

Universidade do Estado do Pará  
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia  
Curso Superior de Tecnologia em Alimentos  
Trabalho de Conclusão de Curso



BRUNO LEONRDO DA SILVA LOBTO  
YAGO RODIGO DE FRETAS COSTA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, COMPOSTOS BIOATIVOS E  
CAPACIDADE ANTIOXIDANTE NO FRUTO DO AJURÚ (*CHRYSOBALANUS  
ICACO L*) DA AMAZÔNIA**

**Belém – PA**

**2023**

BRUNO LEONARDO DA SILVA LOBATO  
YAGO RODRIGO DE FREITAS COSTA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, COMPOSTOS BIOATIVOS E  
CAPACIDADE ANTIOXIDANTE NO FRUTO DO AJURÚ (*CHRYSOBALANUS  
ICACO L*) DA AMAZÔNIA.**

Trabalho de Conclusão de Curso II  
apresentado à banca examinadora do  
Curso de Graduação em Tecnologia  
em Alimentos, da Universidade Do  
Estado do Pará (UEPA), para obtenção  
do título de graduação em Tecnologia  
em Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Maricely  
Janette Uria Toro

**Belém – PA  
2023**

BRUNO LEONARDO DA SILVA LOBATO

YAGO RODRIGO DE FREITAS COSTA


**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, COMPOSTOS BIOATIVOS E  
CAPACIDADE ANTIOXIDANTE NO FRUTO DO AJURÚ (*CHRYSOBALANUS  
ICACO L*) DA AMAZÔNIA.**

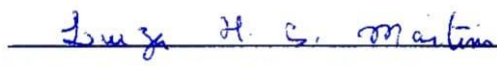
Trabalho de Conclusão de Curso II  
apresentado à banca examinadora do  
Curso de Graduação em Tecnologia  
em Alimentos da Universidade do  
Estado do Pará (UEPA), para obtenção  
do título de graduação em Tecnologia  
em Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Maricely  
Janette Uria Toro

Data de aprovação: 09/ 03/ 2023.

Banca examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dr.ª Maricely Janette Uria Toro  
(Orientadora) UEPA

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dr.ª Luiza Helena Da Silva Martins  
(Membro da Banca) UFRA

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Diego Aires Da Silva  
(Membro da Banca) UEPA

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Nosso Senhor Jesus Cristo e a Maria Santíssima, que nos deram forças, ânimo e resiliência para conduzir esta pesquisa;

Às nossas famílias:

Bruno: Aos meus pais Silvio e Maria e, minha irmã, Brenda, por todo apoio, carinho e amor que tiveram comigo durante o período que estive na faculdade.

Yago: Meus pais, Aldo e Oliene, por todo apoio, incentivo, amor e dedicação que tiveram comigo durante esses anos na faculdade; à minha irmã, Ivila, que muitas vezes me estressava, mas me fazia sorrir e levar alguns dias de trabalho de forma descontraída. Em Memória de Joelma Costa, que tanto me incentivou em meus estudos.

Às Técnicas Cristina, Drielly, Jandira, Bianca e Illana, por todo apoio prestado durante nosso trabalho.

À todos que nos ajudaram com a aquisição de nossa matéria-prima; e agradecemos de modo muito especial à Osiene Castro e Maria Joana, que apesar da logística, tempo e outras mazelas, tanto fizeram para que o fruto chegasse em nossas mãos.

À Tia Sú, que muitas vezes não deixou nós ficarmos com fome, pois esquecíamos nosso almoço e ela guardava para nós.

À Iuri, Jheymys, Wenderson e Aylla, pela amizade e por todo o conhecimento compartilhado conosco durante a produção de nosso trabalho.

À Érica Bessa, por todo carinho, amor, amizade e auxílio que nos deu no laboratório.

À nossa “panelinha”: Caio, Sarah, Vanessa, Danielle, Naomi, Marcela, Joyce, Karina, Andrea, Mateus, Melissa, Thays, Danusa, Isadora e nossa caçulinha Yara, por todos os momentos que tivemos de descontração e aprendizado.

A Nossa querida professora Maricely Toro, que além de orientadora foi como uma mãe para nós; todo aprendizado passado pra gente, carinho, as chamadas de atenção, preocupações, as oportunidades dadas para nós obtermos mais conhecimentos; seremos eternamente gratos por toda dedicação que teve conosco.

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo realizar pesquisas nos frutos do Ajurú da Região Amazônica em relação a sua caracterização físico-química, compostos bioativos e capacidade antioxidante, haja vista que, outros estudos realizados com o fruto são de outras regiões do Brasil, onde pode diferir-se por conta do solo, clima, temperatura e outros fatores; além do mais, polpa e casca foram trabalhadas separadamente, visto que, grande parte dos trabalhos observados na literatura utilizou o fruto de maneira integral. Na composição centesimal, os resultados obtidos na polpa e casca foram respectivamente: pH 5,79 e 4,51; acidez total 0,07 e 0,06; sólidos solúveis 10 e 7; Relação de SS/AT (Ratio) 145,10 e 111,64; umidade de 87,18% e 76,03%, cinzas 0,67% e 1,04%; proteínas 0,44% e 1,18%; gorduras 0,32% e 0,20%; Açúcares redutores 2,14% e 2,90%; carboidratos 11,39% e 21,55%; fibras totais 0,52% e 1,32%; Kcal 48,12% e 87,44%. Já os compostos Bioativos na polpa e casca, foram respectivamente: compostos fenólicos 103,3mgEAG/100g e 307mgEAG/100g; flavonoides 2,68mgEQ/100g e 150mgEQ/100g; antocianinas 3,08 cianidina 3- glicosídeo/mg/100g e 140,6 cianidina 3- glicosídeo mg/100g e capacidade antioxidante no valor de 2,85  $\mu$ Mtrolox/g e 15,25  $\mu$ Mtrolox /g no fruto do Ajurú (*Chrysobalanus icaco* L) da Amazônia, sendo flavonoides e antocianinas com resultados superiores aos do fruto de ajurú de outras regiões e compostos fenólicos e atividade antioxidante com valores próximos ao da literatura.

