Grande do Norte), e centenas de quilômetros que adentram o Estado do Paraná - composto por Florestas Estacionais Deciduais e Semideciduais (CONAMA, 1992; IBGE, 2004).

A conscientização da população sobre ecossistemas e biodiversidade é fundamental para enfrentar os desafios da sustentabilidade. Atualmente, existem 7 bilhões de pessoas no mundo, e até 2050 prevê-se 9 bilhões. Na região da Mata Atlântica vivem cerca de 120 milhões de pessoas, ou seja, aproximadamente 65% da população brasileira. Portanto, ações de promoção ao Meio Ambiente se fazem mais que necessárias e devem ser consideradas em tomadas de decisão, pois é fonte de recursos, e abrigo para muitos seres vivos, assim sua importância ambiental e econômica é evidente para a sociedade. A Mata Atlântica é o bioma mais afetado pela perda e fragmentação de habitat, sendo também uma das áreas de maior prioridade para conservação do planeta (FAO, 2003<sup>a</sup>; SECRETARIADO, 2010; GANEM, 2011).

Economicamente, o investimento em ações de promoção à atividade integrada ao meio ambiente pode representar redução de um custo de US \$ 4.5 trilhões anuais que são perdidos com o desmatamento e a degradação florestal. O investimento de US\$45 bilhões anuais nestas ações, reduziria as perdas numa proporção de 100 para 1 (SECRETARIADO, 2010; MAY, 2008).

No percurso histórico de desenvolvimento do nosso país, a Mata Atlântica, região de fartas condições para a sobrevivência, como uma região própria para habitação, alimentação, cultivos agropecuários foi explorada e ao mesmo tempo devastada. A Mata Atlântica, antes tomadora de 1,2 milhão de Km<sup>2</sup>, chega à atualidade a apenas 7% do que um dia representou (CNRBMA, 2003).

O Brasil em nome do desenvolvimento promoveu a exploração de seus recursos exaustivamente, em contrapartida deixou uma herança de destruição dos ecossistemas. A sociedade de consumo foi imposta como modelo em nome do desenvolvimento, e os responsáveis pela ruína ambiental do planeta promovem discursos onde alegam que a responsabilidade é de todos; porém 20% da humanidade são responsáveis por 80% das agressões à natureza. Estes 20% justificam que para haver desenvolvimento é necessário haver destruição e vice-versa, caracterizando um ciclo de devastação. Porém, o retorno deste desenvolvimento é apenas para estes 20%, e há prejuízo para os outros 80%, sendo o crescimento financeiro de uns, não representativo do desenvolvimento de todos (GALEANO, 1971). Assim como cita Eduardo Galeano:

“A civilização, que confunde os relógios com o tempo, o crescimento com o desenvolvimento, e o grandalhão com a grandeza, também confunde a natureza com a paisagem, enquanto o mundo, labirinto sem centro, dedica-se a romper seu próprio céu.”

A perda de biodiversidade é um fenômeno silencioso, sendo que a extinção de uma espécie é resultante de um processo de degradação ou de desaparecimento integral de habitat. A perda ou inserção de uma espécie afeta a disponibilidade de alimentos para várias outras, ocasionando alterações irreversíveis na estrutura da comunidade (PACTO, 2009; GANEM, 2011).

O desenvolvimento de órgãos públicos e ações governamentais devem além de fortalecer-se para preservar o que resta da Floresta Atlântica, também promover sua recuperação. O desenvolvimento de ações governamentais não é suficiente por si só para corresponder tamanha responsabilidade, é necessário engajar-se com princípios, e sensibilizar todos os atores envolvidos para atingir algum sucesso.

O comprometimento dos que estão diretamente envolvidos no processo político de instauração dos planos e metas ambientais precisa ser evidente, levando não só a sensibilização, mas a motivação e mobilização de toda a sociedade.

A Mata Atlântica que abriga milhões de vidas, pode se tornar apenas um histórico geológico do que foi um dia (BLANES, 2004). A ação humana, que degrada o meio ambiente, transforma riqueza em miséria, comprometendo todas às gerações por vir. E o Brasil que é Grande pela própria natureza, não mais espelhará esta grandeza, e não haverá glória no passado que traga paz no futuro.

### **3.2 O JARACATIÁ (*Jacaratia spinosa*) E O ECOSISTEMA**

O *Jacaratia spinosa* é uma árvore frutífera nativa da Mata Atlântica, relatada em literaturas, como Geografia da Fome de Josué de Castro (1940); e Tratado Descritivo sobre o Brasil, de Gabriel Soares de Souza (1587); sendo também conhecida como jaracatiá, mamão-bravo, mamãozinho do mato, chumburu, e jacacatia (CASTRO, 1940; SOUZA, 1587). Souza (1587) é a primeira obra literária a descrever o jaracatia, as formas do fruto e também como comê-lo, retirando cascas e sementes (PROSPERO, 2010).

Há ocorrência de exemplares no Amapá, Pará, Bahia, Espírito Santo, Sergipe, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro e no Rio Grande do Sul (LIMA E PIRANI, 2002). O jaracatiá é considerado uma planta pioneira dioica antrópica, devido seu crescimento rápido e desempenho similar às pioneiras quando utilizadas para regeneração de áreas (MORAES, *et al.* 2005). As plantas pioneiras são conhecidas por sua capacidade de ocupar áreas recém-perturbadas, onde as condições ambientais favorecem a germinação (MARTINEZ-RAMOS, 1985).

Observa-se que a ocorrência natural do jaracatiá é baixa, assim como é possível verificar no trabalho de Oliveira-Filho *et al.* (2001), onde a composição

arbórea de um fragmento florestal estacional semidecidual no Sudeste do Brasil, município de Martinho Campos, Estado de Minas Gerais, tinha apenas um exemplar da espécie, com aproximadamente 7,5m de altura. Assim como Tranbaquini, *et al.*, 2007, que em seu trabalho de análise espacial do jaracatiá no Norte do Paraná – Ibioporã, Cambé, Londrina e Arapongas - evidenciam a baixa densidade absoluta e a baixa dominância absoluta do jaracatiá, onde em 1019,61 hectares pesquisados foram encontrados apenas 45 indivíduos. Estes resultados são justificados pela perturbação antrópica, que pode inclusive, levar à extinção local da espécie (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 2001).

O jaracatiazeiro é ornamental, possui um tronco cônico, grosso e espinhento. Sua folhagem é brilhante e simétrica, suas flores e frutos são aromáticos e delicados, de coloração viva e aparente, toda sua estrutura (caule, frutos, folhas e tronco) lactescente caracteriza uma defesa natural. Os frutos tem massa média aproximada de 61,48g e o comprimento/ largura 6,53/ 3,44 cm, apresentando cerca de 6,69g de fibras totais/ 100g do fruto, sendo considerado como fruto com alto teor de fibras (KINUPP, 2007; PROSPERO, 2010).

Na composição bioquímica do cerne do jaracatiá foram encontradas concentrações expressivas de aminoácidos essenciais e açúcares. O cerne ou caule já é apreciado pela população, como ingrediente principal na fabricação de doces, inclusive em propriedades rurais. Sendo fonte de aminoácidos essenciais, sua introdução na alimentação humana ou mesmo para produção de rações animais deve ser incentivada (AGUIAR *et al.*, 2012).

A forma de acumulação de açúcar no cerne é semelhante à forma de acumulação de açúcar em cana-de-açúcar, o que explica o teor encontrado de 10,64% de sacarose em matéria seca, e de 7,1% de açúcares redutores também de matéria seca, bem como 23,77% da matéria seca sendo constituída por açúcares solúveis e 3,03% de amido (AGUIAR *et al.*, 2012).

Este fruto nativo da floresta atlântica, ainda desconhecido comercialmente, de forma geral; é raras vezes encontrado naturalmente. A fim de otimizar sua utilização o cultivo deve ser incentivado para aproveitamento agroindustrial, paralelamente a estudos que elucidem suas propriedades. Apesar de dados científicos (AGUIAR *et al.*, 2012; PROSPERO, 2012) confirmarem seu alto teor de fibras e sua semelhança à composição de açúcares com a cana-de-açúcar, a utilização do jaracatiá como alimento ainda não é bem explorada.

A conciliação entre a sustentabilidade na produção de alimentos e sustentabilidade ambiental é característica do contexto agroecológico (STEENBOCK, 2013). No Sul da Bahia, o jaracatia é uma das árvores que são nativas da Mata Atlântica, e conservadas devido sua utilidade natural neste ecossistema, pois o sistema agroecológico de produção do cacau cabruca é protegido por árvores de maior porte que dão sombra e reduzem o déficit hídrico e os ataques de insetos e pragas ao cacau (MAY *et al.*, 2008).

O desenvolvimento de sistemas agroalimentares provém de sua trajetória histórica de produção e cultivo, baseado em culturas locais, de povos tradicionais, e além de uma forma técnica de produção, e diz respeito a todo um contexto humano integrado à natureza, ou seja, possui uma base social, ecológica e cultural. Schmitt (2011) explora em sua teoria a aproximação entre a produção de alimentos e o consumo, argumenta que para restabelecer estes laços considerando a questão socioambiental, e recharacterizando o espaço e o modo de cultivo, são necessários esforços que busquem compreender o contexto atual de atividade agrícola predatória do meio ambiente, e estruturar mercados locais que viabilizem produção e consumo, com objetivos de renovação dos processos ecológicos, fazendo uso dos instrumentos de políticas públicas para uma construção social.

Compreender as atividades agrícolas predatórias do meio ambiente implica dizer que este provém muitas vezes de um sistema consumista, que consome intensamente não só as fontes minerais do solo, mas também a sociedade, a cultura, o ecossistema.

A cada inclusão de um novo produto no mercado gera uma nova cadeia de produção e consumo, bem como giro de capital, independente da origem ou natureza desse produto. Dentro deste sistema espera-se inserir o jaracatiá e seus derivados, as expectativas provenientes deste sistema agroalimentar que pode gerar mercados locais, integrados a programas e políticas que incentivam e promovem à Segurança Alimentar e Nutricional.

Para os pequenos produtores, como os agricultores familiares, ou os indígenas e outros povos tradicionais que cultivam a terra para sua própria subsistência, esta pode representar uma nova fonte de recursos. A utilização desta fruta introduz possibilidade de retorno econômico, social e ambiental, tornando o jaracatiá um produto da sociobiodiversidade.

### 3.2.1 O Jaracatiá na Fazenda Bimini

*" Na ilha Bimini  
Brota a mais querida fonte;  
Da preciosa nascente  
Jorra a água do rejuvenescimento."*

Bimini, segundo poema de Heinrich Heine (1797 – 1856), é o nome de uma ilha encantada onde brota a fonte da eterna juventude (SCHÖNLANK, 1926). Em 1936, à procura de um lugar especial, os imigrantes alemães Hans e Hildegard Kirchheim (avós do coordenador do projeto, Daniel Steidle) chegaram ao Brasil. A mata no Norte do Paraná derrubada se transformou em roça de café, e surgiu a Fazenda Bimini.

A história da transformação de europeus urbanos em agricultores brasileiros se baseou na descrição do ambiente encontrado. Uma carta de 1936 (trecho abaixo) relata a “visão” dos avós diante o ambiente descoberto.

*“Devagarzinho a mata se afasta de nós e, apesar do terror que as pessoas têm de morar no meio do mato, sentimos por cada árvore bonita que tem que cair”.*

O histórico da família e a percepção da importância de entender melhor um ambiente profundamente modificado, leva a segunda e terceira geração de proprietários da fazenda a iniciarem, em 1997, um trabalho voluntário de “Educação Ambiental Não Formal”. Em média são atendidos anualmente quatro mil visitantes de diversas partes do mundo.

Na Fazenda Bimini, que possui um Arboreto Botânico de aproximadamente 1 hectare, localizado na PR 170, Km 7, conduzido em parceria com a Embrapa-Florestas, sob a orientação do Doutor Paulo Ernani Ramalho Carvalho, o Jaracatiá é preservado - Figura 1. No arboreto existem três jaracatiazeiros de grande porte (aproximadamente 15 metros de altura e 2,10 metros de diâmetro à altura do peito), que são preservadas junto à outras espécies nativas - como Pau-Marfim (*Balfourodendron riedelianum*); Pau-Jacaré (*Piptadenia gonoacantha*); Jenipapo (*Genipa americana* L.); Jequitibá-Rosa (*Cariniana legalis*); Urucum (*Bixa orellana* L.);

Buriti-do-Paraná (*Trithrinax brasiliensis*); Figueira Branca (*Ficus glabra*) e também exóticas como a Sassafras (*Sassafras albidum*); entre tantas outras, totalizando aproximadamente 300 espécies - representando inúmeras utilidades e serviços às sociedades humanas, como por exemplo alimentação, medicina, madeira, energia, óleos essenciais, corante, apicultura, ornamentação e ambiental (CARVALHO, 2006).



FIGURA 1 - ÁRVORE DE JARACATIÁ (*Jacaratia spinosa* AUBL. D.C.) - FAZENDA BIMINI  
Fonte: A Autora

### 3.3 CLASSIFICAÇÃO TAXONÔMICA

A espécie *Jacaratia spinosa* (Aubl) A.DC., referenciada por V. M. Badillo (1971), pertence ao gênero *Jacaratia* ao lado de mais seis espécies aceitas atualmente. Constitui o quadro da família Caricaceae, uma das 406 famílias de plantas angiospérmicas, com presença reprodutiva de flores.

O quadro 1 abaixo mostra mais detalhadamente os níveis de organização taxonômica deste exemplar:

|           |                             |
|-----------|-----------------------------|
| CLASSE    | Equisetopsida C. Agardh     |
| SUBCLASSE | Magnoliidae Novák ex Takht. |
| ORDEM     | Rosanae Takht.              |
| SUBORDEM  | Brassicales Bromhead        |
| FAMÍLIA   | Caricaceae Dumort.          |
| GÊNERO    | <i>Jacaratia</i> A. DC.     |
| ESPÉCIE   | <i>J. spinosa</i>           |

QUADRO 1 - ENQUADRAMENTO TAXONÔMICO DE *Jacaratia spinosa*  
 FONTE: TRÓPICOS (2013)

### 3.4 FAMÍLIA CARICACEAE

A família das caricaceaes é constituída por 43 espécies aceitas oficialmente. Essas espécies pertencem a seis gêneros específicos: *Carica*, *Cylicomorpha*, *Jacaratia*, *Jarilla*, *Papaya*, *Vasconcellea*. O gênero *Carica* possui 23 nomes de espécies aceitos, sendo a espécie *Carica papaya* a representante da família devido sua popularidade e alto consumo; o gênero *Jacaratia* possui 7 espécies, dentre estes o *Jacaratia spinosa* (Aubl.) A. DC. (TROPICOS, 2013; FAOSTAT, 2010).

As caricaceaes ocorrem naturalmente em regiões tropicais e subtropicais, são também altamente produtivas e excelente fonte nutricional de vitamina C, vitamina A, e antioxidantes. Sua aceitabilidade é alta, bem como seu consumo, pois as características de sabor e odor são agradáveis ao paladar, sendo produzido cerca de 6,8 milhões de toneladas por ano de mamão papaya, produção esta que gera

demanda e ocupação de mão de obra nas regiões produtoras, e conseqüentemente benefícios socioeconômicos. O Brasil é atualmente o maior produtor, e portanto desfruta desta dádiva (SERRANO; CATTANEO, 2010; NUNES *et al.*, 2010; FAOSTAT, 2010).

Parte da boa aceitação sensorial é creditada à compostos fitoquímicos, como a composição aromática e fenólica características das caricaceae, além de outros que enriquecem a planta como os polissacarídeos, os minerais, as enzimas, glicosídeos, saponinas, flavonoides e fitoesteróis (LIM *et al.*, 2007; ALMORA *et al.*, 2004; FUGGATE *et al.*, 2010). Os compostos fenólicos tem atividade biológica anti-radical, atuando contra a oxidação e o desenvolvimento de microrganismos, assim além do provável efeito benéfico à saúde atribuído aos compostos antioxidantes, a atividade antimicrobiana contribui para o desenvolvimento de novas tecnologias no combate a patógenos (SAEED *et al.*, 2014). A composição aromática do mamão é extensamente investigada, sendo que já foram encontrados mais de 300 compostos aromáticos (WITHOPF *et al.*, 1997). Todos estes compostos atribuem atividades farmacológicas, como por exemplo o suporte a hidrólise do glúten, para pessoas que são portadoras da doença celíaca (CORNELL; STELMASIAK, 2007).

Uma avaliação comparativa entre duas variedades de mamão recentemente cultivadas na Turquia foi realizada, com o objetivo de analisar os compostos voláteis, fenólicos, açúcares, e os ácidos orgânicos associados a propriedade antioxidante (KALEBEK *et al.*, 2015). Os resultados revelaram sutis diferenças quanto as características físico-químicas, porém a composição de ácido orgânicos e compostos aromáticos demonstra que estes cultivares têm características próprias, e mais uma vez pode-se afirmar que fatores ambientais tem forte influência sobre a composição da fruta.

A família Caricaceae tem como característica a presença de carotenoides, que são pigmentos que dão coloração amarela, laranja e vermelha às plantas e aos alimentos. Sabe-se que, também possuem caráter funcional, pois alguns dos carotenoides são convertidos em vitamina A, enquanto outros possuem atividade biológica antioxidante (SCHWEIGGERT *et al.*, 2011).

A acumulação de carotenoides é gradual durante a maturação do mamão (*Carica papaya*), e assim foi estabelecido um índice de maturação relativa a partir de parâmetros que permitem atribuir perfis de carotenoides à estádios de maturação,

classificando-os em 8 estádios, sendo o estádio RS3 o estádio de colheita, onde não mais que 20% da casca possui coloração amarela (SCHWEIGGERT *et al.*, 2011).

Os carotenoides são estudados há um longo tempo, e acredita-se que o  $\beta$ -caroteno seja um potente pró-vitâmico A, mas estudos recentes a respeito da biodisponibilidade e bioconversão do  $\beta$ -caroteno mostram que o catabolismo talvez não seja desta forma, revelando que outros carotenoides podem ter atividades maiores por ter uma biodisponibilidade e bioconversão maior que o  $\beta$ -caroteno, e deve-se considerar que existem outras causas que afetam a determinação da biodisponibilidade, como fatores dietéticos e fisiológicos (RODRIGUEZ-AMAYA, 2010).

Outras polêmicas surgem conforme aumenta o número de experimentos com alimentos fonte de carotenoides, pois apesar de se conhecer o seu potencial e importância para o consumo, ainda não se encontraram métodos específicos que dimensionem a atividade biológica dos carotenoides. Pois, alimentos muitas vezes ricos em carotenoides não apresentam atividades biológicas, frente a testes de atividade antioxidantes, satisfatórios, mesmo quando as condições de análise são rigorosamente controladas. Sugere-se que mais de uma análise de antioxidantes seja conduzida, acompanhada do doseamento de fenólicos por *Folin-de-Ciocalteu* (RODRIGUEZ-AMAYA, 2010).

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO**

Este é um estudo experimental no qual foi investigado as características físicas, físico-químicas, fitoquímicas, antioxidantes e toxicológicas do jaracatiá (*Jacaratia spinosa* (Aubl) A.DC.), nos laboratórios de análise do Departamento de Nutrição e de Farmácia da Universidade Federal do Paraná – Campus Jardim Botânico, Curitiba – Paraná.

### **4.2 CARACTERÍSTICA DA COLETA E DA AMOSTRA**

A coleta dos frutos foi realizada no dia 10 do mês Fevereiro de 2014 entre 13 horas e 16 horas, na Fazenda Bimini, Rolândia - PR (Coordenadas: 23°14'48"S 51°24'43"W) onde foram coletados aproximadamente 36 quilogramas do fruto de três árvores a uma temperatura ambiente de 30°C. Foi utilizado um coletor de frutos e uma escada para alcance do material. Os frutos sadios que caíram no chão foram também recolhidos.

Os frutos foram coletados em três estádios maturação, sendo: estágio verde, completamente verde; estágio pintado, apresentando pelo menos 30% de coloração amarela; e maduro, com pelo menos 75% da casca apresentando coloração laranja de todas as partes das três árvores. Após a coleta, os frutos foram acondicionados e transportados em caixas de isopor com gelo até o laboratório de Tecnologia de Alimentos do Departamento de Nutrição da Universidade Federal do Paraná – Campus Jardim Botânico, Curitiba-PR. A temperatura foi monitorada e mantida em torno de 7°C.

Após o transporte até os laboratórios foi realizada a limpeza, seleção e classificação dos frutos, que foram processados e analisados conforme o estágio de maturação, assim como mostra a figura 2.