**Palavras-chaves:** Antioxidante, compostos fenólicos, Ajurú, Amazônia, bioativos

## ABSTRACT

The objective of this work was to carry out research on Ajurú fruits from the Amazon region in relation to their physical-chemical characterization, bioactive compounds and antioxidant capacity, considering that other studies carried out with the fruit are from other regions of Brazil, where it may differ - due to soil, climate, temperature and other factors; moreover, pulp and peel were worked separately, since most of the works observed in the literature used the fruit in integral. In the centesimal composition, the results obtained in the pulp and peel were respectively: pH 5.79 and 4.51, total acidity 0.07 and 0.06; soluble solids 10 and 7; SS/AT ratio (Ratio) 145.10; and 111,64; humidity of 87.18% and 76.03%; ash 0.67% and 1.04%; proteins 0.44% and 1.18%; fats 0.32% and 0,20%; Reducing sugars 2.14% and 2.90%, carbohydrates 11.39% and 21.55%; total fibers 0.52% and 1.32%; Kcal 48,12% and 87.44%. The Bioactive compounds in the pulp and peel were, respectively: phenolic compounds 103.3mgEAG/100g and 307mgEAG/100g; flavonoids 2.68mgEQ/100g and 150 mgEQ/100g; anthocyanins 3.08 cyanidin 3- glucoside mg/100g and 140.6 cyanidin 3- glucoside mg/100g and antioxidant capacity in the amount of 2.85 $\mu$ Mtrolox/g and 15.25 $\mu$ Mtrolox/g in the Ajurú fruit (*Chrysobalanus icaco* L) from the Amazon, being flavonoids and anthocyanins with results superior to those of the ajurú fruit from other regions and phenolic compounds and antioxidant activity with values close to those in the literature.

**Keywords:** Antioxidant, phenolic compounds, Ajuru, Amazon, Bioactives

## SUMARIO

|               |  |    |
|---------------|--|----|
| <b>1</b>      | <b>INTRODUÇÃO</b> .....  | 10 |
| <b>2</b>      | <b>OBJETIVOS</b> .....   | 11 |
| <b>2.1</b>    | Objetivo geral .....   | 11 |
| <b>2.2</b>    | Objetivos específicos.....   | 11 |
| <b>3</b>      | <b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....   | 11 |
| <b>3.1</b>    | <i>CHRYSOBALANUS ICACO</i> L (AJURÚ).....  | 11 |
| <b>3.2</b>    | COMPOSTOS BIOATIVOS.....   | 12 |
| <b>3.3</b>    | COMPOSTOS FENÓLICOS.....   | 13 |
| <b>3.4</b>    | ANTOCIANINAS.....  | 13 |
| <b>3.5</b>    | CAPACIDADE ANTIOXIDANTE.....   | 14 |
| <b>4</b>      | <b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....   | 15 |
| <b>4.1</b>    | Coleta da amostra.....   | 15 |
| <b>4.2</b>    | Caracterização físico-química da polpa e casca do ajurú ( <i>chrysobalanus icaco</i> l)..... | 15 |
| <b>4.2.1</b>  | Sólidos solúveis totais (Brix).....  | 15 |
| <b>4.2.2</b>  | Determinação de Umidade.....   | 15 |
| <b>4.2.3</b>  | Determinação de Cinzas.....  | 16 |
| <b>4.2.4</b>  | Determinação de Acidez Titulável (AT).....   | 16 |
| <b>4.2.5</b>  | Determinação de Carboidratos.....  | 16 |
| <b>4.2.6</b>  | Determinação de Proteínas.....   | 16 |
| <b>4.2.7</b>  | Determinação de Lipídios.....  | 17 |
| <b>4.2.8</b>  | Determinação de pH.....  | 17 |
| <b>4.2.9</b>  | Determinação de Açúcares Redutores.....  | 17 |
| <b>4.2.10</b> | Determinação de Fibra Bruta.....   | 17 |
| <b>4.3</b>    | Determinação dos compostos bioativos.....  | 18 |
| <b>4.3.1</b>  | Compostos fenólicos.....   | 18 |
| <b>4.3.2</b>  | Preparo de extrato.....  | 18 |
| <b>4.3.3</b>  | Quantificação dos compostos fenólicos.....   | 18 |
| <b>4.3.3</b>  | Flavonoides.....   | 18 |
| <b>4.3.4</b>  | Quantificação de flavonoides.....  | 19 |
| <b>4.3.5</b>  | Antocianinas.....  | 19 |
| <b>4.3.6</b>  | Quantificação de antocianinas monoméricas.....   | 19 |

|  |    |
|--|----|
| <b>4.3.7 Atividade Antioxidante</b> .....  | 19 |
| <b>4.3.8 Atividade Sequestrante do radical ABTS<sup>+</sup></b> .....                                | 19 |
| <b>4.4 Análise Estatística</b> .....   | 20 |
| <b>5 RESULTADOS/ DISCUSSÃO</b> .....   | 20 |
| 5.1 Análises físico-químicas da polpa e casca de ajurú ( <i>chrysobalanus icaco L</i> ).....         | 20 |
| 5.2 Compostos bioativos e atividade antioxidante (AA) do Ajurú ( <i>chrysobalanus icaco l</i> )..... | 24 |
| <b>6 CONCLUSÃO</b> .....   | 25 |
| <b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....  | 27 |
| <b>APÊNDICE</b> .....  | 33 |

**LISTA DE FIGURAS E TABELAS**

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1.</b> Arbusto do Fruto do Ajurú ( <i>Chrysobalanus icaco</i> L).....  | 11 |
| <b>Figura 2.</b> Frutos do Ajurú ( <i>Chrysobalanus icaco</i> L ).....   | 12 |
| <b>Figura 3.</b> Estrutura dos compostos fenolicos.....  | 13 |
| <b>Figura 4.</b> Fórmula Estrutural Química das Antocianinas.....  | 14 |
| <b>Figura 5.</b> Reação de um composto fenólico (ácido gálico) com molibdênio VI formando molibdênio V.....                  | 18 |
| <b>Figura 6.</b> Reação da quecertina com cloreto de alumínio, formando complexo estavel flavonóide - Al <sup>+3</sup> ..... | 19 |
| <b>Figura 7.</b> Estabilização do radical ABTS+ por um antioxidante e sua forma formação pelo persulfato de potássio .....   | 20 |
| <b>Tabela 1.</b> Parâmetros físico-químicos da polpa e casca do Ajurú.....   | 20 |
| <b>Tabela 2.</b> Compostos Bioativos da casca e polpa do Ajurú.....  | 24 |

## 1 INTRODUÇÃO

A Amazônia brasileira é conhecida como uma região rica em biodiversidade e com alto potencial energético, concentrando 44% das 500 espécies de frutas nativas do país, sendo capaz de abrigar diversas espécies de fauna e flora. (EMBRAPA, 2016)

Entre a grande biodiversidade da região amazônica, encontra-se a espécie *Chrysobalanaceae*. De forma geral, ela se apresenta na forma de árvores ou arbustos e sua arquitetura vegetativa é de forma uniforme. A sua flor apresenta forma e tamanho variado, sendo em sua grande maioria bissexuais e poucas são unissexuais. (YAKANDAWALA, 2010)

Dentre a espécie *Chrysobalanaceae* encontra-se o *Chrysobalanus Icaco* L., conhecida popularmente como Ajurú, existem também diversos nomes, como guajurú, abajurú. São comumente encontradas em zonas litorâneas como a Região Nordeste e Sudeste, também ocorrem em países da Região Norte da América Central e o continente Sul-americano, abrangendo o Norte do Brasil e a região amazônica. (SILVA; PEIXOTO, 2009; MALDONADO *et al.*, 2020).