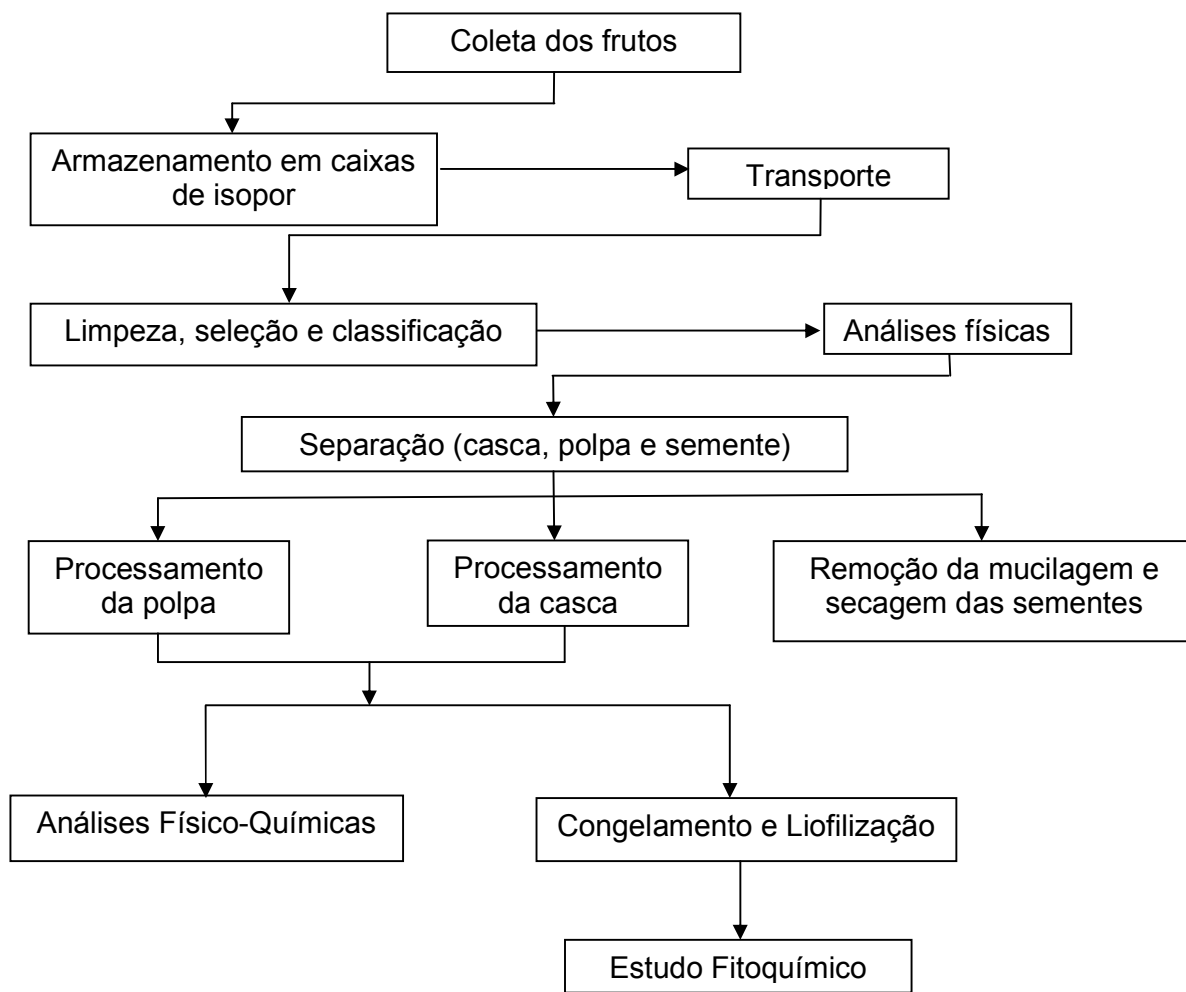


FIGURA 2 - FLUXOGRAMA PÓS-COLHEITA DO JARACATIÁ  
 Fonte: A autora (2015)

A análise física e fitoquímica foi realizada com os frutos completamente maduros. Amostra de fruto verde, pintado e maduro foi utilizada para as análises físico-químicas.

Também foram coletadas partes aéreas das árvores para identificação botânica e depósito em acervo que foi realizado no herbário do Museu Botânico Municipal da cidade de Curitiba, Estado do Paraná, pelo curador do museu, Osmar dos Santos Ribas. As exsicatas que serviram de comparação da amostra foram depositadas neste local e registradas sob o número MBM379131, conforme a figura 3.



FIGURA 3 - EXSICATA DO *Jacaratia spinosa* (AUBL.) A. DC. ACERVO Nº 374306  
Fonte: MUSEU BOTÂNICO MUNICIPAL DA CIDADE DE CURITIBA, ESTADO DO PARANÁ

A pesquisa foi autorizada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico para acesso ao Patrimônio Genético, sob número 010004/2015-7.

#### 4.3 PÓS-COLHEITA

Os frutos foram armazenados em caixas de isopor por aproximadamente 24h, e mantidos refrigerados em gelo a uma temperatura média de 7° C. As caixas foram transportadas até o laboratório de Tecnologia de Alimentos do Departamento de Nutrição da Universidade Federal do Paraná – Campus Jardim Botânico, Curitiba-PR, onde foram classificadas conforme o estágio de maturação, como mostra a Figura 4.

Os frutos foram homogeneizados e lavados em água potável corrente. Posteriormente 100 frutos em estágio maduro (com pelo menos 75% da casca na cor laranja) foram coletados aleatoriamente em cinco pontos distintos da cuba para serem analisados fisicamente.



FIGURA 4 - FRUTOS DO JARACATIÁ COLETADOS: VERDES (a), PINTADOS (b), MADUROS (c)  
Fonte: A Autora (2015)

Após a higienização os frutos foram dispostos em bancada de inox para secagem a temperatura ambiente (30°C) e, logo em seguida passaram pelo processamento de descasque manual, para separação da casca, da polpa e das sementes.

A polpa e a casca foi submetida a um processo de redução em liquidificadores Suggar liqmax 3211 potência 400W, homogeneizada e envasada em potes de polipropileno com capacidade para 250 mL, para congelamento e armazenamento em freezer a aproximadamente -20°C.

O mesmo processo foi realizado para a casca. A Figura 5 ilustra parte do processo.



FIGURA 5 - PROCESSO DE SEPARAÇÃO: (a) FRUTO INTEIRO, (b) SEMENTES, (c) CASCA, (d) POLPA – DO JARACATIÁ  
Fonte: A Autora (2015)

Para realização do estudo fitoquímico as amostras de polpa madura congeladas a -20°C foram liofilizadas durante 7 dias à vácuo, a -58°C protegidas da luz. Estas amostras foram então trituradas em liquidificadores Suggar liqmax 3211 potência 400W, homogeneizadas e novamente envasadas em potes de polipropileno hermeticamente fechados.

#### 4.4 ANÁLISES

As análises físicas e físico-químicas foram realizadas com o fruto *in natura* e o estudo fitoquímico e toxicológico realizado com extratos etanólicos, cetônicos e hidroalcoólicos (70%) e suas frações - hexano, clorofórmio, acetato de etila, das amostras liofilizadas da polpa madura, conforme mostra a Figura 6.

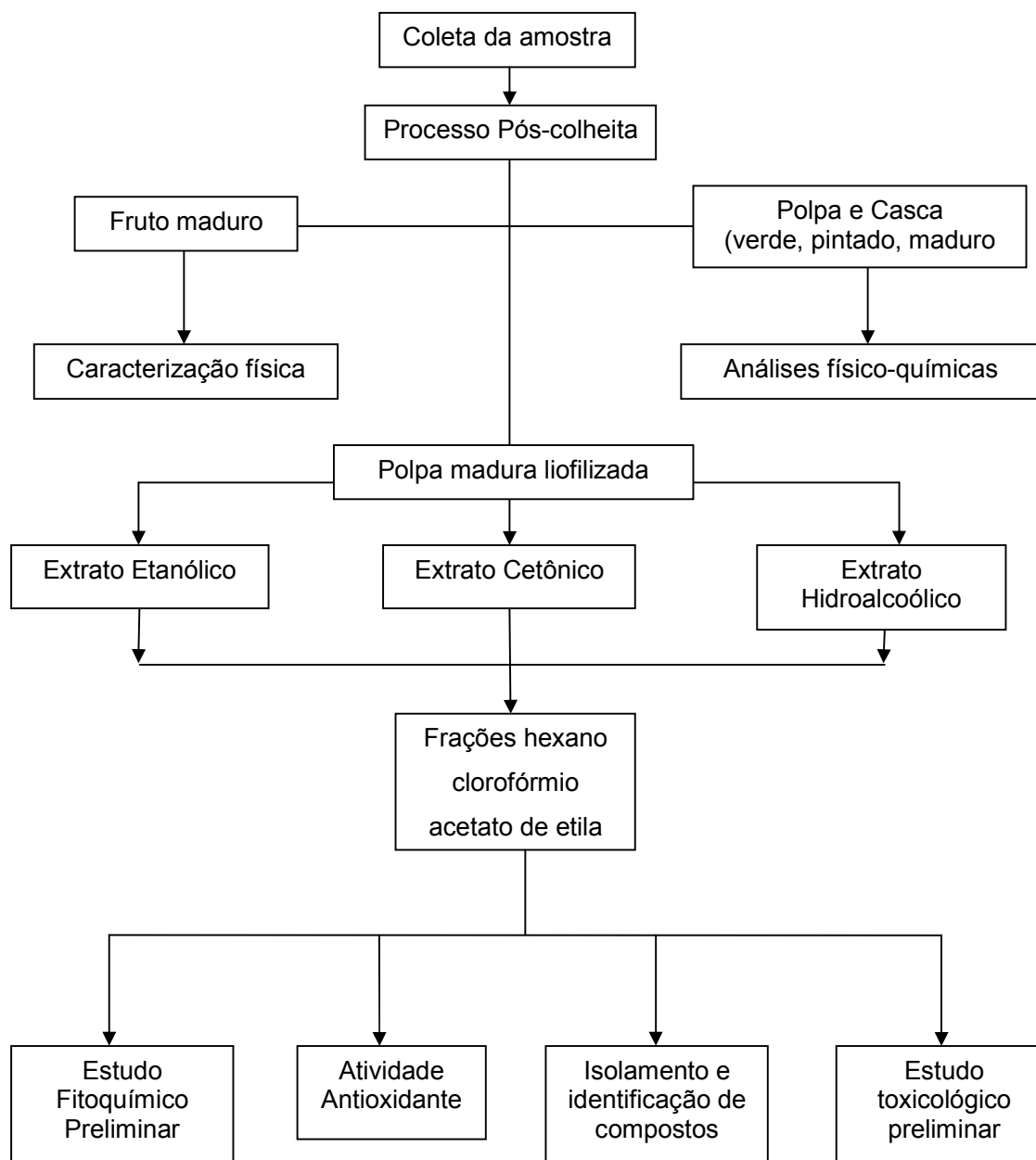


FIGURA 6 - FLUXOGRAMA DO ESTUDO EXPERIMENTAL DOS FRUTOS DE JARACATIÁ  
Fonte: A Autora (2015)

#### 4.4.1 Caracterização Física

As análises físicas de dimensionamento de massa, comprimento e diâmetro foram realizadas em quintuplicata por meio de pesagem dos frutos em balança analítica, com especificidade de pelo menos duas casas decimais. Para medição do comprimento (L) e diâmetro (D) os frutos foram medidos com paquímetro de bancada. A figura 7 demonstra as características das dimensões morfológicas do jaracatiá.



FIGURA 7 - CARACTERÍSTICAS DAS DIMENSÕES MORFOLÓGICAS (em cm) DO JARACATIÁ  
Fonte: A Autora (2015)

Os frutos foram descascados manualmente, e a casca e as sementes pesadas em balança analítica marca Marte® modelo AS2000. Após a secagem das sementes em estufa à 40°C, a mucilagem seca foi removida e as sementes foram então imersas em água à temperatura ambiente para remoção total da mucilagem com papel absorvente (toalha).

##### 4.4.1.1 Cor

As análises colorimétricas foram realizadas conforme recomendação da Commission Internationale de L'Eclairage (CIE), onde para a mensuração da cor o colorímetro estava de acordo com a escala L\* a\* b\* ou CIELAB, onde L\* significa Luminosidade, variando de 0 que corresponde ao preto e 100 que corresponde ao branco; a\* está para valores que variam do verde (-a\*) até o vermelho (+a\*), e os valores de b\* variam de azul (-b\*) ao amarelo (+b\*) (HUNTERLAB, 2008).

A avaliação da coloração foi realizada em cinco pontos da superfície da polpa e depois da casca, *in natura*. Esta análise foi realizada em triplicata (SCHWEIGGERT *et al.*, 2011).

#### **4.4.2 Análises físico-químicas**

As análises físico-químicas foram realizadas em triplicata. As análises de acidez titulável, sólidos solúveis e pH, bem como a umidade, cinzas, proteínas, lipídeos e teor de fibra alimentar foram realizadas conforme AOAC – *Association of Official Analytical Chemists* (2005).

##### **4.4.2.1 Umidade**

A umidade dos frutos foi verificada por secagem direta em estufa (AOAC, 2005), onde foram pesados 5g de cada parte do fruto triturado (casca, polpa, sementes) que foram levados à estufa marca Quimis® a 105°C em pesa-filtro previamente padronizado e mantido até peso constante. O teor da umidade foi obtido a partir da diferença entre a amostra seca e o peso do pesa-filtro. Os valores foram expressos em teor por 100g de fruto.

##### **4.4.2.2 Cinzas**

A análise de cinzas foi realizada de acordo com método AOAC (2005), onde foi pesado 5g de cada parte do fruto triturado (casca, polpa, sementes), e em cadinhos e levados a secura e carbonização em chapa elétrica. Posteriormente, a amostra foi incinerada em mufla marca Robertshaw® modelo Indic 50 a 550°C, até eliminação do carvão, e resfriada em dessecador até o momento da pesagem. O teor de cinzas foi obtido a partir da diferença existente entre a amostra após incineração e o peso do cadinho. Os resultados foram expressos em teor por 100g de fruto.

#### **4.4.2.3 Sólidos Solúveis Totais**

O teor de sólidos solúveis totais das amostras foi determinado no suco dos produtos utilizando-se um refratômetro digital (RTD 95, Instrutherm), que fornece medidas diretas em °Brix, com resolução de 0,1°Brix, corrigido para 20°C. O aparelho foi calibrado a temperatura ambiente com água destilada (0°Brix a 20°C). (AOAC, 2005).

#### **4.4.2.4 Potencial Hidrogeniônico**

O pH dos frutos foi determinado por processo eletrométrico de acordo com a metodologia AOAC (2005) onde foi utilizada aproximadamente 10g de amostra de cada parte do fruto triturado (casca e polpa) que foram diluídos em 100 mL de água destilada e o pH foi aferido em pHmetro marca Analyser®, modelo pH300 previamente calibrado.

#### **4.4.2.5 Acidez titulável**

A acidez titulável foi verificada de acordo com a metodologia AOAC (2005), a qual consiste em titular 10 g de amostra de cada parte do fruto triturado (casca e polpa) diluída em 100 mL de água destilada com solução de hidróxido de sódio 0,1M até atingir pH 8,0, em pHmetro marca Analyser®, modelo pH300.

A pesquisa de ácidos orgânicos nas amostras de frutas realizada por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) em cromatógrafo líquido (350, Varian) equipado com desgaseificador à vácuo, bomba binária, injetor automático, loop de 20 µL. Para a separação cromatográfica foi utilizada uma coluna Rezex ROA ( 300 x 7.8 mm). A fase móvel utilizada para separação dos ácidos foi uma solução aquosa de ácido sulfúrico 8 mM, na vazão de 0,5mL/min, com pH ajustado para 2,6 com ácido fosfórico e tempo de corrida de 20 min. A quantificação dos ácidos orgânicos foi realizada por curva de padronização externa com 6 pontos para cada ácido orgânico (cítrico, málico, ascórbico e tartárico). Todas as amostras e a fase móvel foram centrifugadas antes da injeção em cromatógrafo. Foram mantidas as mesmas condições cromatográficas para os padrões e amostras. As amostras de suco de Jaracatiá foram diluídas com fase móvel (1/40), previamente centrifugada. A identificação dos ácidos orgânicos nas amostras de frutas foi efetuada pela comparação do seu tempo de retenção com o do respectivo padrão (MACRAE, 1998).

#### **4.4.2.6 Açúcares totais**

Na análise foi utilizada 100mg da amostra *in natura*. Os açúcares totais foram determinados pelo método fenol-sulfúrico de acordo com Dubois *et al* (1956). Em uma série de tubos colocam-se concentrações crescentes de glucose, variando entre 20 e 70 µg. Após completar o volume para 1 ml com água destilada foi adicionado 1 ml do reativo de fenol e 5 ml de ácido sulfúrico concentrado. Após 20 minutos para resfriamento realizou-se a leitura em espectrofotômetro a 490 nm.

A pesquisa de açúcares nas amostras de frutas foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) em cromatógrafo líquido HPLC (350, Varian star) equipado com desgaseificador à vácuo, bomba binária, injetor manual (microseringa de 100 µL), loop de 20 µL, detector de índice de refração temperatura

da coluna 50°C e temperatura do forno 65°C. Para a separação cromatográfica foi utilizada uma coluna Rezex ROA (300 x 7.8 mm). A fase móvel utilizada para separação dos açúcares, uma solução aquosa de ácido sulfúrico 8 mM com vazão de 0,5mL/min e tempo de corrida de 20 min. A quantificação dos açúcares foi realizada por curva de padronização externa com 6 pontos para cada padrão (sacarose, glicose, frutose), sendo mantidas as mesmas condições cromatográficas para os padrões e amostras. As amostras de 1 g do suco de jaracatiá obtido foi homogeneizado em solução aquosa de ácido sulfúrico 8 mM. A solução foi submetida a centrifugação antes da injeção em cromatógrafo. A identificação dos açúcares nas amostras de frutas foi efetuada pela comparação do seu tempo de retenção com o do respectivo padrão (MACRAE, 1998).

#### 4.4.2.7 Carotenoides

O processo de extração dos carotenoides foi realizado com a mistura de 2,5 g do fruto liofilizado em 20 mL de acetona, que foram submetidos a agitação em agitador magnético por 2 h à temperatura ambiente, mantendo-se as amostras protegidas da luz. Os extratos foram filtrados em membrana de celulose sob vácuo e então transferidos para tubos de centrifuga e adicionados 20 mL de éter de petróleo e 10 mL de água destilada deionizada. A centrifugação a 3000 rpm durou 10 min. Posteriormente, a solução dos pigmentos em éter de petróleo foi transferida para um balão volumétrico completando-se o volume para 50 mL com éter de petróleo. O teor de carotenoides totais foi determinado em espectrofotômetro (Glod S53 UV-Vis, Ningbo Biocotek) a 450 nm em éter e petróleo e o resultado expresso em termos de  $\beta$ -caroteno (Rodríguez-Amaya, 2001). O teor de  $\beta$ -caroteno foi calculado pela equação, conforme consta na equação 1.

$$\text{Carotenoides Totais } \mu\text{g/g} = \frac{A \times V \times 10^6}{A_{\text{std}} \times M \times 100}$$

(1)

EQUAÇÃO 1 - EQUAÇÃO PARA DETERMINAR O TEOR DE  $\beta$ -CAROTENO

Nota: A, absorvância da solução no comprimento de onda de 450 nm; V, volume final da solução;  $A_{1cm}^{1\%}$  é o coeficiente de extinção ou coeficiente de absorvidade molar de um pigmento em um solvente específico e M massa a amostra tomada para a análise. Para o  $\beta$ - caroteno em éter de petróleo o valor do coeficiente de extinção é 2592. Fonte: BRITTON (1995); RODRIGUEZ-AMAYA (2001).

#### 4.4.2.8 Lipídios

O teor de lipídeos foi determinado pelo método de Bligh & Dyer (1959), em que 10g de cada amostra foram pesados e transferidos para tubo de ensaio, adicionado 10 mL de clorofórmio, 20 mL de metanol e 8 mL de água destilada, o tubo foi então colocado em agitador rotativo por 30 minutos, foi adicionado mais 10 mL de clorofórmio e 10 mL de solução de sulfato de sódio 1,5%, depois os tubos foram agitados vigorosamente por 2 minutos e então centrifugados a 1000rpm. O sobrenadante metanólico foi succionado e descartado, o restante foi filtrado em papel filtro com sulfato de sódio anidro, 5 mL do filtrado foram transferidos a um béquer de 50 mL, previamente padronizado, este foi encaminhado a estufa a 105°C, por 30 minutos. O béquer foi resfriado em dessecador e pesado novamente.

#### 4.4.2.9 Proteína

A determinação de Nitrogênio foi realizada pelo processo de digestão de Kjeldahl de acordo com a metodologia da A.O.A.C. (2005). O experimento consiste de três etapas: digestão, destilação e titulação. Na primeira foi utilizada aproximadamente 1g da amostra e procede-se a digestão com ácido sulfúrico e catalisador  $CuSO_4$  e  $K_2SO_4$ , formando sulfato amoniacal. Na segunda etapa, houve a destilação por arraste de vapor da amônia, a qual é recebida em erlenmeyer contendo ácido bórico a 4% e gerando um complexo de coloração verde. Na terceira etapa, a amônia destilada da amostra é titulada com ácido sulfúrico 0,02M até viragem da coloração verde para um complexo cor-de-rosa. O cálculo para

determinação de proteínas foi realizado pela equação, conforme consta na equação a seguir:

$$\boxed{\% \text{ de proteínas} = V \times 0,14 \times f / P} \quad (2)$$

EQUAÇÃO 2 - EQUAÇÃO PARA CÁLCULO DO TEOR DE PROTEÍNAS

Nota: V - volume de ácido sulfúrico gasto na titulação; P - peso da amostra; f: fator de conversão (6,25)

#### 4.4.2.10 Fibras alimentares

A determinação de fibras foi realizada conforme método enzimático-gravimétrico, metodologia n°985.29 da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2005). Foi utilizada aproximadamente 1g da amostra *in natura* em béqueres e adicionado 50 mL de tampão fosfato e 100 µL de α amilase-termo-resistente. Cada béquer foi coberto com papel alumínio colocado em banho-maria com agitação a 95°C por 30 minutos. Após atingir temperatura ambiente, o pH foi ajustado para 7,5 com a adição de solução NaOH. Adicionou-se 5 mg de protease, sendo o béquer reconduzido ao banho-maria a 60°C por 30 minutos sob agitação constante. Após esfriarem a temperatura ambiente, o pH foi ajustado para 4,0-4,6 com adição de solução de HCl, após estabilizar o pH foram adicionados 300 µL de amiloglucosidase e novamente o béquer foi levado ao banho-maria a 60°C por 30 minutos. Após este período, foram adicionados 280 mL de etanol 95% pré-aquecido em cada béquer e deixados em repouso por 1 hora à temperatura ambiente.

Em cadinhos previamente pesados a solução etanólica com a amostra foi filtrada sob vácuo. Transferindo todo o resíduo para cadinho com pequenas porções de etanol 78%. Cada resíduo foi lavado 3 vezes com 20 mL de etanol 78%, 2 vezes com 10 mL de etanol 95% e 2 vezes com 10 mL de acetona. Os cadinhos foram secos com os resíduos em estufa a 100°C. Após esfriarem em dessecador, foram pesados e os resíduos calculados, em seguida determinou-se proteína e cinzas que foram reduzidas do valor total para obter o valor de fibras totais.