Além do mais, o fruto é geralmente consumido *in natura*, o que de acordo com Gonçalves *et al.* (2019), apresenta melhores condições para uma alimentação mais nutritiva, tendo em vista que, os vegetais possuem certos valores de vitaminas, sais minerais, compostos bioativos e atividade antioxidante.

Entre os compostos bioativos, os compostos fenólicos (incluindo flavonoides) são metabólitos secundários que podem reagir com radicais livres na célula, conferindo propriedades antioxidantes que têm o potencial de inibir processos patológicos e degenerativos. (FERREIRA, 2018).

Segundo Venancio *et al.* (2017) o fruto do Ajurú apresenta elevados teores de antocianinas, o que agrega em sua propriedades anti-inflamatórias, auxiliando o sistema imunológico e diminuindo o desequilíbrio entre o estímulo oxidativo e a capacidade defensiva de antioxidantes no organismo. Entretanto, a maior parte dos estudos realizados são com os frutos de outras regiões do Brasil, assim, limitando informações sobre a espécie presente na Amazônia.

Diante das atividades citadas acima, a pesquisa tem como objetivo analisar os compostos bioativos e capacidade antioxidante do Ajurú (*Chrysobalanus Icaco* L) da região amazônica, além de sua caracterização físico-química, levando em

consideração se o clima e o solo amazônico podem influenciar nas características do Ajurú, trabalhando com polpa e casca separadamente. No mais, levar à comunidade científica conhecimentos sobre o fruto e explorar de modo sábio as riquezas que a Amazônia oferece.

## 2 OBJETIVOS

### 2.2 Objetivo geral

Caracterização do *chrysobalanus icaco* L. da Amazônia, quanto a sua capacidade antioxidante, compostos bioativos e físico-química.

### 2.2 Objetivos específicos

- Determinar os compostos bioativos do Ajurú (Compostos fenólicos, antocianinas, flavonoides);
- Avaliar a capacidade antioxidante por ABTS;
- Caracterizar físico-quimicamente o fruto do Ajurú

## 3 REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1 *CHRYSOBALANUS icaco* L (AJURÚ)

O *Chrysobalanus Icaco* L, é uma planta arbórea, na qual tem a presença de folhas simples, inteiras, alternas e coriáceas, inflorescência paniculada, formada de pequenas flores, de cor esbranquiçadas e hermafroditas, conforme a Figura 1 (CAMPELO *et al.*, 2017 *apud* FONSECA-KRUEL; PEIXOTO, 2004).

**Figura 1.** Arbusto do fruto ajurú (*Chrysobalanus icaco*)



**Fonte:** Autores, 2023

O seu fruto apresenta uma forma arredondada com uma única semente, e geralmente medem 1,7 polegadas de diâmetro, sendo a sua cor variando de verde

quando está imatura para rosada ou branco quando estão maduros. A sua polpa é macia, carnosa e o seu sabor varia de ligeiramente doce à insípido. (BROWN; FRANK, 2018).

**Figura 2.** Frutos do Ajurú (*Chrysobalanus icaco* L)



**Fonte:** Autores, 2023

No Brasil, geralmente o fruto é consumido *in natura*, mas em outras localidades, como no México, a polpa é utilizada para elaboração de conservas ou fruta em calda. (FEIO *et al.*, 2020). De acordo com Santos (2019), as folhas são utilizadas na medicina popular em forma de chá, devido às suas propriedades como anti-diabetes, antirreumáticas e anti-blenorrágicas.

### 3.2 COMPOSTOS BIOATIVOS

Os compostos bioativos são definidos como nutrientes ou não, que apresentam função metabólica ou fisiológica específica (ANVISA, 2019). Os carotenoides, flavonoides, ácidos fenólicos são substâncias que compõem os compostos bioativos. (PENNINGTON, 2002)

Os compostos bioativos em sua maioria, pertencem a alimentos do reino vegetal, apresentando substâncias orgânicas e em grande maioria de baixo peso molecular, além disso, não são sintetizados pelo organismo e apresentam ação protetora quando presentes na dieta humana. (HORST; LAJOLO; CRUZ, 2016).

### 3.3 COMPOSTOS FENÓLICOS

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários que são sintetizados em praticamente todos os tecidos vegetais, principalmente os flavonoides, onde tem suas estruturas formadas por anéis aromáticos ligados a hidroxilas. (DE MORAES ARNOSO *et al.*, 2019; PÉREZ-HERRERA *et al.*, 2020)

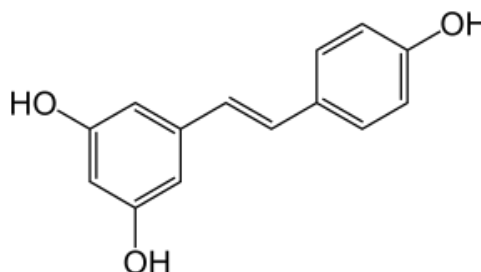
Os compostos fenólicos são comumente encontrados no reino vegetal, na

maioria das vezes nos frutos e em outros vegetais indicados para a alimentação; geralmente são formados por um conjunto de compostos, se distinguindo em seus pesos moleculares que repelem a oxidação lipídica (SHALABY; AZZAM, 2018)

Eles possuem propriedades biológicas relacionado aos benefícios à saúde, além de que, as atividades antioxidantes associadas aos vegetais, são em grande parte, devido à presença dos compostos fenólicos e flavonoides. (PÉREZ-HERRERA et al., 2020).

A capacidade antioxidante dos compostos fenólicos está diretamente correlacionada a suas estrutura química e na sua capacidade em combater os radicais livres.(OLSZOWY et al., 2019)

**Figura 3.** Estrutura dos compostos fenolicos



**Fonte:** Google Imagens,2023

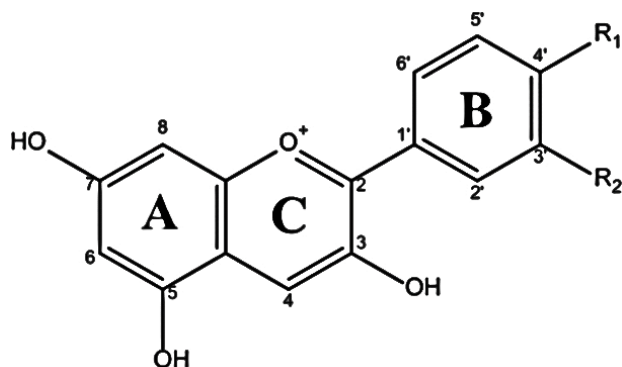
### 3.4 ANTOCIANINAS

As antocianinas são compostos bioativos com propriedades antioxidantes, antimicrobianas, antidiabética e antiproliferativa/anticâncer. (SMERIGLIO et al., 2016; KHOO et al., 2017).

As antocianinas são flavonoides que são amplamente distribuídos na natureza e são responsáveis pela maioria das cores azul, violeta e as tonalidades de vermelho presentes em flores e frutos. (ABE et al., 2007).

Sua forma estrutural é formada por moléculas glicosiladas de antocianidinas que pertencem ao grupo das flavonas por terem base constituídas em 15 átomos de carbono, distribuindo-se em um conjunto de anéis aromáticos que são condensados, formando a estrutura C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>, estrutura esta que formam as antocianinas mais comuns encontradas nos frutos, que são: Pelargonidina; Malvidina; Petunidina; Peonidina; Delfinidina e Cianidina, se diferenciando através do seu grau de hidroxilação e metoxilação dos seus anéis aromáticos. (FREITAS, 2019)

**Figura 4.** Fórmula estrutural química das antocianinas



.Fonte: Chatham et al. 2019

Além disso, de acordo com Rabanal-Atalaya e Medina-Hoyos (2021) as antocianinas também são utilizadas na cadeia produtiva, desde a indústria têxtil onde são usadas para colorir tecidos por conta de seus pigmentos, até as áreas médicas e farmacológicas, tendo em vista a capacidade antioxidante que possuem, contendo moléculas anti-cancerígenas e anti-flamatórias, além propriedades que regeneram o tecido conjuntivo e melhoram a circulação do sangue no organismo.

### 3.5 CAPACIDADE ANTIOXIDANTE

Os vegetais em geral possuem dois metabólitos, o primário e o secundário. Os primários são responsáveis pela sobrevivência da planta. O metabolismo secundário está relacionado às estratégias de defesa das plantas e aos compostos antioxidantes (SOUZA et al., 2020).

Os antioxidantes são definidos como compostos capazes de inibir a oxidação de um substrato oxidável, combatendo os radicais livres no organismo humano. Esses radicais livres podem ocasionar doenças degenerativas, envelhecimento precoce, câncer e inflamações. A presença da atividade antioxidantes nos frutos tem estimulado o consumo no mercado nacional, tendo em vista a sua contribuição para reduzir a incidência de doenças. (TONIN *et al.*, 2020).

Há diversos métodos de quantificação da Capacidade antioxidante, como: quantificação de produtos originados durante a peroxidação de lipídeos (TBARS, a oxidação do LDL, co-oxidação do  $\beta$ -caroteno), CUPRAC (cupric ion reducing antioxidant capacity), pela eliminação de um radical peroxil (ORAC -oxygen radical absorbance capacity, TRAP -total reactive antioxidant potential), pela capacidade de eliminação de um radical orgânico

(ABTS -2,20-azino-bis (ácido 3-ethylbenzthiazoline-6-sulfônico), DPPH (peroxidação do 2,2-difenil-1-picrylhydrazil), dentre outros. (SOUZA et al. 2020)

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 COLETA DA AMOSTRA

Os frutos do Ajurú foram coletados no Município de Limoeiro do Ajurú, (1° 55' 43.627" S 49° 39' 47.260" W). Após a coleta, os frutos foram acondicionados em recipientes de polietileno, hermeticamente fechados, envoltos de papel alumínio e, em seguida, armazenados em caixas térmicas (Isopor) e transportados até o município de Belém-PA, para o Laboratório de Química da Universidade do Estado do Pará, onde ficaram acondicionados sob congelamento a -18°C até o momento das análises.

### 4.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA POLPA E CASCA DO AJURÚ (*Chrysobalanus icaco* L)

#### 4.2.1 Sólidos solúveis totais (Brix)

Os sólidos solúveis totais foram determinados por refratometria, usando refratômetro de bancada na escala de 0 a 32 conforme descrito por Adolfo Lutz (2008).

#### 4.2.2 Umidade

A umidade foi determinada pelo método de secagem direta em estufa de marca solidesteel do modelo sssdic – 64L, a 105°C, como descrito por Adolfo Lutz (2008).

$$U (\%) = \frac{100 \times N}{P}$$

N = n° de gramas de umidade (perda de massa em g).

P = n° de gramas da amostra.

#### 4.2.3 Cinzas

Foi determinada pelo método de Resíduo por incineração à 550°C – 570°C, no forno mufla de marca Zezimaq, como descrito por Adolfo Lutz (2008).

$$\text{Cinzas(\%)} = \frac{100 \times N}{P}$$

N = n° de gramas de cinzas

P = n° de gramas da amostra

#### 4.2.4 Acidez

Foi determinado pelo método de acidez titulável conforme descrito por Adolfo Lutz (2008).

$$\text{Acidez (\%)} = \frac{V \times F \times M \times 100}{P}$$

V = n° de mL da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação

f = fator de correção da solução de hidróxido de sódio

P = massa da amostra em g ou volume pipetado em mL

M = molaridade da solução de hidróxido de sódio

#### 4.2.5 Carboidratos

Foram determinados por diferença entre 100% e a soma dos componentes centesimais segundo Resolução RDC n° 360, de 23 de dezembro de 2003 (BRASIL, 2003), conforme segue abaixo:

$$\text{Onde: Carboidratos (\%)} = 100\% - (\%U + \%C + \%L + \%P)$$

U: porcentagem de umidade;

C: porcentagem de cinzas; L: porcentagem de lipídios; P: porcentagem de proteína;

#### 4.2.6 Proteínas

Foi determinada pelo método micro Kjeldahl clássico, como descrito por Adolfo Lutz (2008).

$$\text{Protídeos por cento m/m} = \frac{V \times 0,14 \times f}{P}$$

V = diferença entre o n° de ml de Ácido Clorídrico e n° de ml de Branco gastos na titulação

P = n° de gramas da amostra

f = fator de conversão

#### 4.2.7 Lipídios

Foi determinado pelo método de extração direta em Soxhlet, como descrito por Adolfo Lutz (2008).

$$\text{Lipídios por cento m/m} = \frac{100 \times N}{P}$$

N = n° de gramas de lipídios

P = n° de gramas da amostra

#### 4.2.8 pH

Foi determinado usando pH METRO MPA 200 de marca MARCONI, como descrito por Adolfo Lutz (2008).