#### 4.4.2.11 Valor Energético Total

Os teores de carboidratos foram calculados utilizando a fórmula (equação 3): (100 - % de umidade - % de lipídios - % de proteína - % de fibras alimentares - % de cinzas). O valor energético total é estimado utilizando os fatores de conversão de 4 kcal g<sup>-1</sup> de proteína ou carboidrato e 9 kcal g<sup>-1</sup> de lipídios (OSBORNE, VOOGT, 1978).

$$\text{VET} = (\text{Px4}) + (\text{Cx4}) + (\text{Lx9})$$

(3)

EQUAÇÃO 3 - EQUAÇÃO PARA CÁLCULO DO VET

Nota: VET - valor energético total, P - proteína, C - carboidratos, L - lipídeos

Fonte: OSBORNE, VOOGT (1978).

#### 4.5 ESTUDO FITOQUÍMICO

O estudo fitoquímico consiste em separar por polaridade os grupos de compostos metabólitos que possivelmente estão presentes na polpa madura liofilizada de jaracatiá, e posteriormente isolar e identificar tais compostos, com auxílio de técnicas e tecnologias disponíveis nos laboratórios de fitoquímica, farmacotécnica - Departamento de Farmácia (UFPR) - e do laboratório de ressonância magnética nuclear - Departamento de Química (UFPR).

A polpa madura liofilizada foi submetido a extração em Soxhlet com etanol absoluto (padrão analítico - PA), na proporção 1:4, por 10 horas, e o mesmo procedimento se deu para obter o extrato cetônico e hidroalcoólico (70%). Ambos os extratos foram levados a secar em rota-evaporador. Esses extratos foram fracionados com solventes de polaridade crescente (hexano, clorofórmio e acetato de etila, todos os solventes em grau analítico), por meio de partição líquido-líquido em aparelho de Soxhlet. Todo o sistema foi levado a aquecimento em refluxo contínuo por pelo menos seis horas.

#### 4.5.1 Extração e fracionamento

Para obter o extrato etanólico, 227,7 g de polpa madura liofilizada foram colocados no Soxhlet para extração com 1 L de álcool 95% por aproximadamente 10 horas, a seguir, o extrato obtido foi concentrado em rota-evaporador e codificado de acordo com a descrição do quadro 2.

| POLPA LIOFILIZADA (g) | CÓDIGO | EXTRATO       | FRAÇÃO           |
|-----------------------|--------|---------------|------------------|
| 227,7                 | EA     | Alcólico      |                  |
|                       | FH     |               | Hexano           |
|                       | FCI    |               | Clorofórmio      |
|                       | FA     |               | Acetato de Etila |
| 204,1                 | EC     | Cetônico      |                  |
|                       | FHC    |               | Hexano           |
|                       | FCIC   |               | Clorofórmio      |
|                       | FAC    |               | Acetato de Etila |
| 204,1                 | EH     | Hidroalcólico |                  |
|                       | FHH    |               | Hexano           |
|                       | FCIH   |               | Clorofórmio      |
|                       | FAH    |               | Acetato de Etila |

QUADRO 2 - CÓDIGOS DOS EXTRATOS E FRAÇÕES DE JARACATIÁ

Nota: EA extrato alcólico da polpa madura; FH fração hexano da polpa madura; FCI fração clorofórmio da polpa madura; FA fração acetato de etila da polpa madura; EC extrato cetônico da polpa madura; FHC fração hexano do EC; FCIC fração clorofórmio do EC; FAC fração acetato de etila do EC; EH extrato hidroalcólico da polpa madura; FHH fração hidroalcoólica do EH; FCI fração clorofórmio do EH; FAH fração acetato de etila do EH.

Fonte: A Autora (2015)

O extrato EA foi encaminhado para fracionamento com solventes de polaridade crescente, onde o hexano foi adicionado ao Soxhlet para o primeiro fracionamento. Os compostos com afinidade polar ao hexano são arrastados com este solvente para o balão. Durante seis horas este solvente foi mantido em contato com o extrato EA, até desligamento do aparelho e concentração dos compostos presentes no balão por meio de condensação em rota-evaporador. Os compostos extraídos com hexano foram codificados como fração FH. O mesmo procedimento ocorreu com outros solventes, o clorofórmio e em seguida com acetato de etila que

foram respectivamente codificados como FCI e FA. Os extratos e frações foram guardados em recipientes fechados, previamente padronizados e pesados, para utilização no estudo fitoquímico.

O extrato cetônico obtido a partir de 204,1g da polpa madura liofilizada foi codificado como EC, e fracionado como descrito anteriormente para o extrato EA. Os mesmos 204,1 g, ainda em Soxhlet, receberam após o solvente cetona, o solvente álcool 70%, o extrato obtido a partir deste foi codificado como EH. O extrato EH também foi fracionado como mencionado para o extrato EA.

#### **4.5.2 Estudo fitoquímico preliminar**

O estudo fitoquímico preliminar consistiu em investigar a presença dos grupos metabólitos: flavonoides e taninos, alcalóides, esteróides e/ou triterpenos.

Este ensaio analisa as características qualitativas dos principais grupos metabólitos que constituem os princípios ativos das drogas vegetais, utilizando em cada caso reações de coloração ou inflorescência. O ensaio sistemático de análise em fitoquímica foi realizado com testes dos extratos e frações em Cromatografia de Camada Delgada, utilizando diferentes fases móveis e reveladores.

##### **4.5.2.1 Cromatografia em Camada Delgada (CCD)**

A cromatografia em camada delgada (CCD) é um método considerado rápido, eficiente, de baixo custo e de fácil reprodutibilidade. Esta análise tem como objetivo avaliar as características qualitativas dos principais grupos metabólitos presentes nos extratos e nas frações da polpa madura liofilizada de jaracatiá, utilizando reações de coloração e inflorescência. Para a realização do ensaio de CCD foram utilizadas cromatoplasmas de sílica gel 60 UV254, da marca Whatman®, de dimensões 20 x 20 cm, onde foram aplicados de 5 a 10 µL de cada amostra com microseringas.

A análise de CCD foi realizada em triplicata em placas foram visualizadas sob luz ultravioleta, em 254nm 366 nm, antes e após a revelação, com seus respectivos reveladores. Observar quadro 3.

| CONSTITUINTE QUÍMICO      | FASE MÓVEL  | REVELADOR   | Metodologia                  |
|---------------------------|---|---|------------------------------|
| Esteroides e triterpenos  | Tolueno, acetato de etila (93:7)  | Vanilina (1%): ácido sulfúrico (1:1)                      | Wagner (1996)                |
| Flavonoides e triterpenos | Acetato de etila, ácido fórmico, ácido acético glacial, água (100:11:11:26) | Reativo de NEU (flavonoide) Cloreto férrico (1%) (tanino) | Wagner (1996)                |
| Alcaloides                | Clorofórmio, metanol (95:6) universo amônio                                 | Dragendorff   | Valente <i>et al</i> (2006). |

QUADRO 3 - COMPOSIÇÃO DOS SOLVENTES, DAS FASES MÓVEIS E REVELADORES DA CROMATOGRAFIA EM CAMADA DELGADA REALIZADA PARA EXTRATOS E FRAÇÕES DA POLPA MADURA DE JARACATIÁ

Nota: Reativo de NEU - difenolboriloxietilamino a 1% em metanol; Dragendorff - tetraiodeto bismuto de potássio.

Fonte: A Autora.

#### 4.5.3 Isolamento e identificação dos constituintes metabólitos

Após a obtenção da fração hexano do extrato alcoólico da polpa madura foi realizada uma coluna cromatográfica líquida com fase estacionária sílica gel 60 Merck 0,063 – 0,200mm, na proporção de 5 partes em relação a quantidade de amostra e levada à secura em banho-maria a 50°C, sob constante homogeneização. Em uma coluna de vidro, preparou-se a sílica-gel que foi depositada na proporção de 5 partes em relação à quantia da pastilha.

A fase móvel da coluna foi composta de hexano/ acetato de etila, iniciando-se a eluição com 100% hexano até 100% acetato de etila. As soluções foram realizadas utilizando um volume máximo de 100 mL, aumentando-se o gradiente de polaridade de 5 em 5 mL. Ao final do procedimento foram utilizados 50 mL de metanol para extrair compostos de maior polaridade. As amostras recolhidas foram levadas à secura na temperatura ambiente para possível cristalização de compostos.

Dos 149 frascos de 10 mL para coleta do eluato utilizados, foram selecionados os frascos de 41 a 46, os quais apresentaram cristais. Em seguida, os

frascos foram lavados com éter de petróleo para purificar o composto e separar substâncias que apresentaram coloração laranja.

O composto cristalizado foi então seco à temperatura ambiente e diluído em clorofórmio para identificação por espectroscopia de ressonância magnética nuclear (RMN)  $^{13}\text{C}$  e  $^1\text{H}$  e infravermelho. Para RMN de  $^{13}\text{C}$  e  $^1\text{H}$  utilizou-se aparelho RMN Bruker® DPX200 operando a 4,7 Tesla, observando os núcleos  $^{13}\text{C}$  e  $^1\text{H}$  à 200,13 e 50,62 MHz, respectivamente. A realização deste experimento ocorreu no Departamento de Química (UFPR).

#### 4.5.4 Doseamento de compostos fenólicos

Para o doseamento de polifenóis totais foi utilizada a metodologia de Folin de Ciocalteu, adaptado de Waterhouse (2000). O reativo de Folin-Ciocalteu muda sua coloração de amarelo para azul na presença de compostos fenólicos. Quanto mais compostos fenólicos houver na solução maior é a intensidade da cor azul.

O doseamento foi realizado para os extratos e frações. Para a realização do doseamento foi feita uma curva padrão com ácido gálico nas concentrações de 2,5 $\mu\text{g}$ , 5 $\mu\text{g}$ , 7,5 $\mu\text{g}$ , 10 $\mu\text{g}$ , 12,5  $\mu\text{g}$ ; 15  $\mu\text{g}$ , 17,5  $\mu\text{g}$  e 20 $\mu\text{g}$ . O ensaio foi realizado em triplicata para a concentração de 240  $\mu\text{g}/\text{mL}$ . As soluções foram preparadas da seguinte forma: em cada tubo de ensaio foi colocado 3,6 mL de água, 0,2 mL do reativo Folin-Ciocalteu e uma solução água/etanol 1:1 completando 120  $\mu\text{L}$  em relação à amostra. Agitaram-se as soluções e, após 3 minutos colocou-se 0,4 mL de solução de carbonato de cálcio 10%, esperou-se 30 minutos, e a leitura foi realizada em espectrofotômetro Shimadzu UV-Vis- 160A a um comprimento de onda de 760nm. O teor de fenólicos totais foi expresso em gramas de ácido gálico por gramas de extrato seco.

Os resultados do padrão de ácido gálico obtidos foram colocados no programa Excel em forma de tabela (concentração/absorbância) e com base nestes dados foi construído um gráfico de dispersão, adicionando linha de tendência, exibindo equação do gráfico e valor de  $R^2$  no gráfico. Os teores de fenóis totais foram determinados em miligramas equivalentes de ácido gálico por grama de amostra. Para a curva de calibração foi utilizada a seguinte equação (4):

$$Y = 0,0392x - 0,0583$$
$$R^2 = 0,9964$$

(4)

EQUAÇÃO 4 - EQUAÇÃO DA RETA PARA DETERMINAÇÃO DE EQUIVAENTES EM ÁCIDO GÁLICO

Nota: Y é a absorvância e X a concentração final de equivalentes de ácido gálico pela concentração utilizada. R<sup>2</sup>: correlação atividade antioxidante versus concentração de ácido gálico.

#### 4.5.5 Atividade antioxidante

A atividade antioxidante foi determinada por dois métodos, para os extratos e frações. O primeiro baseia-se na formação do complexo fosfomolibdênico e o outro é caracterizado pela capacidade da amostra em reduzir o radical DPPH. Ambos utilizam leituras espectrofotométricas na região do UV.

##### 4.5.5.1 Formação do complexo fosfomolibdênico

Esse ensaio seguiu a técnica descrita por Prieto, Pineda e Aguilar (1999). É um método espectrofotométrico para avaliar a capacidade antioxidante de extratos de plantas e, baseia-se na redução do molibdênio (VI) para molibdênio (V) participando da reação como agente antioxidante. Na presença de substâncias com capacidade antioxidante forma-se um complexo verde entre fosfato/molibdênio (V) que é determinado por espectrofotometria a 695 nm.

Para a reação de formação do complexo prepara-se um reativo que consiste de uma solução com fosfato de sódio 0,1M (28 mL), molibdato de amônio 0,03M (12 mL) e ácido sulfúrico 3M (20 mL), sendo o volume completado com água para 100 mL. Esse reativo é preparado no momento do uso. Soluções padrões de vitamina C e rutina, bem como as amostras a serem testadas, devem estar na concentração de 200 µg/mL em metanol (BIANCO, 2003).

Em um tubo de ensaio, retira-se uma alíquota de 0,1 mL da amostra, e adiciona-se 1 mL de reativo. Realiza-se o mesmo procedimento para os padrões. O

branco é constituído de 0,1 mL de metanol e 1 mL de reativo. A análise foi realizada em triplicata, com os tubos hermeticamente fechados. Mantém-se a série de tubos em banho-maria a 95°C por 90 minutos. Quando se atinge a temperatura ambiente, realiza-se a leitura das absorbâncias (Abs) em espectrofotômetro de UV da marca Shimadzu, modelo UV-1601 PC, em 695 nm. Os resultados foram expressos em atividade antioxidante relativa (AAR%) da amostra em relação à vitamina C, conforme as equações.

|                              |  |
|------------------------------|--|
| AAR% EM RELAÇÃO À VITAMINA C | $\frac{[\text{Abs}(\text{amostra}) - \text{Abs}(\text{branco}) / \text{Abs}(\text{vitamina C}) - \text{Abs}(\text{branco})]}{x 100}$ |
| AAR% EM RELAÇÃO À RUTINA     | $[\text{Abs}(\text{amostra}) - \text{Abs}(\text{branco}) / \text{Abs}(\text{rutina}) - \text{Abs}(\text{branco})] x 100$             |

EQUAÇÃO 5 - CÁLCULO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE RELATIVA PELO MÉTODO DE FOSFOMOLIBDÊNIO

#### 4.5.5.2 Redução do radical DPPH

Esta análise consiste em avaliar a atividade sequestradora do radical livre 2,2 - difenil-1-picril-hidrazila - DPPH•, de coloração púrpura que absorve a 518 nm. Por ação de um antioxidante ou uma espécie radical (R•), o DPPH• é reduzido formando difenil-picril-hidrazina, de coloração amarela, com conseqüente desaparecimento da absorção, podendo ser monitorada pelo decréscimo da absorvância (EKLUND *et al.*, 2005).

O mecanismo de eliminação de radicais livres pela inibição da oxidação de lipídeos é bastante conhecido e sua atividade é observada por meio da alteração da coloração púrpura para amarelo, esta alteração pode ser medida em um espectrofotômetro (ARNAO, 2000).

A metodologia foi realizada de acordo com Mensor *et al* (2001), onde a capacidade antioxidante quantitativa tendo como base este princípio da redução do radical DPPH foi medida em espectrofotometria de UV visível. O DPPH foi adquirido a partir da Sigma-Aldrich® (EUA); o ácido ascórbico a partir da E. Merck®. Foi preparada uma solução de DPPH minutos antes do ensaio a 0,03 mmol/mL em metanol absoluto. Foram preparadas cinco diluições de cada amostra, com

concentrações que variam entre 150 µg/mL a 350 µg/mL e, em seguida, foi adicionado 1 mL da solução de DPPH. Para cada amostra foi preparado um branco com 2,5 mL da solução da amostra e 1 mL de metanol para cada concentração. Paralelamente foi realizado um controle com 2,5 mL de metanol e 1 mL de DPPH. Como padrões foram utilizados a vitamina C (1,6 a 8 µg/mL) e a rutina (2,0 a 12 µg/mL). Após 30 minutos, a absorbância das soluções foi medida em 518 nm e, em seguida, a porcentagem da atividade antioxidante (AA%) calculada. A porcentagem de atividade antioxidante (AA%) foi calculada por meio da equação (6):

$$AA\% = 100 - (\text{Abs amostra} - \text{Abs branco}) / \text{Abs controle} \quad (6)$$

EQUAÇÃO 6 - EQUAÇÃO PARA CÁLCULO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE FRENTE AO RADICAL LIVRE DPPH

A partir dos resultados obtidos determinou-se a porcentagem de atividade antioxidante ou sequestradora de radicais livres. Foram calculados os valores da concentração necessária para exercer 50% da atividade antioxidante ( $IC^{50}$ ) em gráfico, onde a abscissa representa a concentração da amostra e a ordenada é a média da AA% das amostras de cada concentração. A equação da reta desse gráfico, do tipo  $y = ax + b$ , serviu de base para determinação do valor de  $IC^{50}$ .

#### 4.5.5 Estudo toxicológico

As análises de toxicidade foram realizadas em extratos da polpa madura (conforme descrito no item 6.4.3.1), amostras desidratadas e cozidas de jaracatiá, mamão “papaya” e “formosa” (*Carica papaya*) com o objetivo de verificar o nível de toxicidade conforme a descrição que segue:

- Preparo da amostra desidratada - polpa madura *in natura* de jaracatiá, mamão papaya e formosa (*Carica papaya*) foi seco em estufa à 60 °C por 36 horas e triturado com grau e pistilo;

- Preparo da amostra pasteurizada - amostras de polpa madura *in natura* envasadas em vidro tampado e imerso em água e levados a fervura de aproximadamente 100°C durante 4 minutos.

#### 4.5.5.1 Atividade hemolítica

A determinação das porcentagens de hemólise das amostras desidratadas e pasteurizadas foi realizada segundo método de Banerjee *et al.* (2008), adaptado. Foram transferidos 5 mL de sangue de carneiro de origem comercial da empresa Newprov®, previamente homogeneizado sob leve agitação, para um tubo de ensaio e centrifugado durante 5 minutos a 3000 rpm com PBS gelado. Foram realizadas 6 lavagens sequenciais com PBS e descartando-se sempre o sobrenadante. Na última lavagem o sobrenadante apresentou-se incolor. Em seguida, foi realizada uma diluição a 2% com a papa de eritrócito utilizando como diluente o PBS.

Para a realização da prova de hemólise foram preparados eppendorfs com hemólise a 100% (controle positivo), hemólise basal (branco), controle solvente e os testes (amostras). Na realização do controle positivo foram pipetados 200 µL de água potável em 200 µL de solução de eritrócito a 2%. Enquanto para o branco foram pipetados 200 µL de PBS em 200 µL de solução de eritrócito a 2%. No controle solvente foram adicionados 20 µL de etanol mais 180 µL de PBS em 200 µL de solução de eritrócito a 2%.

Para o preparo das amostras foram preparadas soluções nas concentrações de 1000 µg/mL, 500 µg/mL, 200 µg/mL e 100 µg/mL em 200 µL de solução de eritrócito a 2%. Para dissolver melhor as amostras foi adicionado 10% de etanol do volume total de cada amostra. Em seguida os eppendorfs foram uniformemente homogeneizados com leve agitação manual. Após foram incubados durante 3 horas em estufa com temperatura controlada a 37°C. Ao término da incubação os eppendorfs foram centrifugados em centrífuga Minispin Plus da empresa Eppendorf® a 3000 rpm durante 5 minutos. A leitura da absorbância foi realizada em microplaca de Elisa de 96 poços, para onde foram pipetados 300 µL do sobrenadante das amostras. A leitura foi realizada no fotômetro de microplaca

Multiscan FC da empresa Thermo Scientific®. A leitura foi realizada a 540nm.

#### **4.5.5.2 Avaliação Da Toxicidade Frente À *Artemia salina***

O ensaio de toxicidade frente à *Artemia salina* foi realizado segundo Meyer *et al.*, 1982.

##### **4.5.5.2.1 Eclosão dos ovos**

Os ovos de *Artemia salina* foram incubados durante 48 horas em um recipiente de cultura contendo água do mar artificial, preparada a partir de 14,31g de sal marinho para 400 mL de água purificada sob iluminação (20W) a uma temperatura entre 27 e 30°C e o pH entre 8-9. Na primeira hora do processo a aeração é contínua e mantida com bomba de ar do aquário (AirTech-2KO) sobre o recipiente. Após 48 horas os náuplios foram coletados.

##### **4.5.5.2.2 Avaliação da toxicidade**

Concentrações de 10, 100 e 1000 µg/mL de cada amostra e de controles negativos e positivos (com SDS nas concentrações de 10, 11, 12 µg/mL) foram preparadas com solução de água do mar artificial, em triplicata. Após a eclosão dos ovos, 10 náuplios de *Artemia salina* foram transferidos para cada tubo de ensaio contendo as amostras e para os tubos contendo os controles negativos e positivos. Após 24 horas foi realizada a contagem dos náuplios mortos e vivos com auxílio de lupa e iluminação incandescente, e a porcentagem de mortalidade para dose e controle foi determinado (MEYER *et al.*, 1982; FIRDAUS, 2013). Os dados foram analisados com o Probit Analysis Versão 1.5; determinandos os valores de CL<sub>50</sub>

com um intervalo de confiança de 95%. As amostras foram consideradas ativas quando a  $CL_{50}$  foi menor que 1000  $\mu\text{g/mL}$  (FINEY, 1971).