#### 4.2.9 Açúcares redutores

Foi determinado pelo método titulométrico de oxirredução de Eynon-Lane, como descrito por Adolfo Lutz (2008).

$$\text{Glicídios totais em glicose por cento m/m} = \frac{100 \times A \times a}{P \times V}$$

A= Volume de amostra

a= Fator de correção

P= massa da amostra em g

V= n° de mL da solução da amostra gasto na titulação

#### 4.2.10 Fibra bruta

Foi determinado pelo método de digestão ácida e alcalina, como descrito por Adolfo Lutz (2008).

$$\text{Fibra bruta por cento m/m} = \frac{100 \times N}{P}$$

N = n° de gramas de fibra

P = n° de gramas da amostra

### 4.3 DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS

### 4.3.1 Compostos fenólicos

#### 4.3.1 Preparo do extrato para determinação

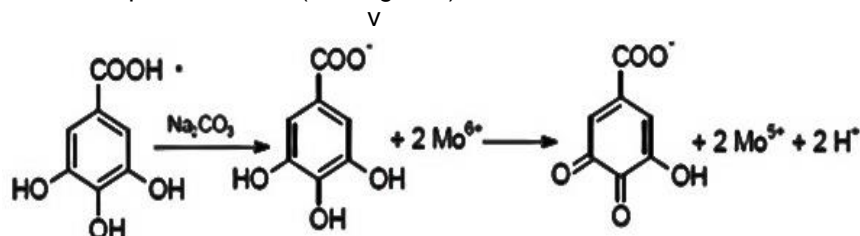
A amostra foi macerada utilizando almofariz e pistilo, em seguida foi pesado 10g em um erlenmeyer e adicionado 25mL da solução de metanol 50% e 25mL de solução de Acetona 70%, e foi colocado sob agitação magnética por 45min, logo a amostra foi filtrada diretamente para um balão de 50mL e completado com acetona 70%. Em seguida foi colocado em frasco ambar e armazenado a - 18°C. Conforme a metodologia de RUFINO (2007).

#### 4.3.2 Quantificação dos compostos fenólicos totais

A determinação de compostos fenólicos foi realizada pelo do método espectrofotométrico descrito por Singleton (1999) usando o reagente de Folin - Ciocalteu, a absorbância será lida a 750 nm utilizando um espectrofotômetro UV-visível da marca Kasuaki il-490. O conteúdo de fenóis totais será determinado através de uma curva de calibração usando o ácido gálico.

É um método colorimétrico baseado na redução do próprio reagente Folin-Ciocalteu por compostos fenólicos (SOARES, 2015).

**Figura 5.** Reação de um composto fenólico (ácido gálico) com o molibdênio VI, formando molibdênio



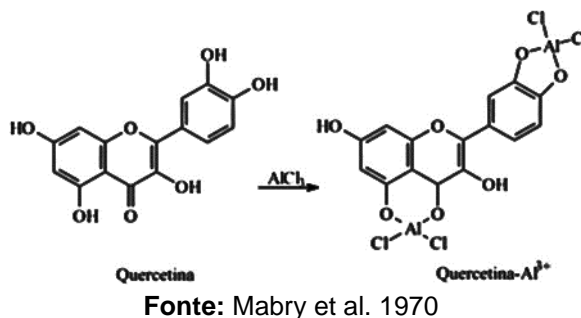
Fonte: Zamora, 2011

### 4.3.3 Flavonoides

#### 4.3.4 Quantificação de flavonoides totais

Foi utilizado o método colorimétrico envolvendo reação com cloreto de alumínio, conforme descrito por (Chang *et al.*2002). A reação do íon alumínio ( $\text{Al}^{3+}$ ) com as moléculas de flavonoides encontrada na amostra, estabelecem o complexo estável (flavonóide- $\text{Al}^{3+}$ ) de coloração amarela, cuja intensidade é proporcional à concentração de flavonoides presente na amostra (MABRY; *et al.*,1970).

**Figura 6.** Reação da quecetina com cloreto de alumínio, formando o complexo estável flavonóide- $Al^{+3}$



Fonte: Mabry et al. 1970

#### 4.3.5 Antocianinas

#### 4.3.6 Quantificação de antocianinas monoméricas

O teor de antocianinas monoméricas foi determinado através do método da diferença de pH (GIUSTI; WROSLTAD, 2001). O método se baseia nas mudanças de absorvância, na qual é resultado da variação do pH das soluções e no fato das características espectrais dos produtos de degradação não serem alteradas por mudanças no pH. (FRANCIS, 1982 *apud* MOTTA; MALACRIDA, 2006).

**Equação 1.** Determinação de Antocianinas

$$MA = \frac{A \times M \times DF \times 1000}{\lambda \times \varepsilon}$$

M = Massa molar da malvidina-3-glicosídeo (529 g.mol<sup>-1</sup>)

DF = Fator de diluição (1,0)

$\varepsilon$  = Coeficiente de extinção molar (26.900 L<sup>-1</sup>mol<sup>-1</sup>)

$\lambda$  = Comprimento do caminho óptico da cubeta (1 cm).

A = Diferença da Absorvância dos comprimentos dos pH's 1 e 4,5 (520nm e 700nm)

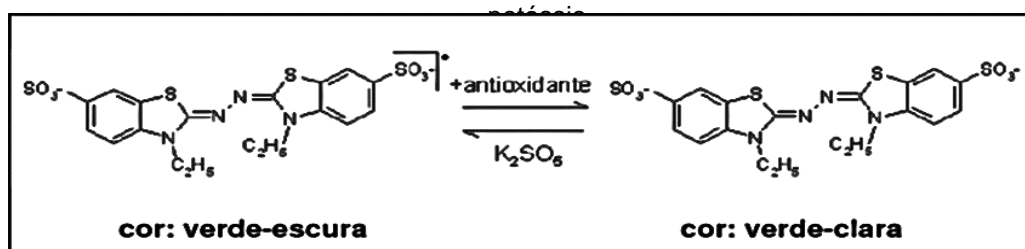
#### 4.3.7 Atividade Antioxidante

#### 4.3.8 Atividade Sequestrante do Radical ABTS<sup>+</sup>

A atividade antioxidante foi determinada pelo método ABTS segundo a metodologia de Rufino, *et al.* (2007). Com a adição de um antioxidante, ocorre a redução do ABTS<sup>+</sup> à ABTS, promovendo a perda da coloração do meio reacional. Com a perda de cor, a porcentagem de inibição do ABTS<sup>+</sup> é determinada em função do Trolox, um padrão submetido às mesmas condições de análise do antioxidante. Os resultados serão expressos em  $\mu$ M trolox/g da amostra.