#### **4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Os resultados foram analisados com o software SPSS Statitics 20.0, onde foi usada a ANOVA para comparação das média  $\pm$  SD e como *post-hoc* foi aplicado o teste de Duncan com um nível de significância fixado em  $p < 0,05$ . A correlação dos os dados físico-químicos em relação aos estádios de maturação do jaracatiá foi avaliada pelo teste de Pearson.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

A análise física foi realizada em cem frutos (5Kg) completamente maduros, quando a casca apresentava pelo menos 75% da casca com coloração laranja, estágio em que acredita-se ter a maior concentração de carotenóides e portanto considerado o ponto onde o fruto atinge seu desenvolvimento total e está morfológicamente desenvolvido (SCHWEIGGERT *et al.*, 2012). A avaliação da média encontrada para massa do fruto inteiro, polpa, casca e semente, encontram-se expressos na tabela 1.

TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO JARACATIÁ NO ESTÁDIO MADURO

| MASSA (g)     | COMPRIMENTO (cm) | DIÂMETRO (cm) | CASCA (%)    | POLPA (%)    | SEMENTE * (%) |
|---------------|------------------|---------------|--------------|--------------|---------------|
| 45,69 ± 16,76 | 5,85 ± 0,73      | 3,69 ± 0,51   | 31,88 ± 6,12 | 46,58 ± 6,75 | 21,53 ± 6,65  |

\*Semente com mucilagem.

Fonte: A Autora.

O comprimento ( $5,85 \pm 0,73$  cm) e o diâmetro ( $3,69 \pm 0,51$  cm) tiveram variação de quase 1 cm, o que influenciou significativamente na massa dos frutos ( $45,69 \pm 16,76$  g) e conseqüentemente de suas partes - massa da casca ( $31,88 \pm 6,12$  %), massa da polpa ( $46,58 \pm 6,75$  %), massa da semente com mucilagem ( $21,53 \pm 6,65$  %), que tiveram uma variação considerável, em torno de 6,7%, provavelmente devido a variação amostral dos frutos, que apesar de serem coletados do mesmo local e no mesmo tempo de maturação, tiveram desenvolvimento individual diferenciado.

A parte que constitui as sementes do fruto apresentou uma quantidade significativa (21,53%) e pode ser considerada resíduo, pois, as sementes não são utilizadas nas preparações gastronômicas (PROSPERO, 2011). Entretanto, a investigação desse resíduo pode ser fonte de compostos bioativos, com possibilidade de aplicação no setor agrário, como larvicida, ou nos setores químicos e farmacêuticos. O resíduo pode ser uma fonte de renda aos agricultores a partir do momento em que suas propriedades são conhecidas (AYALA-ZAVALA *et al.*, 2011).

Em contrapartida, quase 79% (Casca 31,88% + polpa 46,58%) do fruto são aproveitáveis para elaboração de subprodutos como compotas, doces, e para desenvolvimento de produtos. O jaracatiá é um fruto com sabor e aroma original com possibilidade de aplicações para diversos fins alimentícios e farmacêuticos.

### 5.1.1 Cor

A Tabela 2 apresenta os parâmetros de cor para as amostras de polpa de Jaracatiá nos três estádios de maturação.

TABELA 2 - COR DA POLPA E DA CASCA *in natura* DE JARACATIÁ EM TRÊS ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

| **            | L*                 | a*                 | b*                 |
|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Polpa verde   | 65,04 <sup>a</sup> | 8,30 <sup>a</sup>  | 28,16 <sup>a</sup> |
| Polpa pintado | 64,09 <sup>b</sup> | 18,98 <sup>b</sup> | 30,91 <sup>b</sup> |
| Polpa maduro  | 64,89 <sup>c</sup> | 22,65 <sup>c</sup> | 30,45 <sup>c</sup> |
| Casca verde   | 47,45 <sup>a</sup> | 0,94 <sup>a</sup>  | 21,95 <sup>a</sup> |
| Casca pintado | 51,8 <sup>b</sup>  | 13,84 <sup>b</sup> | 27,35 <sup>b</sup> |
| Casca maduro  | 56,53 <sup>c</sup> | 24,18 <sup>c</sup> | 34,81 <sup>c</sup> |

\*\*Os valores com letras diferentes na mesma coluna, diferem entre si ao nível de 5% de acordo com o Teste de Duncan.

Nota: L\* Luminosidade, onde 0 corresponde a preto e 100 a branco; a\* croma -a correspondente a verde e +a correspondente a vermelho; b\* croma -b correspondente a azul e +b correspondente a amarelo.

Fonte: A Autora.

É possível verificar a redução significativa do parâmetro L\* (luminosidade) com a maturação do produto, caracterizando o aumento de cores mais opacas e vivas, como ocorre no jaracatiá conforme este matura. Como esperado, ocorreu aumento significativo do parâmetro a\* (verde a vermelho) (8,30 a 22.65) ao longo do amadurecimento do fruto. Há também diferença significativa do parâmetro b\* nos três estádios de maturação, ou seja, alteração de uma cor com tendência a tons azul para cores mais próximas do amarelo, fenômeno correspondente ao amadurecimento do fruto.

Avaliando os parâmetros de cor se observa a transformação da coloração verde para amarela com amadurecimento do fruto que é decorrente da presença de pigmentos localizados nos plastos, vacúolos e líquidos citoplasmáticos das células localizadas apenas nas células epidérmicas (FURLONG, 2000). A coloração verde é geralmente atribuída a clorofila, que é degradado de acordo com a ocorrência de diversos fatores que ocorrem simultaneamente, como a alteração de pH, atividade enzimática (clorofilase), presença de compostos oxidantes (químicos e enzimáticos) (JACOMINO *et al.*, 2008).

## 5.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As características físico-químicas da polpa e da casca do jaracatiá *in natura* são apresentadas na tabela 3.

TABELA 3 - CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA POLPA E DA CASCA DE JARACATIÁ *in natura*

|                               | POLPA                      |                            |                            |
|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                               | VERDE                      | PINTADO                    | MADURO                     |
| Umidade (g/100g)              | 87,91 ± 0,01 <sup>a</sup>  | 84,27 ± 0,04 <sup>b</sup>  | 79,91 ± 0,01 <sup>c</sup>  |
| Cinzas (g/100g)               | 1,02 ± 0,03 <sup>a</sup>   | 1,14 ± 0,20 <sup>b</sup>   | 1,21 ± 0,03 <sup>c</sup>   |
| SST <sup>1</sup> (%)          | 4,90 ± 0,10 <sup>a</sup>   | 10,70 ± 0,10 <sup>b</sup>  | 13,40 ± 0,10 <sup>c</sup>  |
| Ph                            | 4,77 ± 0,02 <sup>a</sup>   | 4,61 ± 0,01 <sup>b</sup>   | 4,46 ± 0,17 <sup>c</sup>   |
| Acidez                        | 9,17 ± 0,04 <sup>a</sup>   | 10,85 ± 0,19 <sup>b</sup>  | 10,75 ± 0,33 <sup>b</sup>  |
| Ácido cítrico (mg/100g)       | 351,99 ± 0,02 <sup>a</sup> | 607,86 ± 0,09 <sup>b</sup> | 658,07 ± 0,01 <sup>c</sup> |
| Açúcares Totais (g/100g)      | 5,04 ± 0,01 <sup>a</sup>   | 8,61 ± 0,67 <sup>b</sup>   | 9,30 ± 0,09 <sup>b</sup>   |
| Glicose (mg/mL)               | 6,79 ± 0,04 <sup>a</sup>   | 32,63 ± 0,10 <sup>b</sup>  | 53,22 ± 0,16 <sup>c</sup>  |
| Frutose (mg/mL)               | 9,95 ± 0,09 <sup>a</sup>   | 43,09 ± 0,08 <sup>b</sup>  | 64,90 ± 0,18 <sup>c</sup>  |
| Sacarose (mg/mL)              | **                         | 1,08 ± 0,11 <sup>a</sup>   | 1,29 ± 0,07 <sup>b</sup>   |
| β-carotene (µg/g)             | 14,51 ± 0,35 <sup>a</sup>  | 20,40 ± 0,90 <sup>b</sup>  | 28,94 ± 0,50 <sup>c</sup>  |
| Lipídios (g/100g)             | 0,2815 ± 0,02 <sup>a</sup> | 0,2774 ± 0,05 <sup>a</sup> | 0,2243 ± 0,01 <sup>a</sup> |
| Proteínas (g/100g)            | 2,08 ± 0,08 <sup>a</sup>   | 2,81 ± 0,08 <sup>b</sup>   | 3,1 ± 0,02 <sup>c</sup>    |
| Fibras Alimentares (g/100g)   | 8,43 ± 0,57 <sup>a</sup>   | 4,62 ± 0,31 <sup>b</sup>   | 4,11 ± 0,22 <sup>b</sup>   |
| VET <sup>2</sup> (Kcal/ 100g) | 31,0                       | 49,7                       | 51,5                       |
|                               | CASCA                      |                            |                            |
|                               | VERDE                      | PINTADO                    | MADURO                     |
| Umidade (g/100g)              | 85,57 ± 0,004 <sup>a</sup> | 82,48 ± 0,01 <sup>b</sup>  | 78,49 ± 0,04 <sup>c</sup>  |
| Cinzas (g/100g)               | 1,20 ± 0,02 <sup>a</sup>   | 1,36 ± 0,05 <sup>b</sup>   | 1,63 ± 0,06 <sup>c</sup>   |
| SST <sup>1</sup> (%)          | 3,77 ± 0,15 <sup>a</sup>   | 11,27 ± 0,31 <sup>b</sup>  | 13,3 ± 0,20 <sup>c</sup>   |

|                               |                            |                           |                            |
|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| pH                            | 464 ± 0,01 <sup>a</sup>    | 4,49 ± 0,01 <sup>b</sup>  | 4,39 ± 0,03 <sup>c</sup>   |
| Acidez                        | 10,11 ± 0,09 <sup>a</sup>  | 13,42 ± 0,55 <sup>b</sup> | 13,53 ± 0,59 <sup>b</sup>  |
| Açúcares Totais (g/100g)      | 4,59 ± 0,10 <sup>a</sup>   | 5,05 ± 0,18 <sup>a</sup>  | 7,87 ± 0,37 <sup>b</sup>   |
| Lipídios (g/100g)             | 0,2323 ± 0,02 <sup>a</sup> | 0,261 ± 0,01 <sup>a</sup> | 0,2788 ± 0,03 <sup>a</sup> |
| Proteínas (g/100g)            | 3,83 ± 0,02 <sup>a</sup>   | 3,64 ± 0,16 <sup>a</sup>  | 3,47 ± 0,21 <sup>a</sup>   |
| Fibras Alimentares (g/100g)   | 3,92 ± 0,17 <sup>a</sup>   | 4,08 ± 0,41 <sup>a</sup>  | 3,86 ± 0,16 <sup>a</sup>   |
| VET <sup>2</sup> (Kcal/ 100g) | 35,6                       | 36,8                      | 48,1                       |

\*Os valores com letras diferentes na mesma linha, diferem entre si ao nível de 5% de acordo com o Teste de Duncan. \*\*Não detectado.

Notas: <sup>1</sup>Sólidos Solúveis Totais, <sup>2</sup>Valor Energético Total

Fonte: A Autora.

Para cada estágio de maturação do fruto houve alterações físico-químicas consideráveis. Em termos nutricionais o jaracatiá no estágio maduro é uma fonte de fibras, sendo a acidez uma característica natural da fruta, onde apenas o ácido cítrico foi detectado dentre os ácidos pesquisados (málico, tartárico, ascórbico e cítrico). O teor de umidade e fibras decresce durante o amadurecimento, enquanto os sólidos solúveis totais, o teor de açúcares, ácidos,  $\beta$ -caroteno, e proteínas aumentam.

Verificou-se redução significativa ( $p < 0,05$ ) na umidade do jaracatiá com a maturação do fruto de aproximadamente 10%, tanto na casca quanto na polpa dos frutos do estágio verde para o maduro. Essa transformação deve à produção de etileno que induz a redução do teor de água nos tecidos vegetais. A redução da umidade em frutas é indicativo do amadurecimento, que por sua vez promove um acúmulo de sólidos solúveis. O teor de umidade é alterado pela dinâmica de hidratação da parede celular vegetal, ou seja, quando há redução de hidratação, há redução da eficácia celular acompanhada de redução da umidade. Esse fenômeno marca o início da maturação e é observado também durante o amadurecimento, quando a redução do conteúdo de umidade no fruto é gradativa (FRENKEL; HARTMAN, 2012).

A determinação do teor de cinzas é indicativo da presença de minerais, que são essenciais para o bom funcionamento do organismo que evidencia a importância dessa análise e a determinação do conteúdo de cinzas no fruto (MCNAUGHT; WILKINSON, 2014). O teor de cinzas na polpa e na casca do jaracatiá variou significativamente entre os estágios de maturação na polpa 0,19 (g/100g), e na casca 0,43 (g/100g). Para frutos de tâmaras também foram

encontradas diferenças estatísticas para o teor de cinzas (*Phoenix dactylifera* L.) conforme o estágio de maturação (SAHARI *et al.*, 2007). Porém, para os frutos de jaracatiá, não houve correlação entre o teor de cinzas e os estádios de maturação, sendo  $r = 0,263$  para polpa e  $r = 0,452$  para casca (tabela 4). O jaracatiá apresenta valores de cinzas semelhantes aos encontrados por Pereira *et al* (2013) para araticu-do-mato (*Rollinia sylvatica* A. St. Hill.) -  $(1,18 \pm 0,0006$  (g/100g), e consideravelmente mais elevados que butiá (*Butia capitata* Mart.) Becc.) -  $0,25 \pm 0,01$  (g/100g), mandacaru-de-três-quinhas (*Cereus hildmannianus* K. Schum.) -  $0,56 \pm 0,03$  (g/100g), e o mamão papaya (*Carica papaya*) -  $(0,4\text{g}/100\text{g})$ , que pertence à mesma família (NEPA, UNICAMP, 2006).

TABELA 4 - CORRELAÇÃO ENTRE AMADURECIMENTO E CARACTERÍSTICA FÍSICO-QUÍMICA

|                    | POLPA    | CASCA    |
|--------------------|----------|----------|
| Umidade            | -0,998** | -0,993** |
| Cinzas             | 0,263    | 0,452    |
| SST                | 0,978**  | 0,949**  |
| pH                 | -0,995** | -0,985** |
| Acidez             | 0,816**  | 0,855**  |
| Ácido citric       | 0,932**  |          |
| Açúcares Totais    | 0,793*   | 0,991**  |
| Glicose            | 0,927**  |          |
| Frutose            | 0,998**  |          |
| Sacarose           | 0,993**  |          |
| Carotenoides       | 0,991**  |          |
| Lipídeos           | -0,622   | 0,783*   |
| Proteínas          | 0,800**  | 0,853**  |
| Fibras alimentares | -0,901** | 0,092    |

Nota: SST - Sólidos Solúveis Totais; pH - potencial Hidrogeniônico

\*\*Correlação significativa ao nível de 1%

\*Correlação significativa ao nível de 5%

Por meio da Correlação de Pearson é evidente a forte correlação das características físico-químicas com o grau de maturação da fruta. Os valores próximos de 1 (-1 ou +1) indicam o grau de dependência estatística linear entre as variáveis (características umidade, açúcar, proteína, pH, acidez, fibras: estágio de maturação), já os valores distantes de 1 (-1 ou +1) indicam a não dependência estatística entre as variáveis.

No jaracatiá o teor de ácido cítrico variou de 351,99 (mg/100g) no estágio verde para 658,07 (mg/100g) no estágio maduro, apresentando uma correlação significativa ( $p < 0,01$ ) de  $r = 0,932$ ; valores estes condizentes com o aumento da acidez titulável ( $p < 0,01$   $r = 0,816$ ) e redução gradativa do pH ( $p < 0,01$   $r = -0,995$ ) com o amadurecimento do fruto. O jaracatiá apresenta teor de ácido cítrico maior que o mamão papaya. Esta composição é o que caracteriza e justifica a sensorialidade original do sabor mais ácido do jaracatiá. Em mamão papaya da variedade Sel-42 e Tainung o teor de ácido cítrico ficou em torno de 349,34 e 379,49 (mg/ 100g), respectivamente. Assim como no jaracatiá o ácido cítrico apresentou-se mais abundante nestas variedades (KELEBEK *et al.*, 2015).

O teor de glicose dos frutos de jaracatiá aumentou significativamente de 6,79 (mg/g) para 53,22 (mg/g), mas a frutose foi o açúcar majoritário com 64,90 (mg/g) no estágio maduro do fruto. A sacarose não foi detectada no primeiro estágio de maturação, sendo seu teor baixo em relação aos demais açúcares, com valores que variaram de 1,08 para 1,29 (mg/g) do estágio pintado para o estágio maduro. O estudo de Amira *et al.* (2011), também retrata um comportamento semelhante quanto ao teor de açúcares redutores durante o desenvolvimento de frutos de tâmara (*Phoenix dactylifera* L.), atribuindo isso a ação da invertase, onde sacarose é invertida em glicose e frutose (SAHARI *et al.*, 2007). Fenômeno semelhante foi relatado por Kelebek *et al.* (2015) ao analisar mamão papaya da variedade Sel-42 e Tainung, que encontraram valores médios de glicose, um dos principais açúcares em frutos, em torno de (37,22 e 40,78 mg/g), e frutose em torno de (28,72 a 34,80 mg/g) e a sacarose entre (4,11 e 5,19 mg/g). O aumento no teor de açúcares em frutos também pode estar relacionado ao fenômeno natural que ocorre a partir da conversão de amidos em açúcares (CHO *et al.*, 2015). Os ácidos orgânicos e os açúcares tiveram aumento significativo e correlação muito forte com a maturação dos frutos de jaracatiá, de ( $p < 0,01$ )  $r = 0,978$  para a polpa e ( $p < 0,01$ )  $r = 0,949$  para a casca. Em mamões o sabor do fruto é condicionado pela relação entre açúcares e ácidos que contribuem para a formação de aromas e características sensoriais próprias e originais (KELEBEK *et al.*, 2015).

O teor de carotenoides totais apresentou um aumento significativo quando comparado as amostras verde e as amostras maduras de jaracatiá. Os valores de carotenoides variaram de (14,51 a 28,94  $\mu\text{g/g}$ ). O aumento no teor de carotenoides totais durante o amadurecimento de mamão de polpa vermelha também foi relatado

por Schweiggert *et al* (2011), que observaram maiores teores desses compostos nos últimos estádios de amadurecimento. Estes autores encontraram valores de carotenoides totais que variaram de (1,3 a 54,92 µg/g) ao longo do amadurecimento e conseguiram estabelecer um índice de maturação baseado no teor de carotenoides, na coloração, sólidos solúveis totais e firmeza da polpa, pois com o amadurecimento ocorre o aumento do teor de carotenoides, juntamente com a pigmentação característica destes, (amarelo, laranja, vermelho) e aumento gradual de sólidos solúveis totais.

O nível de maturação em que o fruto é analisado influi diretamente na composição de carotenoides, como é possível verificar para o fruto de jaracatiá (tabela 3), e também em outros estudos (SCHWEIGGERT *et al.*, 2011; RODRIGUEZ-AMAYA, 2008). Para as características do jaracatiá foi possível correlacionar as alterações de cor com o teor de  $\beta$  - caroteno, e sólidos solúveis totais ( $p < 0,01$ )  $r = 0,948$ . Observou-se também que as amostras com maiores valores para o parâmetro  $a^*$  (Tabela 2) apresentaram maiores valores de carotenoides totais (Tabela 3). Kimura *et al* (1991) encontraram um valor próximo de (1,2 µg/g) em mamão (*Carica papaya* - 1,3 µg/g) de polpa amarela no estágio maduro e para mamões da variedade 'formosa', quantidade também observada por Sentanin e Rodriguez-Amaya (2007). Porém, segundo a base de dados USDA, (2006) o teor de  $\beta$ -caroteno é (2,76 µg/g) para mamão da região norte-americana. O mamão (*Carica papaya*) é considerado uma fonte de vitamina A e seu consumo é mundialmente incentivado devido a carência de vitamina A que é uma grande problemática de saúde pública em 122 nações (WHO, 2009). O jaracatiá é um fruto que por meio da análise de quantificação mostrou ser um alimento precursor dessa vitamina, devido seu teor de carotenóides no estágio maduro (28,94 µg/g), inclusive maior que o observado em mamão da espécie *Carica papaya* (KIMURA *et al.*, 1991; SENTANIN e RODRIGUEZ-AMAYA, 2008).

A biossíntese de carotenoides é afetada por diversos fatores ambientais, como a luz, a temperatura, além de fatores genéticos, pois o aumento da expressão genética de enzimas consideradas reguladoras na biossíntese de carotenoides, como a fitoeno sintase (PSY) que pode aumentar significativamente o teor de carotenoides na planta e conseqüentemente o valor nutricional, se considerarmos que carotenoides são fontes de vitamina A e antioxidantes (HIRSHBERG, 2001; VERPOORT e MEMELINK, 2002). O nível de maturação em que o fruto é analisado

influi diretamente na composição de carotenoides, como é possível verificar na tabela 3, e também em outros estudos (SCHWEIGGERT *et al.*, 2011; RODRIGUEZ-AMAYA, 2008).

O teor de lipídeos determinado para o jaracatiá mostrou-se estável durante o amadurecimento, tanto para a polpa quanto para a casca, em média 0,2611 e 0,2574 (g/100g), respectivamente. Portanto, é provável que durante o amadurecimento dos frutos de jaracatiá não ocorram reações de síntese de lipídeos, capazes de alterar o conteúdo desse composto no fruto. Comportamento semelhante foi observado por Amira *et al.* (2011) ao analisar frutos de tâmara (*Phoenix dactylifera* L.).