É baseado na medição da capacidade de um antioxidante na redução de um oxidante, que muda de cor quando reduzido. (ZULUETA, ESTEVE & FRÍGOLA, 2009).

**Figura 7.** Estabilização do radical ABTS·+ por um antioxidante e sua formação pelo persulfato de



Fonte: Rufino, 2007.

#### 4.4 Análise Estatística

Para verificação de diferenças entre os teores da casca e a polpa do fruto de Ajurú amazônico, foram realizadas análises estatísticas, teste ANOVA, teste de Tukey a 5% de significância, através do programa Statistica 10.0.

## 5 RESULTADOS/ DISCUSSÃO

### 5.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA POLPA E CASCA DE AJURÚ

(*Chrysobalanus icaco* L).

Na Tabela 1, encontram-se os valores médios da composição centesimal realizada nas frações da polpa e casca do Ajurú (*Chrysobalanus icaco* L).

**Tabela 1.** Parâmetros físico-químicos da polpa e casca do Ajurú.

| Parâmetros físicos -Químicos       | Polpa                      | Casca                      |
|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| pH                                 | 5,79 <sup>a</sup> ± 0,03   | 4,51 <sup>b</sup> ± 0,31   |
| Acidez total (em ácido cítrico)(%) | 0,07 <sup>a</sup> ± 0,001  | 0,06 <sup>b</sup> ± 0,001  |
| Sólidos solúveis                   | 10 <sup>a</sup> ± 0,15     | 7,0 <sup>b</sup> ± 0,18    |
| Ratio                              | 145,10 <sup>a</sup> ± 3,10 | 111,64 <sup>b</sup> ± 0,92 |
| Umidade (%)                        | 87,18 <sup>a</sup> ± 0,12  | 76,03 <sup>b</sup> ± 1,45  |
| Cinzas (%)                         | 0,67 <sup>a</sup> ± 0,05   | 1,04 <sup>b</sup> ± 0,07   |
| Proteínas (%)                      | 0,44 <sup>a</sup> ± 0,01   | 1,18 <sup>b</sup> ± 0,15   |
| Lipídios (%)                       | 0,32 <sup>a</sup> ± 0,1    | 0,20 <sup>b</sup> ± 0,05   |
| Açúcares Redutores (%)             | 2,14 <sup>a</sup> ± 0,17   | 2,90 <sup>b</sup> ± 0,01   |
| Carboidratos (%)                   | 11,39 <sup>a</sup> ± 0,2   | 21,55 <sup>b</sup> ± 0,64  |
| Fibras Totais (%)                  | 0,52 <sup>a</sup> ± 0,03   | 1,32 <sup>b</sup> ± 0,1    |
| Calorias (Kcal)                    | 48,12 <sup>a</sup> ± 0,53  | 87,44 <sup>b</sup> ± 2,54  |

Fonte: Autores, 2023

Médias seguidas por letras iguais não diferem-se estatisticamente entre si ao nível de significância de

5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Médias seguidas por letras diferentes indicam que há diferença estatística entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

De acordo com a Tabela 1 verificou-se que há diferença significativa ao nível de 5% pelo teste de Tukey nos parâmetros da polpa e da casca, com exceção dos lipídios que não diferenciaram-se entre si.

Conforme a Tabela 1, O fruto do Ajurú, apresentou valor de pH 5,79 na sua polpa e 4,51 em sua casca, valor semelhante ao encontrado por Aguiar (2010), que encontrou valor de 5,64 em na polpa dos frutos de Ajurú da região de Massambaba, no município de Arraial do Cabo, no estado do Rio de Janeiro. Estudos realizados por Araújo (2012) em frutos de Ajurú da vegetação litorânea da região de alagoas, realizadas nos municípios de Paripueira, Piaçabuçu e Marechal Deodoro, encontraram valor de 5,50, sendo um resultado superior ao encontrado na casca do Ajurú.

O valor de pH da polpa e casca do fruto de ajurú encontrado no presente trabalho, indica que esta fruta pode ser classificada como de baixa acidez, por conter pH superior ao de 4,5 (Franco & Landgraf 1996). E em relação a casca o valor é semelhante ao estabelecido por Franco & Landgraf (1996), logo, ambos consideraram-se de baixa acidez.

Nas frutas, os sólidos solúveis (°Brix) são de modo geral, constituídos em grande parte por açúcares, e de acordo com Gomes et al. (2002), os açúcares solúveis presentes nos frutos na forma combinada são responsáveis pela doçura, sabor e textura. Os principais açúcares presentes, de modo geral são: glicose, frutose e sacarose em diferentes proporções, sendo que esses teores aumentam conforme ocorre o processo de maturação dos frutos.

O valor de sólidos solúveis (°Brix) presente na polpa de Ajurú foi de 10 e em sua casca foi obtido 7, valor próximo ao encontrado por Maldonado *et al.* (2020), que obteve valor médio de 10,3 no fruto. Na pesquisa realizada por Aguiar (2010) o valor médio foi de 8 na polpa, sendo inferior ao encontrado na polpa de Ajurú amazônico

A relação de SS/AT (ratio) da polpa forneceu o valor 145,10 na polpa e 111,64 em sua casca, sendo esses resultado próximo ao de Gonçalves *et al.* (2017) que obteve 141,11 no fruto do Ajurú, em diferentes estágios de maturação da região do Ceará.

A relação entre acidez titulável e os sólidos solúveis (°Brix) é quem fornece o

ratio, sendo um indicador para determinar o estágio de maturação das frutas, determinando a relação do sabor doce e ácido (CHAVES, 2019).

A acidez apresentou o valor encontrado de 0,07% na polpa e 0,06% em sua casca; o resultado se apresenta próximo aos intervalos encontrados na pesquisa realizada Gonçalves *et al.* (2017), que analisou frutos do Ajurú em diferentes estágios de maturação, na região do Ceará, e encontrou acidez média de 0,09% a 0,19%. Maldonado *et al.* (2020) encontrou resultados superiores nas suas análises de frutos de Ajurú da região de Boa vista, onde obteve a média de acidez total de 0,41% no fruto.

A acidez é um dos parâmetros importantes utilizado para determinar o estado de maturação do fruto, visto que, tende a aumentar com o decorrer do amadurecimento até o seu completo desenvolvimento. No entanto, processos como hidrólise, oxidação e fermentação podem alterar a concentração hidrogeniônica e, conseqüentemente a acidez. (AGUIAR, 2010).

Quanto a umidade, o fruto apresentou, o valor médio, maior na polpa quando relacionado à sua casca, sendo que na polpa do Ajurú o valor foi de 87,18% e em sua casca foi de 76,03%. A pesquisa de Maldonado (2020) encontrou valor médio de 79,41% no fruto, valor próximo ao encontrado na casca do fruto. Estudos realizados por Aguiar (2010) foram em média de 84,40% em polpa de Ajurú, sendo um resultado próximo ao valor encontrado na presente pesquisa.

Foi encontrado, no presente trabalho, o valor médio de proteínas na polpa de 0,44% e 1,18% na casca. Maldonado *et al.* (2020) encontrou média de 0,59% de proteína no fruto do Ajurú, valor inferior à casca encontrada nesta pesquisa. Já Vargas (2000) obteve média de 0,4% no fruto, valor semelhante encontrado na polpa.

A polpa de Ajurú analisada apresentou média de 0,67% e, em sua casca, 1,04% de resíduo mineral. Vargas (2000) encontrou valores de 0,8% nos frutos de Ajurú, sendo um valor próximo ao encontrado na casca do fruto. Aguiar (2010) encontrou em média valor de 0,64% de resíduo mineral na polpa de Ajurú, resultado similar nesta pesquisa.

O valor médio de lipídeos obtido na polpa do fruto foi de 0,32% e, em sua casca, foi encontrado 0,20%. Vargas *et al.* (2000) obtiveram média para o teor de lipídeos de 0,1% no fruto, sendo um valor inferior ao encontrado na casca do fruto. Já estudos realizados por Aguiar (2010) obteram o valor médio de 0,85% na polpa

do Ajurú, resultado superior ao desta pesquisa.

Os valores obtidos de açúcares redutores na polpa foram de 2,14% e, em sua casca, 2,90%. Araujo (2012) obteve o valor médio para açúcares redutores de 1,49%, no fruto, resultado inferior ao encontrado na casca do fruto. Pesquisas realizadas por Aguiar (2010) encontraram o valor médio de 1,73% em polpa de Ajurú, resultado inferior ao desta pesquisa.

O valor médio de Fibras totais foi de 0,52% na polpa e 1,32% na casca. Vargas et al. (2000), obtiveram o valor médio para fibras de 1%, no fruto, sendo um valor próximo encontrado na casca. Aguiar (2010) encontrou o valor médio de 2,43% na polpa de Ajurú, sendo esse um valor superior ao encontrado na presente pesquisa

Os valores de carboidratos totais foram de 11,39% na polpa e 21,55% na casca. Maldonado (2020) obteve o valor de 18,71% no fruto do ajurú, sendo um valor próximo ao encontrado na casca. Estudos realizados por Aguiar (2010) encontraram o valor médio de 9,34% na polpa de Ajurú, sendo um valor inferior ao encontrado nesta pesquisa.

Os resultados obtidos no valor calórico foram de 48,12 Kcal na sua polpa e 87,44 Kcal em sua casca. Estudos realizados por Aguiar (2010) encontraram o valor de 64,09Kcal na polpa de ajurú, sendo um resultado superior ao do ajurú da amazônia. Maldonado (2020) encontrou o resultado de 83,59Kcal no fruto, sendo este um resultado próximo ao encontrado na casca desta pesquisa.

As diferenças mostradas nos resultados desta pesquisa estão relacionadas a diversas causas, visto que, de acordo com Mattiuz (2007), fatores como luminosidade, temperatura do ambiente, solo, ponto de colheita irão influenciar nas características fisiológicas, qualidade e composição físico-química das frutas em seus estágios de maturação, além de seus aspectos físicos (peso, diâmetro, altura, coloração, firmeza) e químicos (acidez, teor de sólidos solúveis e índice de maturação).

## 5.2 COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE (AA) DO AJURÚ (*CHRYSOBALANUS ICACO* L).

Na Tabela 2, encontram-se os valores médios dos Compostos Bioativos e Atividade Antioxidante da casca e polpa do fruto do Ajurú.

**Tabela 2.** Compostos bioativos da casca e polpa do ajurú.

|  | Casca                      | Polpa                     |
|--|----------------------------|---------------------------|
| Compostos fenólicos (mg EAG/100g)                  | 307,15 <sup>a</sup> ± 0,21 | 103,3 <sup>b</sup> ± 4,88 |
| Flavonoides (mgEQ/100g)                            | 150 <sup>a</sup> ± 1,16    | 2,68 <sup>b</sup> ± 0,09  |
| Antocianinas (cianidina 3- glicosídeo mg/100g)     | 140,6 <sup>a</sup> ± 10,19 | 3,08 <sup>b</sup> ± 1,66  |
| Atividade antioxidante (AA) por ABTS+(µM trolox/g) | 15,25 <sup>a</sup> ± 0,71  | 2,85 <sup>b</sup> ± 0,85  |

**Fonte:** Autores, 2023

Médias seguidas por letras iguais não diferem-se estatisticamente entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Médias seguidas por letras diferentes indicam que há diferença estatística entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados vistos na Tabela 2, relacionados aos compostos bioativos e atividade antioxidante, mostraram que há diferença significativa ao nível de 5% pelo teste de Tukey ao separar a polpa e a casca do fruto do Ajurú.

Conforme a tabela 2, a amostra de casca de Ajurú apresentou valor médio de 307,15 mg/100g de compostos fenólicos e na sua polpa 103,3 mg/100g; os valores, presentes nos intervalos, encontrados por Gonçalves *et al* (2017) foram de 10,90 a 480,73mg/100g nos frutos de Ajurú, em diferentes estágios de maturação da região do litoral cearense. Estudos realizados por Venâncio (2016) encontraram o valor de 213,3 mg/100g nos frutos de Ajurú da região da praia do Farol, Distrito de Mosqueiro, na cidade de Belém (PA).

Segundo Vasco, Ruales e Kamal-Eldin (2008) as frutas podem ser classificadas em três categorias em função do conteúdo de compostos fenólicos totais: baixo (< 100mg/100g), médio (100 - 500 mg/100) e alto (> 500 mg/100) para resultados expressos em matéria fresca. Logo, casca e polpa do Ajurú amazônico, classificam-se como médio, em função do teor de compostos fenólicos.