No jaracatiá o teor proteico da polpa aumentou significativamente de 2,08 no estágio verde para 3,1 (g/100g) no estágio maduro; e na casca houve redução do teor de proteínas de 3,83 no estágio verde para 3,47 (g/100g) no estágio maduro. O jaracatiá é relativamente mais proteico que os mamões *Carica papaya*, que no estágio maduro possuem em média de 0,5 (g/100g) de proteína (NEPA, UNICAMP, 2006); porém comparado a outras frutas nativas como o butiá (*Butia capitata* Mart.) Becc.) - teor proteico: 5,79 (g/100g); e o mandacaru-de-três-quinas (*Cereus hildmannianus* K. Schum.) - teor proteico: 4,05 (g/100g) (Pereira *et al.*, 2013), pode-se dizer que o jaracatiá, possui um teor similar às frutas nativas. Há correlação positiva entre o teor de proteína na polpa e o estágio de maturação de ( $p < 0,01$ )  $r = 0,800$  e na casca uma correlação negativa de ( $p < 0,01$ )  $r = -0,853$ . Esse aumento do nível de proteínas na polpa pode ser atribuído ao aumento de síntese de enzimas em atividade, como a celulase e a poligalacturonase, que quebram polissacarídeos causando o amolecimento do fruto (AMIRA *et al.*, 2011; SAHARI *et al.*, 2007).

As fibras alimentares exercem papel importante sobre o organismo humano por meio da dieta, dentre as funções já relatadas destacam-se as que atuam sobre o intestino, auxiliando na digestão e manutenção da flora intestinal (CUMINNGS *et al.*, 2004).

No jaracatiá o teor de fibras variou entre o estágio verde e maduro, apresentando uma queda gradual de (8,43g/100g) para (4,11g/100g), respectivamente, caracterizando uma forte correlação significativa ( $p < 0,01$ ) negativa de  $r = -0,901$ . Segundo Ortega (2011), o conteúdo de fibras em mamões varia de acordo com o estágio de maturação e o cultivar, sendo o decréscimo de fibras característico devido à ação de enzimas, como as pectinases, pectina metil-

esterase, xilanases, e outras fibrolíticas (BARI *et al.*, 2006; THUMDEE *et al.*, 2011). O aumento de enzimas também justifica o aumento do teor de proteínas em frutos (SAHARI *et al.*, 2007), assim ocorre com o jaracatiá.

Na polpa do jaracatiá houve queda significativa do teor de fibras do estágio verde (8,43 g/100g) para o estágio pintado (4,62g/100g) coincidindo com a afirmativa de Thumdee *et al.* (2010) sobre o aumento da atividade de enzimas como endocluconase,  $\beta$  - galactosidase e  $\beta$  - xilosidase, que estão associadas ao decréscimo de polissacarídeos, dentre estas fibras, e também ao amolecimento da polpa no início do amadurecimento em mamões papaya. Na casca do jaracatiá não houve diferença estatística significativa entre os teores de fibras e o estágio de maturação (verde:  $3,92 \pm 0,17\text{g}/100\text{g}$ ; pintado:  $4,08 \pm 0,4\text{g}/100\text{g}$ ; maduro:  $3,86 \pm 0,16\text{g}/100\text{g}$ ), indicando estabilidade da parede celular da casca, que é uma proteção natural do fruto. Ainda assim, o jaracatiá pode ser considerado fonte de fibras, pois possui mais que 1,5g de fibras em 100g de produto (CODEX ALIMENTARIUS, 2009; CFIA, 2015).

Conseqüentemente com o aumento do teor de sólidos solúveis houve o aumento do valor energético total do fruto, chegando este no seu ápice de 51,5 Kcal/100g na polpa e 48,1 Kcal/100g na casca. Este é um valor comparável ao do mamão papaya (40Kcal/100g), e ao mamão formosa (45Kcal/100g) (NEPA, UNICAMP, 2006).

## **5.3 CARACTERIZAÇÃO FITOQUÍMICA**

### **5.3.1 Rendimento de extratos, frações e identificação dos grupos metabólitos**

Após serem realizadas as extrações e seus respectivos fracionamentos, foi calculado o rendimento destes. A análise de CCD realizada para identificação de grupos metabólitos indicou os resultados presentes na tabela 5.

TABELA 5 - RENDIMENTO DOS EXTRATOS E FRAÇÕES DA POLPA MADURA DE JARACATIÁ E ESTUDO FITOQUÍMICO PRELIMINAR

| EXTRATO/ FRAÇÃO | RENDIMENTO (g) | RENDIMENTO (%) | GRUPOS METABÓLITOS                  |
|-----------------|----------------|----------------|-------------------------------------|
| EA              | 71,75          | 31,51          | *                                   |
| FH              | 2,5124         | 1,1            | esteroides glicosados e flavonoides |
| FCI             | 9,20           | 4,04           | esteroides glicosados e flavonoides |
| FAE             | 0,6444         | 0,28           | *                                   |
| EC              | 6,51           | 3,19           | *                                   |
| FHC             | 1,3734         | 0,67           | esteroides glicosados               |
| FCIC            | 1,1334         | 0,56           | esteroides glicosados               |
| FAC             | 7,13           | 3,49           | *                                   |
| EH              | 42,87          | 21             | *                                   |
| FHH             | 2,31           | 1,13           | esteroides glicosados               |
| FCIH            | 19,99          | 9,79           | *                                   |
| FAH             | 3,16           | 1,55           | flavonoides                         |

Nota: \* - não foram encontrados grupos químicos pelos testes realizados.

EA - Extrato alcoólico; FH - Fração hexano do EA; FCI - Fração clorofórmio do EA; FAE - Fração acetato de etila do EA; EC - Extrato cetônico; FHC - Fração hexano do EC; FCIC - Fração clorofórmio do EC; FAC - Fração acetato de etila do EC; EH - Extrato hidroalcoólico; FHH - Fração hexano do EH; FCIH - Fração clorofórmio do EH; FAH - Fração acetato de etila do EH.

Fonte: A Autora (2015)

Observando o rendimento dos extratos alcoólicos, cetônicos e hidroalcoólicos (31,51%; 3,19%; e 21%, respectivamente), observa-se que a diferença percentual entre extrações com álcool e com cetona, indicando que os compostos presentes na polpa madura do jaracatiá tiveram maior afinidade química com o solvente alcoólico.

### 5.3.2.1 Metabólitos identificados

Os compostos sólidos isolados foram identificados em RMN de  $^{13}\text{C}$  e  $^1\text{H}$ . Na figura 9 observam-se sinais característicos de hidrogênios olefínicos trans em  $\delta\text{H}$  5,34 ppm (J = 8,2 e 15,2 Hz, dd) atribuído ao H- 22 e  $\delta\text{H}$  5,36 ppm (J = 8,2 e 15,2 Hz, dd) atribuído ao H-23 do estigmasterol.

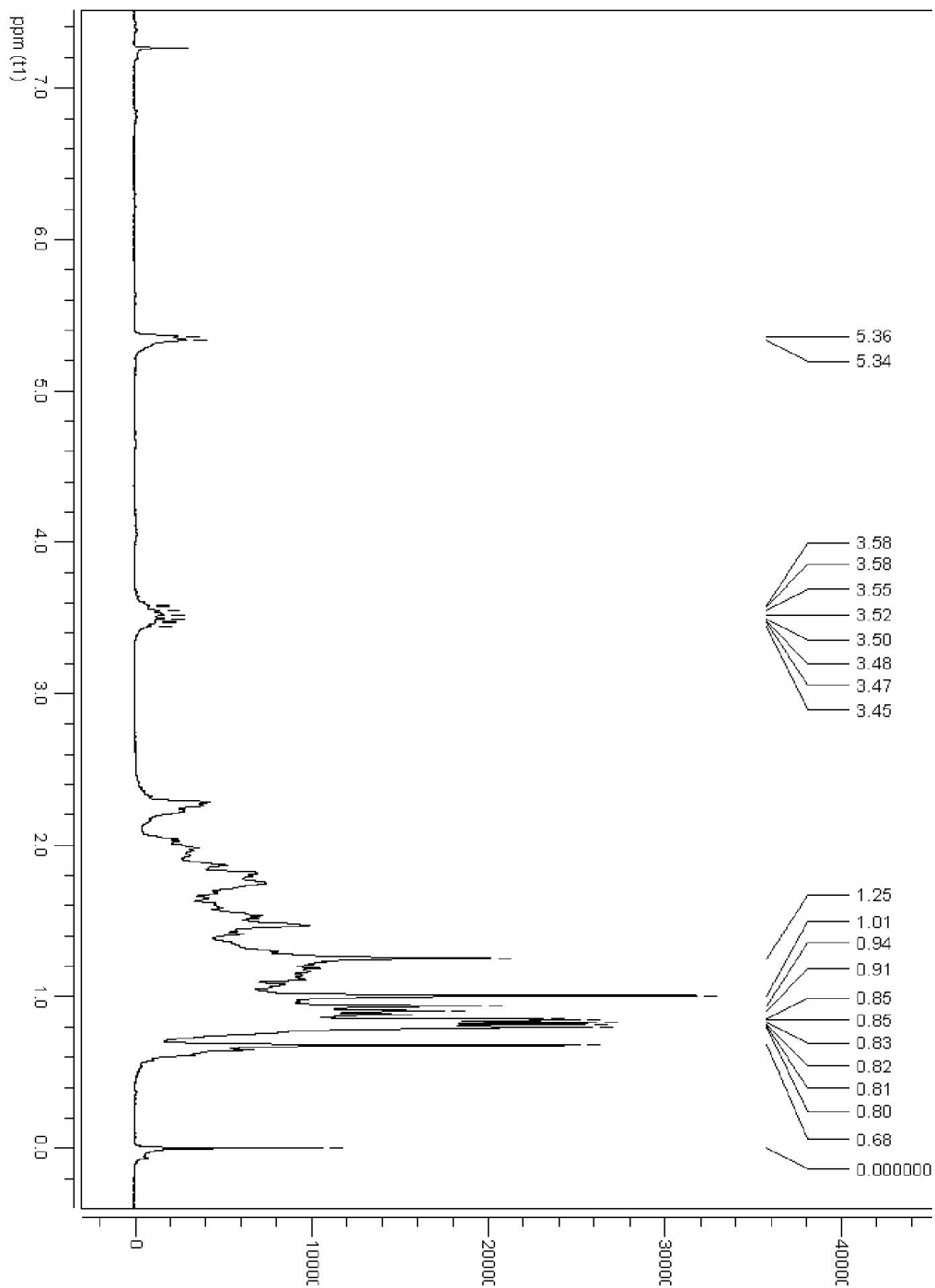


FIGURA 8- ESPECTRO RMN DE  $^1\text{H}$  DO ISOLADO DA FRAÇÃO HEXÂNICA – SOLVENTE DEUTERADO: CLOROFORMIO  
Fonte: A Autora.

A presença do H-3 (multiplete) na região de 3,52 ppm e o acúmulo de sinais na região de 0,60 - 2,40 ppm (Figura 8) atribuídos à presença de vários hidrogênios

metílicos, metínicos e metilênicos são sinais característicos dos esteróides  $\beta$ -sitosterol, estigmasterol e campesterol.

Pela análise dos espectros de RMN  $^{13}\text{C}$  (Figura 9 - 10) podem-se observar entre outros, sinais de carbonos insaturados em  $\delta\text{C}$  140,77 (C), 121,71 (CH). Baseado nos dados espectrais de RMN  $^1\text{H}$  e  $^{13}\text{C}$  e por comparação destes com os dados encontrados na literatura (ANDRADE, 2003; MERINO, 2014) (Quadro 4) o isolado foi identificado como uma mistura de compostos, entre eles os esteróides  $\beta$ -sitosterol (Figura - 11), e campesterol (Figura 12).

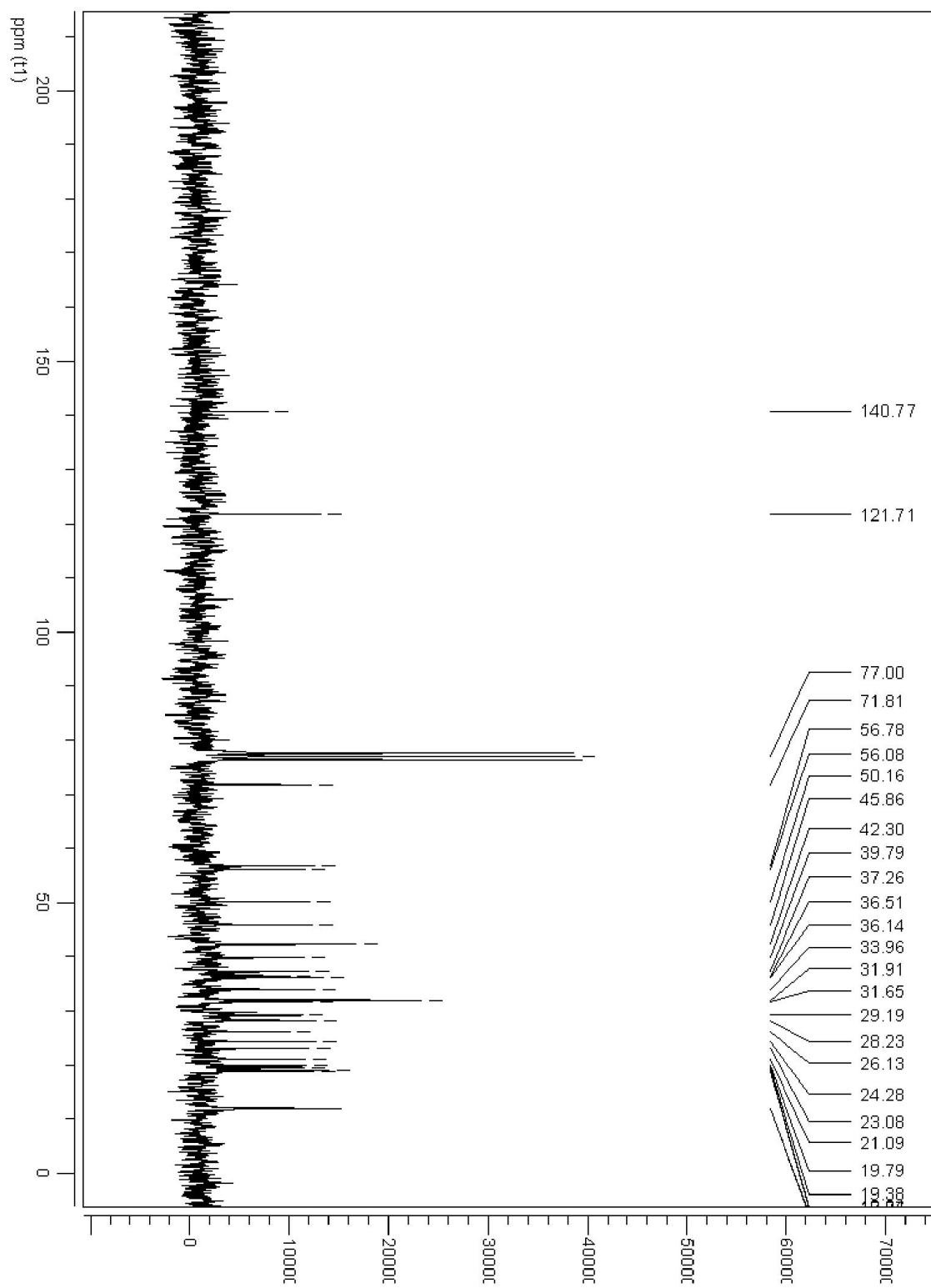


FIGURA 9 - ESPECTRO RMN DE  $^{13}\text{C}$  DO ISOLADO DA FRAÇÃO HEXÂNICA  
Fonte: A Autora (2015)

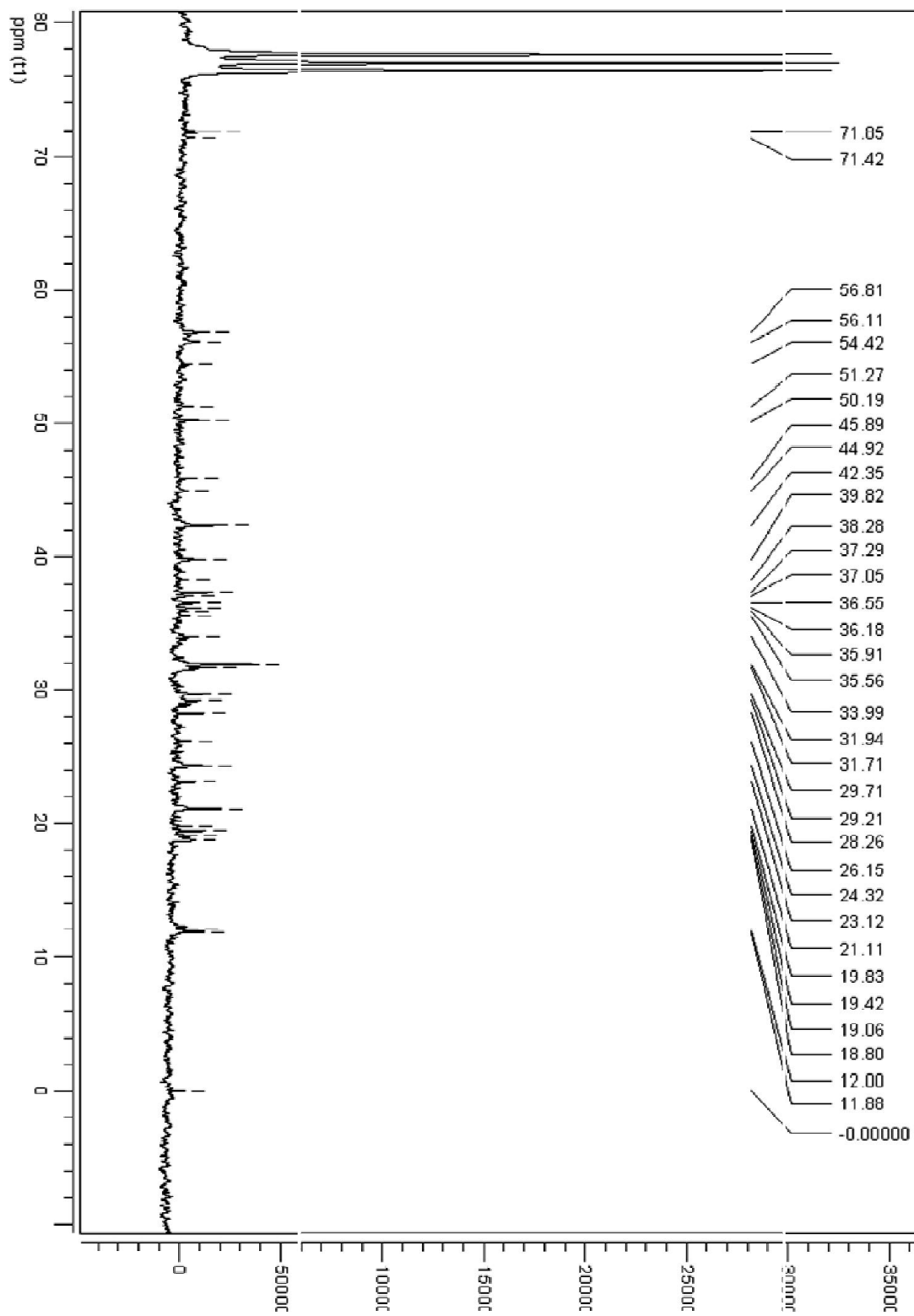


FIGURA 10 - ESPECTRO AMPLIADO RMN DE  $^{13}\text{C}$  DO ISOLADO DA FRAÇÃO HEXÂNICA  
Fonte: A Autora (2015)

| <sup>13</sup> C | β - SITOSTEROL | CAMPESTEROL | β - SITOSTEROL<br>(ANDRADE, 2003) | CAMPESTEROL<br>(ANDRADE, 2003) |
|-----------------|----------------|-------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| 1               | 37,26          | 37,26       | 37,27                             | 37,27                          |
| 2               | 31,65          | 31,65       | 31,65                             | 31,65                          |
| 3               | 7,81           | 7,81        | 71,82                             | 71,82                          |
| 4               | 42,30          | 42,30       | 42,29                             | 42,29                          |
| 5               | 140,77         | 140,77      | 140,77                            | 140,77                         |
| 6               | 121,71         | 121,71      | 121,72                            | 121,72                         |
| 7               | 31,91          | 31,91       | 31,91                             | 31,91                          |
| 8               | 31,91          | 31,91       | 31,91                             | 31,91                          |
| 9               | 50,16          | 50,16       | 50,15                             | 50,15                          |
| 10              | 36,51          | 36,51       | 36,52                             | 36,52                          |
| 11              | 21,09          | 21,09       | 21,09                             | 21,09                          |
| 12              | 39,79          | 39,79       | 39,79                             | 39,79                          |
| 13              | 42,30          | 42,30       | 42,29                             | 42,29                          |
| 14              | 56,78          | 56,78       | 56,78                             | 56,78                          |
| 15              | 24,28          | 24,28       | 24,32                             | 24,32                          |
| 16              | 28,23          | 28,23       | 28,26                             | 28,26                          |
| 17              | 56,08          | 56,08       | 56,07                             | 56,07                          |
| 18              | 11,85          | 11,85       | 11,87                             | 11,87                          |
| 19              | 19,38          | 19,38       | 19,41                             | 19,41                          |
| 20              | 36,14          | 36,14       | 36,16                             | 36,16                          |
| 21              | 19,04          | 19,38       | 19,04                             | 19,41                          |
| 22              | 31,91          | 33,96       | 31,91                             | 33,96                          |
| 23              | 29,71          | 23,13       | 29,70                             | 26,09                          |
| 24              | 39,79          | 45,86       | 39,79                             | 45,85                          |
| 25              | 31,65          | 29,19       | 31,65                             | 29,16                          |
| 26              | 21,09          | 18,77       | 21,09                             | 18,79                          |
| 27              | 19,79          | 19,38       | 19,83                             | 19,41                          |
| 28              | 18,77          | 23,08       | 18,79                             | 23,08                          |
| 29              | 11,97          |             | 11,99                             |                                |

QUADRO 4 – DESLOCAMENTO QUÍMICO NO ESPECTRO DE RMN <sup>13</sup>C - β-SITOSTEROL E CAMPESTEROL  
 Fonte: ANDRADE (2003).

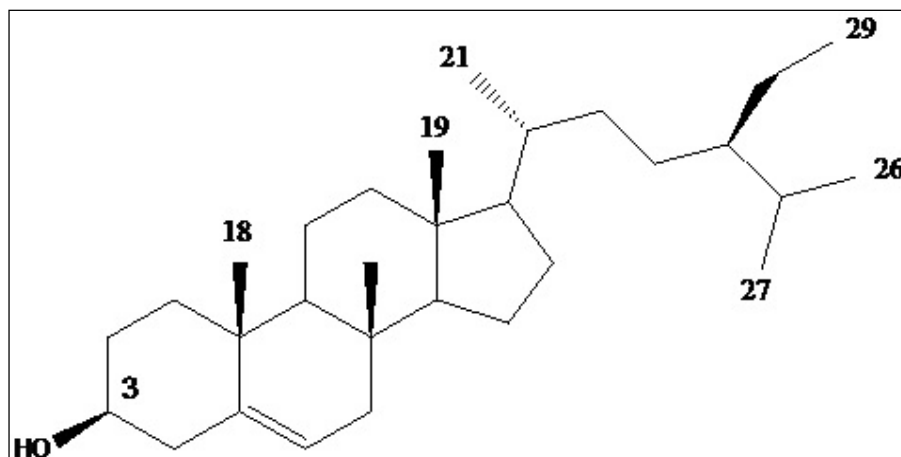


FIGURA 11 - ESTRUTURA MOLECULAR DO B - SITOSTEROL

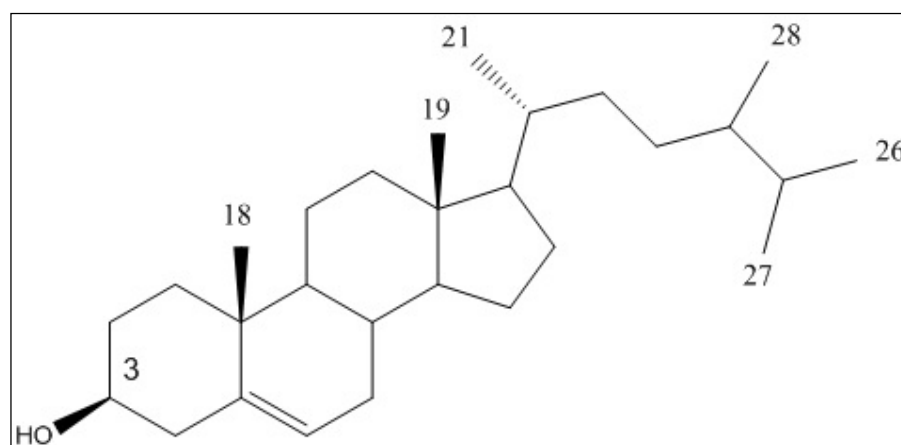


FIGURA 12 - ESTRUTURA MOLECULAR DO CAMPESTEROL

O  $\beta$  - sitosterol e o campesterol são esteroides mais abundantes na natureza e estão presentes em vegetais folhosos, legumes e frutas. São considerados compostos bioativos por sua atividade associada a redução da absorção do colesterol, em cerca de 40 a 60 %; sua atividade antioxidante e anticancerígena (CHOI *et al.*, 2003; KASSIS *et al.*, 2008). Uma dieta de qualidade pode reduzir o risco de doenças cardiovasculares e até mesmo de alguns tipos de câncer (LOCK *et al.*, 2005). O consumo mínimo recomendado de vegetais (frutas, legumes e verduras) é de 9% a 12% da energia diária consumida, assim é indicado o consumo de no mínimo 400g de frutas diariamente (WHO, 2002).

O consumo de frutas e legumes é recomendado por apresentar a correlação inversamente proporcional à ocorrência de doenças crônicas, como câncer e doenças cardiovasculares. Porém, o teor destes compostos tem grande variação, mesmo dentro da mesma espécie, pois fatores ambientais afetam fortemente a biosíntese dos compostos metabólitos secundários nas plantas, conseqüentemente, não há uma recomendação diária de consumo fixa para uma resposta desejável (ETHERTON *et al.*, 2002; BLASA *et al.*, 2010; WOLF, ELMADFA, 2010).

### 5.3.3 Doseamento de compostos fenólicos

Os compostos fenólicos estão presentes em todas as plantas. A sua presença é fortemente correlacionada a propriedade antioxidante, e conseqüentemente a efeitos promotores de saúde no organismo vivo. A realização de estudos a respeito de como agem no organismo e a quantidade suficiente para evidenciar uma atividade antioxidante são necessários para comprovar o potencial de cada espécie vegetal (ETHERTON *et al.*, 2002).

O doseamento de compostos fenólicos é, portanto, um meio de expressar a atividade antioxidante e o potencial redutor das espécies vegetais, como o *Jacaratia spinosa* (Aubl). D. C. O conteúdo fenólico investigado nos extratos e frações da polpa madura de jaracatiá foi expresso em mg equivalentes de ácido gálico por grama de extrato. O gráfico 1 representa a curva padrão de ácido gálico utilizada para o cálculo do teor de compostos fenólicos, a partir da equação de reta gerada do padrão ( $y = 0,0392 x - 0,0583$ ), onde y representa a absorbância e o x representa a concentração de fenólicos correspondente a ácido gálico.

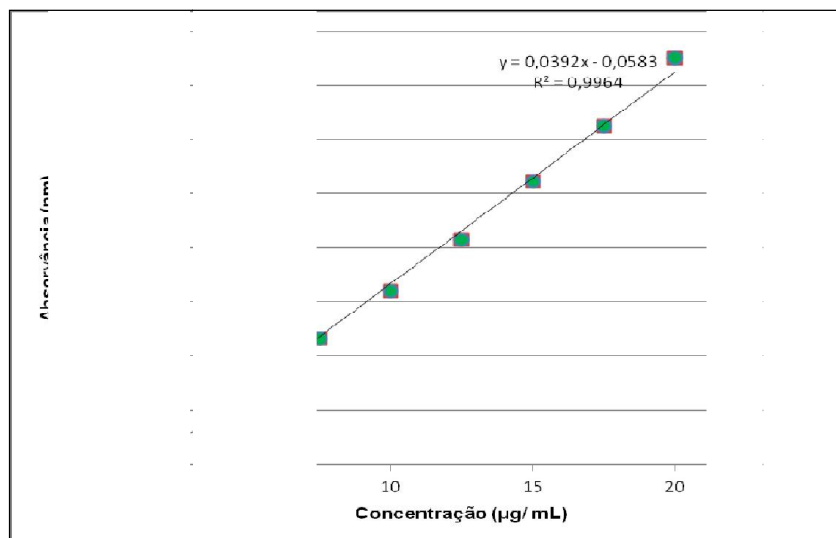


GRÁFICO 1 - CURVA PADRÃO DE ÁCIDO GÁLICO PARA DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS NOS EXTRATOS E FRAÇÕES DE JARACATIÁ

Fonte : A Autora

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários das plantas, além de propriedades antioxidantes, também tem papel no desenvolvimento da cor, qualidade sensorial e nutricional (ROBBINS, 2003; ZIELINSKI *et al.*, 2014).

A atividade antioxidante frente ao complexo fosfomolibdênio foi avaliada para extratos e frações em relação a vitamina C (atividade antioxidante considerada como 100%). Na tabela 6 é possível verificar o teor específico de compostos fenólicos.

TABELA 6 - DOSEAMENTO DE COMPOSTOS FENÓLICOS DOS EXTRATOS E FRAÇÕES DE JARACATIÁ

| EXTRATOS E FRAÇÕES | CONCENTRAÇÃO<br>(mg EAG/g $\pm \sigma$ ) |
|--------------------|--|
| EA                 | 10,41 $\pm$ 0,001                        |
| FH                 | 11,44 $\pm$ 0,001                        |
| FCI                | 10,48 $\pm$ 0,007                        |
| FAE                | 9,920 $\pm$ 0,001                        |
| EC                 | 11,12 $\pm$ 0,004                        |
| FHC                | 11,09 $\pm$ 0,003                        |
| FCIC               | 11,62 $\pm$ 0,002                        |
| FAC                | 8,820 $\pm$ 0,001                        |
| EH                 | 10,00 $\pm$ 0,001                        |
| FHH                | 13,60 $\pm$ 0,006                        |
| FCIH               | 8,180 $\pm$ 0,001                        |
| FAH                | 9,210 $\pm$ 0,001                        |
| Média              | 10,49 $\pm$ 1,444                        |

Nota: mg EAG/g - miligramas equivalentes de ácido gálico por gramas de extrato ou fração.

EA - Extrato alcoólico; FH - Fração hexano do EA; FCI - Fração clorofórmio do EA; FAE - Fração acetato de etila do EA; EC - Extrato cetônio; FHC - Fração hexano do EC; FCIC - Fração clorofórmio do EC; FAC - Fração acetato de etila do EC; EH - Extrato hidroalcoólico; FHH - Fração hexano do EH; FCIH - Fração clorofórmio do EH; FAH - Fração acetato de etila do EH.  
Fonte: A Autora.

As amostras que tiveram maior concentração de fenólicos foram as frações hexano (TABELA 6). A média de concentração foi de  $10,49 \pm 1,44$  (mg EAG/g), sendo o menor valor encontrado para a fração clorofórmio do extrato hidroalcoólico ( $8,18 \pm 0,0011$  mg EAG/g), ou seja, o conteúdo fenólico desta fração é menor, assim este solvente demonstrou baixo desempenho na extração de fenólicos. A fração hexano do extrato hidroalcoólico teve uma concentração de 13,6 (mg EAG/g). De acordo com a classificação elaborada por Vasco *et al.* (2008) e seguida por Rufino *et al.* (2010), que avaliaram o conteúdo fenólico de frutas do Equador, e do Brasil, respectivamente, existem 3 categorias para classificação de compostos fenólicos em frutas, são elas: baixo (<10 mg EAG/g), médio (10 - 50 mg EAG/g), alto (>50 mg EAG/g) na matéria seca. Os extratos e frações da polpa madura de jaracatiá encontram-se classificados entre baixo e médio teor de compostos fenólicos, com um conteúdo médio de  $10,49 \pm 1,44$  (mg EAG/g). Os frutos *Carica Papaya* também podem ser classificados como frutos de médio conteúdo de fenólicos, pois possuem em média 12,64 (mg EAG/g) Da Silva *et al.* (2014). O jaracatiá possui teor comparável ao teor encontrado por Da Silva *et al.* (2014) que também utilizou como solventes de extração etanol e acetona, obtendo valores de  $12,64 \pm 1,27$  (mg EAG/g) para *Carica papaya*.

Contudo, se compararmos o conteúdo fenólico do jaracatiá com os frutos do estudo de Isabelle *et al* (2010), que também trabalhou com extratos, utilizando como solventes de extração acetona, água e ácido acético em vegetais secos em pó, o jaracatiá possui um alto conteúdo de compostos fenólicos.

#### **5.3.4 Atividade Antioxidante**

Os compostos naturais com atividade antioxidante são alvo dos estudos científicos, devido suas propriedades estarem intimamente associadas à saúde,

porém mensurar essa capacidade e elucidar os mecanismos de ação são grandes desafios para a comunidade científica (THAIPONG *et al.*, 2006). A capacidade antioxidante de frutas está relacionada à presença de ácido ascórbico, compostos fenólicos (antioxidantes hidrófilos), e carotenoides (antioxidantes lipofílicos) (HALLIWELL, 1996<sup>a</sup>; HALLIWELL, 1996<sup>b</sup>). Porém, o que se sabe é que alimentos ricos em carotenoides não têm boa correlação com os resultados expressos em métodos atuais de atividade antioxidante, tal fato é investigado e estudos que busquem desenvolver métodos que demonstre a real proporção da atividade antioxidante de alimentos com carotenoides são incentivados. Esses testes devem prever as reações químicas que ocorrem, utilizar fontes de radicais biológicos, oxigênio singleto, eliminação de radicais peróxido, com a determinação do mecanismo bioquímico e um ponto final dessa reação, instrumentação acessível, metodologia simples e de reprodutibilidade, que represente condição real no metabolismo (RODRIGUEZ-AMAYA, 2010).

#### 5.3.4.1 Formação do complexo fosfomolibdênio dos extratos e frações do Jaracatiá

Por meio do ensaio de formação do complexo fosfomolibdênio é possível quantificar a atividade antioxidante de compostos hidrofílicos e lipofílicos (PRIETO, PINEDA, e AGUIAR, 1999). Os resultados dos extratos e frações de jaracatiá analisados encontram-se expressos em porcentagem na tabela 7.

TABELA 7 - ATIVIDADE ANTIOXIDANTE RELATIVA (AAR%) À VITAMINA C E À RUTINA SEGUNDO O ENSAIO DA FORMAÇÃO DO COMPLEXO FOSFOMOLIBDÊNIO DOS EXTRATOS E FRAÇÕES DO JARACATIÁ

| AMOSTRAS | AAR VITAMINA C (%) $\pm \sigma$ | AAR RUTINA(%) $\pm \sigma$     |
|----------|---------------------------------|--------------------------------|
| EA       | 3,2 $\pm$ 0,30 <sup>d</sup>     | 37,73 $\pm$ 3,55 <sup>d</sup>  |
| FH       | 4,89 $\pm$ 0,37 <sup>f</sup>    | 57,62 $\pm$ 4,41 <sup>f</sup>  |
| FCI      | 9,56 $\pm$ 0,43 <sup>j</sup>    | 112,66 $\pm$ 5,04 <sup>j</sup> |
| FAE      | 8,75 $\pm$ 0,17 <sup>i</sup>    | 103,1 $\pm$ 1,95 <sup>i</sup>  |
| EC       | 2,13 $\pm$ 0,21 <sup>c</sup>    | 25,06 $\pm$ 2,49 <sup>c</sup>  |
| FHC      | 5,5 $\pm$ 0,4 <sup>g</sup>      | 64,86 $\pm$ 4,72 <sup>g</sup>  |
| FCIC     | 4,17 $\pm$ 0,27 <sup>e</sup>    | 49,01 $\pm$ 3,13 <sup>e</sup>  |

|      |                          |                            |
|------|--------------------------|----------------------------|
| FAC  | 0,66 ± 0,1 <sup>a</sup>  | 7,75 ± 1,18 <sup>a</sup>   |
| EH   | 1,40 ± 0,1 <sup>b</sup>  | 16,54 ± 1,18 <sup>b</sup>  |
| FHH  | 4,63 ± 0,56 <sup>e</sup> | 5,52 ± 6,6 <sup>e</sup>    |
| FCIH | 6,69 ± 0,37 <sup>h</sup> | 78,81 ± 4,31 <sup>h</sup>  |
| FAH  | 1,86 ± 0,2 <sup>bc</sup> | 21,96 ± 2,37 <sup>bc</sup> |

\*Médias com letras diferentes na mesma linha, diferem entre si ao nível de 5% de acordo com o Teste de Duncan.

Notas: resultados expressos em média percentual da triplicata ± desvio padrão

EA - Extrato alcoólico; FH - Fração hexano do EA; FCI - Fração clorofórmio do EA; FAE - Fração acetato de etila do EA; EC - Extrato cetônico; FHC - Fração hexano do EC; FCIC - Fração clorofórmio do EC; FAC - Fração acetato de etila do EC; EH - Extrato hidroalcoólico; FHH - Fração hexano do EH; FCIH - Fração clorofórmio do EH; FAH - Fração acetato de etila do EH.

Fonte: A Autora.

A atividade antioxidante medida no ensaio de fosfomolibdênio é calculada relativamente por meio de dois padrões reconhecidos por sua atividade, e com isso é possível saber o potencial frente a radicais livres por este mecanismo. Os extratos e frações do jaracatiá possuem atividade antioxidante (GRÁFICO 2). Porém, se comparado a um composto puro, como o ácido ascórbico essa atividade dos extratos e frações não é tão eficiente, mas é possível evidenciar a presença de compostos que promovem esta atividade. Estatisticamente, a atividade antioxidante relativa é significativamente diferente entre extratos e frações, exceto quanto à fração acetato de etila do extrato hidroalcoólico (AAR Vitamina C = 1,86% ± 0,2), que teve atividade estatisticamente igual ao extrato hidroalcoólico (AAR vitamina C = 1,40% ± 0,1), e extrato cetônico (AAR vitamina C = 2,13% ± 0,21). Amostras de mamão papaya também revelaram uma atividade relativa abaixo de 10%, quando comparadas ao ácido ascórbico (OKOKO; ERE, 2012). No gráfico 2, a seguir, é possível visualizar a atividade antioxidante relativa ao ácido ascórbico e à rutina.

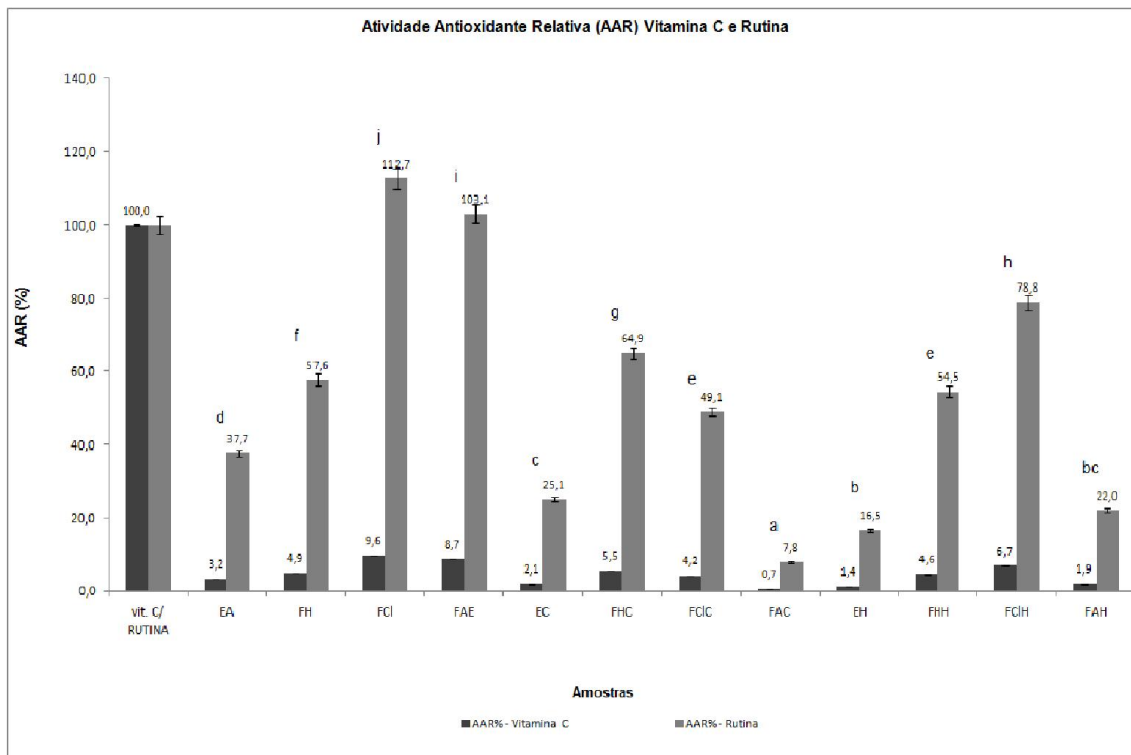


GRÁFICO 2 - ATIVIDADE ANTIOXIDANTE RELATIVA (%) AO PADRÃO DE VITAMINA C E RUTINA DOS EXTRATOS E FRAÇÕES DE JARACATIÁ

Nota: EA - Extrato alcoólico; FH - Fração hexano do EA; FCI - Fração clorofórmio do EA; FAE - Fração acetato de etila do EA; EC - Extrato cetônio; FHC - Fração hexano do EC; FCIC - Fração clorofórmio do EC; FAC - Fração acetato de etila do EC; EH - Extrato hidroalcoólico; FHH - Fração hexano do EH; FCIH - Fração clorofórmio do EH; FAH - Fração acetato de etila do EH.

Fonte: A Autora.

Os extratos e frações tem uma atividade antioxidante significativa em relação ao padrão rutina (GRÁFICO 2), sendo os mais significativos a fração clorofórmio do extrato alcoólico (112,7%), a fração acetato de etila do extrato alcoólico (103,1%), e a fração clorofórmio do extrato hidroalcoólico (78,8%).

#### 5.3.4.2 Capacidade antioxidante frente ao radical livre DPPH•

A capacidade antioxidante frente ao radical DPPH foi calculada pela porcentagem de inibição do DPPH pelos extratos e frações, e por regressão linear foi possível calcular o IC<sub>50</sub>, que é a concentração da amostra que inibe 50% da concentração inicial de DPPH. As amostras foram comparadas com os padrões

vitamina C e rutina. Por meio da equação da reta dos gráficos a seguir foi possível determinar o IC<sub>50</sub>.

Os gráficos 3 e 4 apresentam os cinco pontos de concentrações utilizadas para os extratos e frações analisados, informando as diferentes concentrações de cada amostra no eixo das abscissas e, no eixo das ordenadas, o potencial de redução do DPPH referente à cada concentração, expresso em percentual.

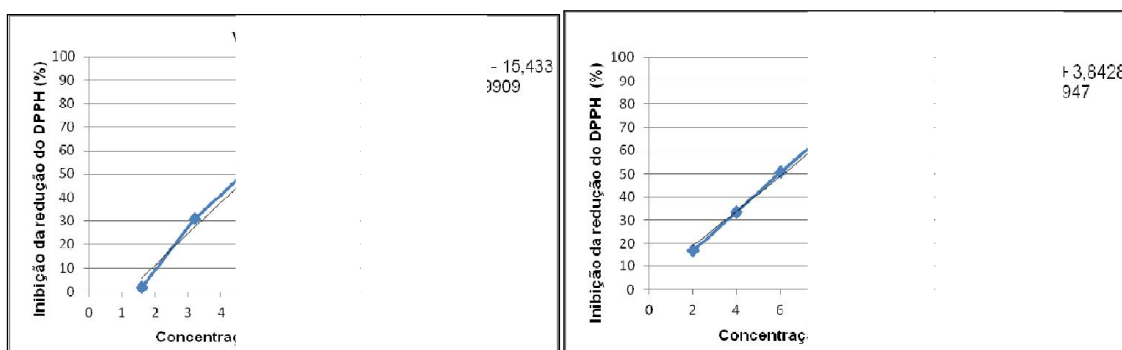


GRÁFICO 3 - CURVAS DOS PADRÕES VITAMINA C E RUTINA PELA REDUÇÃO DO DPPH

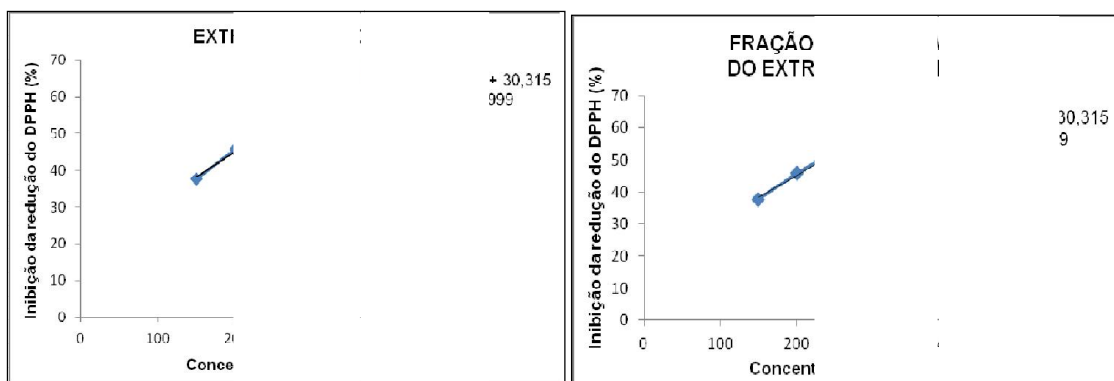


GRÁFICO 4 - ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DOS EXTRATOS E FRAÇÕES DO FRUTO *Jacaratia spinosa* AUBL. D. C. PELA REDUÇÃO DO RADICAL DPPH

Foram testados todos os extratos e frações, porém apenas o extrato cêtonico e a fração clorofórmio do extrato cetônico (FCIC) apresentaram atividade frente ao radical DPPH. A concentração de inibição de 50% do radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH) do extrato cetônico foi  $239,61 \pm 4,55 \mu\text{g}/\text{mL}$  e da fração

clorofórmio do extrato cetônico foi de  $176,36 \pm 10,69 \mu\text{g}/\text{mL}$ , enquanto a Vitamina C apresentou um  $\text{IC}_{50}$  de  $4,92 \pm 0,07 \mu\text{g}/\text{mL}$  e a rutina um  $\text{IC}_{50}$  de  $6,15 \pm 0,08 \mu\text{g}/\text{mL}$ .

O fato de os outros extratos e frações não terem apresentado atividade frente ao radical DPPH, não significa que estes não tenham atividade antioxidante, mas que não apresentam este mecanismo de ação (sequestro de radicais livres). A eliminação de radicais de DPPH também é influenciada pelo pH do meio, pela polaridade do meio de reação e estrutura química do captador de radicais, solubilidade do composto em análise e sensibilidade à luz; o que possivelmente corroborou para estes resultados (OZCELIK *et al.*, 2003; SAITO *et al.*, 2004; SHIZUKA e JUN KAWABATA, 2005; SHARMA e BHAT, 2009).

A análise estatística revela que os padrões de ácido ascórbico (vitamina C) e rutina são iguais, assim como demonstrado na tabela 8.

TABELA 8 - CONCENTRAÇÃO INIBITÓRIA ( $\text{IC}_{50}$ ) DO EXTRATO CETÔNICO E SUA FRAÇÃO CLOROFÓRMIO DO *Jacaratia spinosa* (AUBL.) D. C. E DOS PADRÕES VITAMINA C E RUTINA

| AMOSTRA                                | CONCENTRAÇÃO $\text{IC}_{50}$ ( $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) |
|--|---|
| Vitamina C                             | $4,92 \pm 0,07^a$   |
| Rutina                                 | $6,15 \pm 0,08^a$   |
| Extrato cetônico                       | $239,61 \pm 4,55^b$                                       |
| Fração clorofórmio do extrato cetônico | $176,36 \pm 10,69^c$                                      |

\*Médias com letras diferentes na mesma linha, diferem entre si ao nível de 5% de acordo com o Teste de Duncan.

Fonte: A Autora.

O extrato cêtonico e a fração clorofórmio do extrato cetônico diferiram estatisticamente entre si e também dos padrões. Sua concentração necessária para inibir 50% do radical livre DPPH foi também significativamente maior que os padrões antioxidantes (vitamina C e rutina), ou seja, sua atividade antioxidante é menor se comparado aos padrões, mas deve-se considerar que os padrões são compostos isolados de comprovada atividade e que servem como referencial para a análise.

O extrato cetônico ( $\text{IC}_{50} = 239,61 \pm 4,55 \mu\text{g}/\text{mL}$ ) do jaracatiá tem um  $\text{IC}_{50}$  similar ao encontrado em frutos nativas como murici (*Byrsonima dealbata*) ( $238 \pm 17,7 \mu\text{g}/\text{mL}$ ) e uvaia (*Eugenia pyriformis*) ( $276 \pm 22,2 \mu\text{g}/\text{mL}$ ); e a fração clorofórmio ( $\text{IC}_{50} = 176,36 \pm 10,69 \mu\text{g}/\text{mL}$ ) tem  $\text{IC}_{50}$  similar a Jabuticaba ( $138 \pm 3,1 \mu\text{g}/\text{mL}$ ) (Rufino *et al.*, 2010). O extrato cêtonico e a fração clorofórmio do extrato cetônico diferiram

estatisticamente entre si e também dos padrões. A concentração necessária para inibir 50% do radical livre DPPH também foi significativamente maior que os padrões antioxidantes (vitamina C e rutina), ou seja, sua atividade antioxidante é menor.

## **5.5 AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE**

### **5.5.1 Avaliação da toxicidade frente à *Artemia salina***

O estudo toxicológico preliminar realizado com *Artemia salina* revelou toxicidade apenas para as amostras de polpa madura de jaracatiá *in natura* desidratada e pasteurizada, com uma  $CL_{50}$  777,82  $\mu\text{g/mL}$  e 393,40  $\mu\text{g/mL}$ , respectivamente. Os extratos e frações são considerados atóxicos por esta análise, pois não houve letalidade abaixo de 1000  $\mu\text{g/mL}$ .

O teste com *Artemia salina* é considerado útil para avaliação de toxicidade preliminar e atividade farmacológica, supondo-se que a  $CL_{50}$  de valores inferiores a 1000  $\mu\text{g/mL}$  indicam uma bioatividade (SOLÍS, WRIGHT, ANDERSON, GUPTA E PHILLIPSON, 1993). Assim, a polpa de jaracatiá *in natura* possui compostos bioativos, sendo estes submetidos ou não a um processo de cozimento, o que sugere estudos mais profundos de possíveis usos como um material farmacêutico.

### **5.5.2 Atividade hemolítica**

O estudo da atividade hemolítica realizado com a polpa madura do jaracatiá *in natura* e com extratos da polpa madura apresentou hemólise em eritrócitos de carneiro, ou seja, o estudo preliminar revela toxicidade.

A tabela 9 apresenta em porcentagem a atividade hemolítica das amostras.

TABELA 9 - ATIVIDADE HEMOLÍTICA DO JARACATIÁ *Jacaratia spinosa* (AUBL.) D. C.

| AMOSTRA                | ATIVIDADE HEMOLÍTICA (% $\pm\sigma$ ) |                                |                                 |                                |
|------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
|                        | CONCENTRAÇÃO ( $\mu\text{g/mL}$ )     |                                |                                 |                                |
|                        | 100                                   | 200                            | 500                             | 1000                           |
| EA                     | 5,17 $\pm$ 0,39 <sup>b</sup>          | 5,22 $\pm$ 0,23 <sup>ab</sup>  | 4,54 $\pm$ 0,21 <sup>ab</sup>   | 5,69 $\pm$ 0,61 <sup>a</sup>   |
| FH                     | 6,77 $\pm$ 0,31 <sup>c</sup>          | 10,76 $\pm$ 0,82 <sup>ef</sup> | 89,11 $\pm$ 2,61 <sup>g</sup>   | 120,76 $\pm$ 1,54 <sup>c</sup> |
| FCI                    | 4,17 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>          | 4,17 $\pm$ 0,28 <sup>a</sup>   | 4,24 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>    | 5,51 $\pm$ 0,24 <sup>a</sup>   |
| FAE                    | 4,46 $\pm$ 0,34 <sup>a</sup>          | 3,98 $\pm$ 0,64 <sup>a</sup>   | 4,13 $\pm$ 0,35 <sup>a</sup>    | 5,33 $\pm$ 0,17 <sup>a</sup>   |
| EC                     | 9,22 $\pm$ 0,33 <sup>d</sup>          | 8,35 $\pm$ 0,52 <sup>cd</sup>  | 91,25 $\pm$ 2,21 <sup>g</sup>   | 72,06 $\pm$ 1,64 <sup>b</sup>  |
| FHC                    | 9,62 $\pm$ 0,69 <sup>d</sup>          | 11,51 $\pm$ 1,05 <sup>f</sup>  | 99,34 $\pm$ 4,18 <sup>h</sup>   | 145,19 $\pm$ 4,32 <sup>d</sup> |
| FCIC                   | 6,34 $\pm$ 0,6 <sup>c</sup>           | 10,22 $\pm$ 0,38 <sup>e</sup>  | 72,64 $\pm$ 0,95 <sup>f</sup>   | 77 $\pm$ 2,87 <sup>b</sup>     |
| FAC                    | 4,28 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>          | 6,28 $\pm$ 0,44 <sup>b</sup>   | 3,87 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>    | 4,41 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>    |
| EH                     | 6,53 $\pm$ 0,25 <sup>c</sup>          | 5,6 $\pm$ 0,12 <sup>b</sup>    | 5,78 $\pm$ 0,29 <sup>abcd</sup> | 5,73 $\pm$ 0,4 <sup>a</sup>    |
| FHH                    | 14,87 $\pm$ 0,57 <sup>e</sup>         | 15,29 $\pm$ 0,83 <sup>g</sup>  | 5,49 $\pm$ 0,14 <sup>abc</sup>  | 5,2 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>     |
| FCIH                   | 4,30 $\pm$ 0,23 <sup>a</sup>          | 4,06 $\pm$ 0,21 <sup>a</sup>   | 4,74 $\pm$ 0,36 <sup>ab</sup>   | 5,18 $\pm$ 0,15 <sup>a</sup>   |
| FAH                    | 5,30 $\pm$ 0,35 <sup>b</sup>          | 5,03 $\pm$ 0,25 <sup>ab</sup>  | 4,77 $\pm$ 0,48 <sup>ab</sup>   | 4,66 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>   |
| Jaracatiá <i>d</i> **  | 8,89 $\pm$ 0,29 <sup>d</sup>          | 9,58 $\pm$ 1,36 <sup>de</sup>  | 8,29 $\pm$ 0,39 <sup>de</sup>   | 8,16 $\pm$ 0,29 <sup>a</sup>   |
| Jaracatiá <i>p</i> *** | 8,71 $\pm$ 0,48 <sup>d</sup>          | 9,99 $\pm$ 1,14 <sup>e</sup>   | 9,03 $\pm$ 1,2 <sup>e</sup>     | 9,12 $\pm$ 0,89 <sup>a</sup>   |
| Mamão papaya**         | 8,98 $\pm$ 0,55 <sup>d</sup>          | 7,93 $\pm$ 0,97 <sup>c</sup>   | 7,15 $\pm$ 0,14 <sup>bode</sup> | 8,52 $\pm$ 0,86 <sup>a</sup>   |
| Mamão formosa**        | 8,71 $\pm$ 0,34 <sup>d</sup>          | 9,49 $\pm$ 0,73 <sup>de</sup>  | 7,93 $\pm$ 0,9 <sup>cde</sup>   | 8,57 $\pm$ 0,42 <sup>a</sup>   |

\* Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ao nível de 5% de acordo no teste de Duncan; \*\* desidratada; \*\*\* pasteurizada.

Nota: EA - Extrato alcoólico; FH - Fração hexano do EA; FCI - Fração clorofórmio do EA; FAE - Fração acetato de etila do EA; EC - Extrato cetônio; FHC - Fração hexano do EC; FCIC - Fração clorofórmio do EC; FAC - Fração acetato de etila do EC; EH - Extrato hidroalcoólico; FHH - Fração hexano do EH; FCIH - Fração clorofórmio do EH; FAH - Fração acetato de etila do EH.

Fonte: A Autora.

A análise de hemólise indica a possível presença de compostos tóxicos no fruto *in natura* seco, cozido e em seus extratos e frações, sendo que a fração hexano do extrato alcoólico, o extrato cetônico e sua fração hexano, bem como clorofórmio, devido sua polaridade, foram as que apresentaram uma atividade mais efetiva sobre os eritrócitos. A atividade hemolítica quando detectada indica possível toxicidade devido à forma de atuação do composto em estudo no organismo vivo, pois com a liberação de hemoglobina livre no plasma, órgãos como fígado, rins e coração são prejudicados (CARVALHO *et al.*, 2007).

Testar a atividade hemolítica é de extrema importância, pois este é um teste indicador de citotoxicidade. Em extratos de algas marinhas observa-se que mesmo em concentrações elevadas de 1000 µg/mL a atividade hemolítica não passou de 7% (KANNAN *et al.* 2012), o que evidência a importância de estudos a respeito da toxicidade do jaracatiá.

## 6 CONCLUSÃO

- O jaracatiá é um fruto que possui 79% de sua constituição aproveitável gastronomicamente; e cerca de 21% do fruto é semente, estudos sobre aproveitamento de resíduos devem ser incentivados.
- Os parâmetros físico-químicos variam uniformemente com o amadurecimento, apresentando fortes correlações ( $R^2 > 0,9$ );
- O conteúdo de ácido cítrico do jaracatiá pode ser atribuído ao seu sabor e aroma cítricos;
- O jaracatiá é uma fruta que possui dois compostos antioxidantes, o  $\beta$  - sitosterol e campesterol, que estão intimamente ligados a propriedade antioxidante de alimentos;
- Durante a maturação o total de carotenoides praticamente dobrou. Essas características do fruto indicam uma boa fonte de pró-vitamina A.
- O teor de fibras também indica que o jaracatiá é fonte de fibras alimentares;
- O jaracatiá pode ser classificado como um fruto de médio conteúdo de fenólicos totais e possui atividade antioxidante frente aos mecanismos testados (fosfomolibdênio e radical livre DPPH);
- A toxicidade preliminar presente no jaracatiá torna evidente a importância de estudos sobre sua ação citológica, pois diante dos resultados expressos não é possível afirmar que seu consumo é seguro.
- As pesquisas com a espécie devem continuar para elucidar suas propriedades e fornecer informações sobre seu aproveitamento. O jaracatiá é uma espécie com perspectivas de potencial uso alimentício, farmacêutico e agrário, desde que as investigações sobre sua segurança continuem.

## 7 REFERÊNCIAS

Ação Brasileira pela Nutrição e Direitos Humanos – **ABRANDH**. O direito humano à alimentação adequada e o sistema nacional de segurança alimentar e nutricional / organizadora, Marília Leão. – Brasília: ABRANDH, 263 p. 2013.

ALBERTI, A.; ZIELINSKI, A. A. F.; ZARDO, D. M.; DEMIATE, I. M.; NOGUEIRA, A.; MAFRA, L. I. *et al.* Optimisation of the extraction of phenolic compounds from apples using response surface methodology. **Food chemistry**, v. 149, p. 151–8, 15 abr. 2014.

ALMORA, K.; PINO, J.A.; HERNANDEZ, M.; DUARTE, C.; GONZALEZ, J.; RONCAL, E. Evaluation of volatiles from ripening papaya (*Carica papaya* L., var. Maradol roja). **Food Chemistry**, vol. 86, p. 127-130, 2004.

AMIRA, E. A.; GUIDO, FLAMINI, G.; BEHIJA, S. E.; MANOEL, I.; NESRINE, Z.; FERCHICHI, A.; HAMMAMMI, M.; NOUREDDINE, H. A.; LOTFI, A. Chemical and aroma volatile compositions of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits at three maturation stages. **Food Chemistry**, v. 127, n. 4, p. 1744–1754, 2011.

AYALA-ZAVALA, J. F.; VEGA-VEGA, V.; ROSAS-DOMÍNGUEZ, C.; PALAFOX-CARLOS, H.; VILLA-RODRIGUEZ, J. A. *et al.* Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. **Food Research International**, 44, p; 1866-1874, 2011.

ARNAO, M.B. Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: a practical case. **Trends Food Science Technology**, vol. 11, 419–421, 2000.

ARABBI, P. R., GENOVESE, M. I., & LAJOLO, F. M. Flavonoids in vegetable foods commonly consumed in Brazil and estimated ingestion by the Brazilian population. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 52(5), 1124-1131. 2004.

ARBOS, K. A. **Estudo do Potencial Antioxidante de vegetais da família Cruciferae de diferentes cultivos**. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná. 2004.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Arlington: A.O.A.C., 1995.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (A.O.A.C). Official Methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Arlington: A.O.A.C., cap. 44, p. 3. 1996.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (A.O.A.C). (16 ed). Métodos oficiais de análise da Associação dos Químicos Analíticos Oficiais, vol. 2, Washington, DC. 1997.

AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. Official Methods of Analysis, 17th ed., Washington, D. C., 2000.

BADILLO, V.M. **Monografía de la familia Caricaceae**. Asociación de profesores, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Maracay. 1971

BANERJEE, A.; KUNWAR A.; MISHRA, B.; PRIYADARSINI, K. I. Concentration dependent antioxidant/pro-oxidant activity of curcumin studies from AAPH induced hemolysis of red blood cells. **Chemico-Biological Interactions**. Santa Fe, v. 172. n. 2. p. 134-139, jul. 2008.

BARI, L.; HASSAN, P.; ABSAR, N.; HAQUE, M. E.; KHUDA, M.; PERVIN, M. M.; KHATUN, S.; HOSSAIN, M. I. Nutritional analysis of two local varieties of papaya (*Carica papaya* L.) at different maturation stages. **Pakistan Journal Biological Sciences**.v. 9, p. 137-140, 2006.

BEDNARCZUK, V. O.; VERDAM, M. C. S.; MIGUEL, M. D.; MIGUEL, O.G. Tests *in vitro* and *in vivo* used in the toxicological screening of natural products. **Visão Acadêmica**. Curitiba, vol. 11, p. 43 - 50, dez. 2010.

BIANCO, E. M. **Química e potencial antioxidante de folhas e caules de Bauhinia microstachya (Raddi) Macbr., Caesalpiaceae**. 104f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas. UFPR. 2003

BITTAR, E. C. B. **Doutrinas e filosofias políticas: contribuição para a história das idéias políticas**. São Paulo: Atlas, 2002.

BOBBIO, N.; MATTEUCI, N.; e PASQUINO, G. **Dicionário de política** [tradução Carmem C. Varriale et. al.; coordenação da tradução João Ferreira; revisão geral João Ferreira e Luís Guerreiro Pinto Cascais]. 5 ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília: São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2000.

BONAVIDES, P. **Curso de direito constitucional**. 11 ed. São Paulo: Malheiros, 2001.

BLANES, L. L.; ARAÚJO, W. L. M.; FERNANDES, V. Associativismo, Sistemas Agroflorestais e Produção Orgânica: uma estratégia para conservação e desenvolvimento no contexto rural da região cacauzeira da Bahia. In: UZEDA, M. C. (org). **O Desafio da Agricultura Sustentável – alternativas viáveis para o Sul da Bahia**. Editus. Ilhéus. 130p. 2004. Disponível em:<  
<http://www.iesb.org.br/biblioteca/sapo.pdf>>. Acesso em: 13/11/2013

BLASA, M.; GENNARI, L.; ANGELINO, D.; NINFALI, P. Chapter: 3 - Fruit and vegetable antioxidants in health. In: **Bioactive Foods in Promoting Health**. Fruits and Vegetables. Ronald Ross Watson and Victor R. Preedy. p. 37-58. 2010.

BLIGH, G. E.; DYER, J. W. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, p. 911-917, 1959.

BRASIL. Lei Nº 11.346 de 16 de setembro de 2006. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências, **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução n. 18*, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que Estabelece as Diretrizes Básicas para Análise e Comprovação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde Alegadas em Rotulagem de Alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília. Atualizada em julho, 2008.

BRASIL. Portaria Interministerial Nº239 de 21 de Julho de 2009. Plano Nacional de Promoção das Cadeias de Produtos da Sociobiodiversidade. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. MDA, MDS, MMA. Nº138, p. 103. Seção 1. Diário Oficial da União julho 2009.

BUTA, J. G.; MOLINE, H. E. Extending storage life of fresh-cut apples using natural products and their derivatives. **Journal Agriculture Food Chemical**, v. 47, n. 1, p. 1-6, 1999.

CAMPOS, F. M. et al . Optimization of methodology to analyze ascorbic and dehydroascorbic acid in vegetables. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 1, 2009.

CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. Embrapa Informação Tecnológica. Vol. 1, 2, 3, 4 e 5. 2006

CARVALHO, J. L. S. **Contribuição ao estudo fitoquímico e analítico do *Nasturtium officinale* R. Br., Brassicaceae.** Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) Universidade Federal do Paraná. 2001.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças.** Lavras, MG: Escola Superior de Agricultura de Lavras - FAEPE, 1990.

CHOI, Y. H.; KONG, K. R.; KIM, Y. A.; JUNG, K. O.; KIL, J. H.; RHEE, S. H.; PARK, K. Y. Induction of Bax and activation of caspases during beta-sitosterol-mediated apoptosis in human colon cancer cells. **International journal of oncology**, v. 23, n. 6, p. 1657–1662, 2003.

CHO, J.; YIM, S.; CHO, K.; KIM, M.; PARK, Y.; JUNG, S.; CHOI, H. Fruit quality and core breakdown of 'Wonhwang' pears in relation to harvest date and pre-storage cooling. **Scientia Horticulturae**. V. 188, p.1 - 5, 2015.

CONFORTI, F. et al. Antioxidant activity of methanolic extract of *Hypericum triquetrifolium*, Turra aerial part. **Fitoterapia**, v.73, p.479-483, 2002.

CORNELL, H.J.; STELMASIAK, T. A unified hypothesis of coeliac disease with implications for management of patients. **Amino Acids**, v. 33, p. 43-49, 2007.

CUMMINGS, J. H.; EDMOND, L. M.; MAGEE, E. A. Dietary carbohydrates and health: Do we still need the fibre concept?. **Clinical Nutrition, Supplement**, v. 1, p. 5-17, 2004.

DA SILVA, L. M. R. DE FIGUEIREDO, E. A. T.; RICARDO, N. M. P. S.; VIEIRA, I. G. P.; DE FIGUEIREDO, R. W.; BRASIL, I. M.; GOMES, C. L. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 143, p. 398–404, 2014.

DUBOIS, M. et al. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, Washington, v.28, p.350-356, 1956.

EKLUND, P. C.; LÅNGVIK, O. K.; WÄRNÄ, J. P.; SALMI, T. O.; WILLFÖR, S. M. *et al.* Chemical studies on antioxidant mechanisms and free radical scavenging properties of lignans. **Organic & biomolecular chemistry**, v. 3, n. 18, p. 3336–3347, 2005.

**FARMACOPÉIA BRASILEIRA.** 4.ed. São Paulo: Atheneu, 1988.

FAO. **World Agriculture: Towards 2015/2030: An FAO Perspective**. Roma, 2003<sup>a</sup>.

FAO . **Handling and Preservation of Fruits and Vegetables by Combined Methods for Rural Areas**. TECHNICAL MANUAL. FAO Agricultural Services Bulletin 149. Roma, 2003<sup>b</sup>.

FAOSTAT (2010). **Papayas: U.S. import-eligible countries; world production and exports**. Disponível em: < <http://faostat.fao.org/default.aspx>> . Acesso em 24 de novembro de 2013.

FIRDAUS, M.; PRIHANTO, A. A.; NURDIANI, R. Antioxidant and cytotoxic activity of *Acanthus ilicifolius* flower. **Asian Pac J Trop Biomed**. 3(1): 17-21. 2013

FUGGATE, P.; WONGS-AREE, C.; NOICHINDA, S.; KANLAYANARAT, S. Quality and volatile attributes of attached and detached “Pluk Mai Lie” papaya during fruit ripening. **Scientia Horticulturae**, vol. 126, p. 120-129, 2010.

FURLONG, E. B. **Bioquímica: um enfoque para “alimentos”**. Rio Grande: Edgraf; p. 173, 2000.

FLACH, J.; KARNOPP, C.; CORÇÃO, G. Biofilmes formados em matéria prima em contato com leite: fatores de virulência envolvidos. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.33, p.291-296, 2005.

FRENKEL, C.; HARTMAN, T. G. Decrease in Fruit Moisture Content Heralds and Might Launch the Onset of Ripening Processes. **Journal of Food Science**, v. 77, n. 10, 2012.

GALEANO, E. **Las Venas Abiertas de América Latina**. Siglo XXI Editores, México, copyright. 1971.

HALLIWELL, B. Mechanisms involved in the generation of free radicals. **Pathologie-biologie**, v. 44, n. 1, p. 6–13, 1996<sup>a</sup>.

HALLIWELL, B. Vitamin C: antioxidant or pro-oxidant in vivo? **Free radical research**, v. 25, n. 5, p. 439–454, 1996<sup>b</sup>.

HARRIS, D.C. **Quantitative chemical analysis**. 5ª ed. Nova Iorque: W. H. Freeman, 1999.

HUNTERLAB. **CIE-L\*a\*b\* color scale**. Applications Note Insight on Color, vol. 8(7). (pp. 1–4) 2008.

HIRSCHBERG, J. Carotenoid biosynthesis in flowering plants. **Current opinion in plant biology**, v. 4, n. 3, p. 210–8, jun. 2001.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4.ed. São Paulo, cap. 4, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Síntese de indicadores sociais-2009: Pesquisa Nacional Por Amostra de Domicílios**. 2009. Disponível em: <[http://www.ibge.com.br/graficos\\_dinamicos/seguranca\\_alimentar/index.htm](http://www.ibge.com.br/graficos_dinamicos/seguranca_alimentar/index.htm)>. Acesso em 20 jan. 2014.

ISENGARD, H.D.; FÄRBER, J.M. Hidden parameters of infrared drying for determining low water contents in instant powders. **Talanta**, v.50, n.2, p. 239-246, 1999.

MCNAUGHT, A. D.; WILKINSON, A. **IUPAC Compendium of Chemical Terminology (The “Gold Book”)**. 2014.

ISABELLE, M; LEE, B. L.; LIM, M. T.; KOH, W. P.; HUANG, D.; ONG, C. N. Antioxidant activity and profiles of common fruits in Singapore. **Food Chemistry**, v. 123, n. 1, p. 77–84, 2010.

NEPA/ UNICAMP. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO. V2, p. 32, 2006.

PEREIRA, M. C.; STEFFENS, R. S.; JABLONSKI, A.; HERTZ, P. F.; RIOS, A. O.; VIZZOTTO, M.; FLÔRES, S. H. Characterization, bioactive compounds and antioxidant potential of three Brazilian fruits. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 29, n. 1, p. 19–24, 2013.

JACOMINO, A. P.; ARRUDA, M. C. de; BRON, I. U.; KLUGE, R. A. Transformações bioquímicas em produtos hortícolas após a colheita. In: Maria Gabriela Bello Koblitz. (Org. ). **Bioquímica de Alimentos**. 1 ed. v. 1, p. 153-189. Rio de Janeiro, 2008.

KALEGARI, M. **Composição Fitoquímica e Atividades Biológicas de Rourea induta Planch, Connaraceae**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas. UFPR. 2009

KANNAN, R. R.; RAJASEKARAN, A.; MICHELINE, G.-D.; PERUMAL, A. Antioxidant activity of seagrasses of the Mandapam coast, India. **Pharmaceutical Biology**, 2012.

KASSIS, A. N.; VANSTONE, C. A.; ABUMWEIS, S. S.; JONES, P. J H . Efficacy of plant sterols is not influenced by dietary cholesterol intake in hypercholesterolemic individuals. **Metabolism: Clinical and Experimental**, v. 57, n. 3, p. 339–346, 2008.

KELEBEK, H.; SELLI, S.; GUBBUK, H.; GUNES, E. Comparative evaluation of volatiles, phenolics, sugars, organic acids and antioxidant properties of Sel-42 and Tainung papaya varieties. **Food chemistry**, v. 173, p. 912–9, 15 abr. 2015.

KIMURA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. A Scheme for obtaining standards and HPLC quantification of leafy vegetable carotenoids. **Food. Chem.** v. 78, n. 3, p. 389-398, 2002.

KINUPP, V. F. **Plantas Alimentícias não-convencionais da Região Metropolitana de Porto Alegre, RS**. 562 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. UFRGS. 2007

KLEIN, R. M. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajai. **Sellowia**, Itajai, v. 31, n. 31, p. 11-164, 1979.

LANCHERO, O.; VELANDIA, G.; FISCHER, G.; VARELA, N. C.; GARCÍA, H. Comportamiento de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en poscosecha bajo condiciones de atmosfera modificada activa. **Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria**, v. 8, n. 1, p. 61-68, 2007.

LEFF, E. Agroecologia e saber ambiental. **Agroecol. Desenv. Rur. Sustent.**, Porto Alegre, v.3. n. 1, jan./mar. (p.36-51). 2002.

LEWAN, L.; ANDERSON, M.; MORALES-GOMEZ, P. The use of Artemia salina in toxicity testing. **Alternatives to Laboratory Animals**, v.20, p.297-301, 1992.

LIM, Y.; LIM, T.; TEE, J. Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study. **Food Chemistry**, v. 103, p. 1003-1008, 2007

LIMA, L. R. & PIRANI, J. R. Caricaceae. In: WANDERLEY, M.G.L.; SHEPHERD, G.J.; GIULIETTI, A.M. Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. – São Paulo: FAPESP: HUCITEC. Vol. 2. Cap.II.pág. 79-82. 2002.

LOGIA, R. D. Plantas Oficiniais per infuse e tisane. 3 ed. Organizzazione Editorale Medico Farmaceutica, p. 354. 1993.

LOCK, K.; POMERLEAU, J.; CAUSER, L.; ALTMANN, D. R.; MCKEE, M. The global burden of disease attributable to low consumption of fruit and vegetables: Implications for the global strategy on diet. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 83, n. 2, p. 100–108, 2005.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. São Paulo, p. 93. 2002.

MABRY, T. J. *et al.* The systematic identification of flavonoides. **Berlin: Springer-Verlag**, p4 – 14. 1970.

MACRAE, R. HPLC: food analyses. London, **Academic Press**, p.77, 1998.

MANCUSO, R. C. A ação civil pública como instrumento de controle judicial das chamadas políticas públicas. **Ação civil pública: Lei 7.347/1995 – 15 anos. Edis Milaré (coord.)**. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2001.

MALIK, J. K.; SHARMA, A.; SINGH, S.; JAIN, S. Nanosuspension of vasicine from *Adhatoda vasica*: Isolation and characterization. **Drug Invention Today**, v 5, Ed 1 , p. 32-38. 2013

MAY, P. H.; TROVATTO, C. M. M. **Manual Agroflorestal para a Mata Atlântica. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário**. 196 p. 2008.

MENSOR, L. L. *et al.* Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. **Phytotherapy Research**, v.15, p.127-130, 2001.

MEYER, B. N. *et al.* Brine shrimp: a convenient general bioassay for active plant constituents. **Journal of Medicinal Plants Research**, v.45, p.31, 1982.

MICHEL, T. et al. Antimicrobial, antioxidant and phytochemical investigations of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) leaf, stem, root and seed. **Food Chemistry**. v. 131, n. 3, p 754-760, 2012.

MIYATAKA, H.; NISHIKI, M.; MATSUMOTO, H.; FUJIMOTO, T.; MATSUKA, M.; SATOH, T. Evaluation of propolis. I: Evaluation of Brazilian and Chinese propolis by enzymatic and physico-chemical methods. **Biological Pharm. Bull.**, v.20, p.496-501, 1997

MERRIL, A.L.; WATT, B.K. **Energy value of foods: basis and derivation**. United States Department of Agriculture, Washington (1973)

MORAES, L. F. D. *et al.* **Plantio de espécies arbóreas nativas para a restauração ecológica na reserva biológica de Poço das Antas**. Rio de Janeiro, v. 57, n. 3, p. 477-489, 2006.

MOREIRA, E. A. Marcha sistemática de análise em fitoquímica. **Tribuna farmacêutica**, v.47, n.1, p.1-19, 1979

MORENO, M. I. N. et al. Comparison of the free radical-scavenging activity of própolis from several regions of Argentina. **Journal of Ethnopharmacology**, v.71, p.109-114, 2000.

NETO, N. M. J. Das Questões Políticas e da possibilidade do controle das Políticas Públicas pelo Poder Judiciário. **Revista Esmafe: Escola de Magistratura Federal da 5ª Região**, n.12. 2007.

NEPA - Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO. 4 ed. 161p. 2011.

NUNES, B. N.; CRUZ, A. G.; FARIA, J. A. F.; SANT'ANA, A. S.; SILVA, R.; MOURA, M. R. L. A survey on the sanitary condition of commercial foods of plant origin sold in Brazil. **Food Control**, 21, 50–54. 2010.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; CURI, N.; VILELA, E.A. & CARVALHO, D.A. Variation in tree community composition and structure with changes in soil properties within a fragment of semideciduous forest in southeastern Brazil. **Edinburgh Journal of Botany** 58(1): 139-158. 2001.

OSBORNE, D. R.; VOOGT, P. **The analysis of nutrient in foods**. London: Academic Press, p. 251, 1978.

ORTEGA, M. M. G. **Effect of proteolytic enzyme and fiber of papaya fruit on human digestive health**. Thesis. University of Illinois at Urbana-Champaign, 2011.

OZCELIK, B., LEE, J. H., & MIN, D. B. Effects of light, oxygen, and pH on the absorbance of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl. **Journal of Food Science**, 68, 487–490. 2003.

PACTO pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal [organização edição de texto: Ricardo Ribeiro Rodrigues, Pedro Henrique Santin Brancalion, Ingo Isernhagen]. – São Paulo: LERF/ESALQ : Instituto BioAtlântica, 264 p. 2009. Disponível em: <<http://www.pactomataatlantica.org.br/pdf/referencial-teorico.pdf>>. Acesso em: 01/10/2013.

PARK, Y. et al. Classificação das própolis brasileira a partir de suas características físico-químicas e propriedades biológicas. Unicamp. **Mensagem Doce**. N 58. set. 2000. Disponível em: <<http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/58/artigo.htm>>. Acesso em: 25/08/2011.

PARK, E.H.; KIM, S.H.; PARK, S.S. Anti-inflammatory activity of propolis. **Archives of Pharmacal Research**. V19. 337- 341p. 1996.

PARK, K. J.; ANTONIO, G. C. **Análises de Materiais Biológicos**. UNICAMP. 2006. Disponível em: <[http://www.feagri.unicamp.br/ctea/manuais/analise\\_matbiologico.pdf](http://www.feagri.unicamp.br/ctea/manuais/analise_matbiologico.pdf)>. Acesso em: 24-agosto-2011.

PIRATELLI, A. J., PIÑA-RODRIGUES, F. C. M., GANDARA, F. B., SANTOS, E. M. G., & COSTA, L. G. S. Biologia da polinização de *Jacaratia spinosa* (AUBL) ADC. (CARICACEAE) em mata residual do sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Biologia**, 58(4), 671-679. 1998.

PRICE, K. R.; PROSSER, T.; RICHETIN, A. M. F.; RHODES, M. J. C. A comparison of the flavonol content and composition in dessert, cooking and cider-making apples; distribution within the fruit and effect of juicing. **Food Chem**. v. 66, p. 489-494. 1999.

PRIETO, P.; PINEDA, M.; AGUILAR, M. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex:

specific application to the determination of vitamin E. **Analytical Biochemistry**, v.269, p.337-341, 1999.

PROSPERO, E. T. P. **Caracterização da fruta *Jacaratia spinosa* e processamento do doce de jaracatiá em calda com avaliação da estabilidade**. 138 p. Dissertação de Mestrado. ESALQ. 2010

RATTI, C. Hot air free-drying of high-value foods: a review. **Journal of Food Engeneering**, p. 311 – 319. 2001.

ROBBINS, R. J. Phenolic acids in foods: An overview of analytical methodology. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 2866-2887, 2003.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington DC: ILSI Press, 2001.

RODRIGUES-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. Fontes brasileiras de carotenóides: tabela brasileira de composição de carotenóides em alimento – Brasília: MMA/SBF, p. 100, 2008.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Quantitative analysis, in vitro assessment of bioavailability and antioxidant activity of food carotenoids - A review. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 23, n. 7, p. 726–740, 2010.

ROTTA, E.; BELTRAMI, L. C. C.; ZONTA, M. Manual de Prática de Coleta e Herborização de Material Botânico. **Documentos 173**. Embrapa Florestas. Colombo, PR. 2008

RUGGIERO, C. **Mamão brasileiro: padrão mundial de qualidade. Comissão Técnica de Hortifruticultura**. Federação da Agricultura do Estado do Paraná – FAEP. Disponível em:  
<<http://www.faep.com.br/comissoes/frutas/cartilhas/frutas/mamao.htm>>. Acesso em: 7/11/2013.

RUFINO, M. DO S. M. ALVES, R. E.; DE BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996–1002, 2010.

SAEED, F.; ARSHAD, M. U.; PASHA, I.; NAZ, R.; BATOOL, R. *et al.* Nutritional and Phyto-Therapeutic Potential of Papaya ( *Carica Papaya* Linn. ): An Overview. **International Journal of Food Properties**, v. 17, n. 7, p. 1637–1653, 2014.

SAHARI, M. A.; BARZEGAR, M.; RADFAR, R. Effect of Varieties on the Composition of Dates (*Phoenix dactylifera* L.) Note. **Food Science and Technology International**, p. 269-275, 2007.

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

SANTOS, G. A. S. D.; BIANCHINI, E.; REIS, N. R. Seasonal variation of consumption of the species used as fruit source by brown howler monkeys (*Alouatta clamitans*) in southern Brazil. **Biota Neotrop.**, Campinas , v. 13, n. 3, Sept. 2013.

**SECRETARIADO da Convenção sobre Diversidade Biológica, Panorama da Biodiversidade Global 3.** Brasília, Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas (MMA), 2010, 94 p. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf\\_chm\\_rbbio/arquivos/gbo3\\_72.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/arquivos/gbo3_72.pdf)>. Acesso em 10/11/2013.

SERRANO, L. A. L.; CATTANEO, L. F. O cultivo do mamoeiro no Brasil. **Rev. Bras. Frutic.** vol.32, n.3. 2010.

SENTANIN, M. A.; RODRIGUEZ AMAYA, D. B. Teores de carotenoides em mamão e pêsego determinados por cromatografia líquida de alta eficiência. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** vol.27, n.1, pp. 13-19. 2007.

SCHÖNLANK, B. **Ein Frühlingmysterium: Dramat. Chorwerk in 5 Aufz.** Berlin : Volksbühnen-Verlags- und Vertriebs-G. 1926.

SCHWEIGGER, R., M.; STEINGASS, C., B.; MORA, E.; ESQUIVEL, P.; CARLE, R. Carotenogenesis and physico-chemical characteristics during maturation of red fleshed papaya fruit (*Carica papaya* L.). **Food Research Intern.** 1373– 1380. 2011.

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

SHIZUKA, S., & JUN KAWABATA, J. Effects of electron-withdrawing substituents

on DPPH radical scavenging reactions of protocatechuic acid and its analogues in alcoholic solvents. **Tetrahedron**, 61, 8101–8108. 2005.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, v.22, n.1, p.94-103, 1999.

Sistema de Informações sobre Mortalidade – **SIM**. Consolidação da Base de Dados 2011. Coordenação Geral de Informações e Análise Epidemiológica – CGIAE/SVS/MS. 2011.

SOLOMONS, T.W.G., FRYHLE, C.B. **Química Orgânica**, vol. 1 e 2, 7º edição, Editora LTC, 2000.

SOUZA, A. M. et al. In vitro effects of *Eugenia pyriformis* Cambess., Myrtaceae: Antimicrobial activity and synergistic interactions with Vancomycin and Fluconazole. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**. v. 8. p 862-867. 2014

SOUZA, G. S. de. **Tratado descritivo do Brasil em 1587**. p. 190. Disponível em: <[www.dominiopublico.gov.br](http://www.dominiopublico.gov.br)>. Acesso em: 23/11/2013.

STAHL, E. **Thin-Layer Chromatography**, 2 ed. New York: Spring-Verlag, 1969.

STEENBOCK, W. et al. **Agrofloresta, Ecologia e Sociedade**. Curitiba: Kairós, 422 p. 2013. Disponível em: <[http://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/images/stories/biblioteca/permacultura/livro\\_AGROFLORESTA\\_ECOLOGIA\\_E\\_SOCIEDADE.pdf](http://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/images/stories/biblioteca/permacultura/livro_AGROFLORESTA_ECOLOGIA_E_SOCIEDADE.pdf)>. Acesso em: 23/11/2013.

THAIPONG, K. BOONPRAKOB, U.; CROSBY, K.; CISNEROS-ZEVALLOS, L.; HAWKINS BYRNE, D. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, n. 6-7, p. 669–675, 2006.

TRANBAQUINI, K.; MIGLIORANZA, E.; FRANÇA, V.; VIEIRA, A. O. S. Análise Espacial de Fragmentos Florestais com Ocorrência de Jaracatiá no Norte do Paraná – Brasil. **RA'E GA – O Espaço Geográfico em Análise**, v. 14, p. 193-2003, 2007.

TROPICOS.org. **Jacaratia spinosa (Aubl.) A. DC**. Jardim Botânico de Missouri. Missouri Botanical Garden - 4344 Shaw Boulevard - Saint Louis, Missouri

63110. 2013. Disponível em: <<http://www.tropicos.org/Name/6100046>>. Acesso em: 08/12/2013.

VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chemistry**, v. 111, n. 4, p. 816–823, 2008.

VERPOORTE, R.; MEMELINK, J. Engineering secondary metabolite production in plants. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 13, p. 181-187, 2002.

WAGNER, H.; BLADTS, S. **Plant Drugs Analysis**. 2 ed. Berlin: Springer, p. 298-299. e 318-319. 2001.

WATERHOUSE, A.L. **Polyphenolics: Determination of total phenolics**. R.E. Wrolstad (Ed.), *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, John Wiley & Sons, New York. 2002.

WHO. Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation, Geneva, 28 January - 1 February 2002. (**WHO - World Health Organization. Technical Report Series, 916**). Geneva; 2002.

WHO. Global prevalence of vitamin A deficiency in populations at risk. 1995- 2005. **WHO global database on vitamin A deficiency** (p 1–18). 2009.

WOLF, A.; ELMADFA, I. Chapter: 11 - Fruit and Vegetable Intake of Mothers in Europe: Risks/Benefits. In: **Bioactive Foods in Promoting Health**. Fruits and Vegetables. Ronald Ross Watson and Victor R. Preedy. P. 161-172. 2010.

ZIELINSKI, A. A. F.; ÁVILA, S.; ITO, V.; NOGUEIRA, A.; WOSIACKI, G. *et al.* The Association between Chromaticity, Phenolics, Carotenoids, and In Vitro Antioxidant Activity of Frozen Fruit Pulp in Brazil: An Application of Chemometrics. **Journal of Food Science**, v. 79, n. 4, 2014.