Na casca do Ajurú encontrou-se 150mg/100g de flavonoides e em sua polpa foi de 2,68 mg/100g, valor superior ao encontrado por Gonçalves *et al.* (2017) que foi de 3,50mg/100g e 27,55 mg/100 nos frutos de Ajurú, em diferentes estados de maturação na região do Ceará.

O Ajurú amazônico apresentou valores relevantes quanto ao teor de compostos fenólicos e flavonoides, principalmente em sua casca. De acordo com Santos (2011) os compostos fenólicos, tais como flavonoides e antocianinas, que são encontrados nas frutas, estão relacionados na capacidade antioxidante destes frutos. Estudos de

Pérez-herrera et al. (2020) demonstraram a relação dos compostos fenólicos com a atividade antioxidante.

O valor encontrado de antocianinas na polpa foi de 3,08 mg/100g cianidina 3-glicosídeo e na casca foram obtidos 140,6 mg/100g cianidina 3-glicosídeo, resultado este, superior à pesquisa realizada por Brito et al. (2007), que analisou frutos do Ajurú da região do Ceará e encontrou o valor de 104 mg/100g cianidina 3-glicosídeo.

As antocianinas ocorrem em todos os tecidos vegetais, incluindo folhas, caules, raízes, flores e frutos. Nas frutas é comum encontrar antocianinas como as cianidina, peonidina, delphinidina e a piranocianina, que vão fornecer a atividade antioxidante aos frutos. (PORTO et al., 2013; IGNAT et al., 2011)

Na casca do Ajurú encontrou-se o valor de 15,25  $\mu\text{M}$  trolox/g e na sua polpa 2,85  $\mu\text{M}$  Trolox/g de Atividade antioxidante, valores semelhantes aos encontrados nos frutos por Gonçalves et al. (2017) que estão no intervalo entre 1,45 e 20,2  $\mu\text{M}$  trolox/g.

Estudos demonstram que os extratos provenientes de cascas de frutas possuem forte atividade antioxidante. Os efeitos da atividade antioxidante são parcialmente atribuídos aos compostos fenólicos, especialmente os flavonoides e antocianinas. (PODSEDEK, 2007; TONIN; et al, 2020)

## 6 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos em relação a composição centesimal, pode-se observar diferenças significativas ao comparar polpa e casca no fruto do Ajurú amazônico, encontrando-se valores superiores de proteína, cinzas, fibras e carboidratos na casca do fruto. Em relação aos compostos bioativos, os frutos de Ajurú (*Chrysobalanus icaco* L) decorrentes do Município de Limoeiro do Ajurú, apresentaram atividade antioxidante em sua casca e polpa, com resultados próximos aos encontrados em frutos de ajurú de outras regiões, obtendo maior valor na casca, sendo justificado devido aos seus altos teores de compostos fenólicos, flavonoides e antocianinas, observando-se, também, diferenças significativas ao comparar polpa e casca do ajurú da amazônia, obtendo resultados maiores na casca.

Os dados obtidos nesta pesquisa de compostos bioativos e atividade antioxidante foram relevantes e mostraram um potencial nutritivo na casca do Ajurú, indicando que podem oferecer benefícios a saúde humana. Ademais, faz-se necessária uma abordagem mais a fundo nesta fruta decorrente da região amazônica, levando em conta as características promissoras que ela possui e quantidade limitada de estudos realizados nela.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, T. M.; **Caracterização química e física de folhas, frutos e sementes do bajuru (*Chrysobalanus icaco*, L.) e avaliação do chá de folhas em camundongos (Suiss) normais e diabéticos**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro., 2010. Dissertação (Doutorado). Acesso em: 23 jan. 2023

ABE, L. T.; MOTA, R. V.; LAJOLO, M. F.; GENOVESE, M. I.; Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L. **Rev. Food Science and Technology**, v. 27, p. 394-400, 2007.

ARAUJO, R. R.; **Qualidade e potencial de utilização de frutos de genótipos de Cambuí, Guajiru e Maçaranduba nativos da vegetação litorânea de Alagoas**. Universidade Federal Rural do Semi-Árido., 2012. Tese (Doutorado).

ANVISA. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde**. [s.l.], p. 1–12. 2019. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/resultado>. Acesso em: 23 jan. 2023

BRASIL. Resolução - RDC n.360, de 23 de dezembro de 2003. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária aprova o regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. D.O.U. - Diário Oficial da União, Brasília, 26 dez. 2003. Seção 1

BRITO, Edy Sousa et al. Anthocyanins present in selected tropical fruits: acerola, jambolão, jussara, and guajiru. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 55, n. 23, p. 9389-9394, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/jf0715020>. Acesso em: 20 jan. 2023

BROWN, S. H.; FRANK, M. S.; *Cocoplum (Chrysobalanus icaco L.) Identification and Uses*. **Edis**, [s. l.], v. 2018, n. 2, p. 1–9, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.32473/edis-ep553-2018>. Acesso em: 25 jan. 2023

CAMPELO M. F.; LAMEIRA, O. A.; MAVÃO L. S.; ASSIS R. M. A. (*Chrysobalanaceae*), fenologia da espécie – *Chrysobalanus icaco* L. **In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA**, 21., 2017, Belém - Pará. **Anais do Seminário de Iniciação Científica da EMBRAPA**. Belém - Pará: Embrapa Amazônia Oriental, 2017. p. 290–295. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164307/1/Anais-Pibic-2017-Online.pdf>. Acesso em: 23 out. 2021.

CHANG C-C, YANG M-H, WEN H-M AND CHERN J-C. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. **Journal Food Drug Anal** 10: 178-182.

CHATHAM, Laura A.; PAULSMEYER, Michael; JUVIK, John A. Perspectivas para corantes naturais econômicos: insights do milho. **Genética Teórica e Aplicada**, v. 132, p. 2927-2946, 2019.

CHAVES, Camila de Carvalho et al. Análises físico-químicas, fenólicos e antioxidantes de polpa de ciriguela (*Spondias purpurea* L.). **Hig. aliment**, p. 1224-1228, 2019.

DE MORAES ARNOSO, Bernardo Junqueira; DA COSTA, Giselle França; SCHMIDT, Betina. Biodisponibilidade e classificação de compostos fenólicos. **Nutrição Brasil**, v. 18, n. 1, p. 39-48, 2019.

EMBRAPA , Amazônia é berço de frutas nativas de alto potencial comercial. [S. I.], 27 jul. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/14818376/amazonia-e-berco-de-frutas-nativas-de-alto-potencial-comercial>. Acesso em: 10 Jan. 2023

FEIO, C. D. G. B.; LIMA, F. P.; NUNES, A. S.; LOPES, Y. M. S.; JUNIOR, E. N. M.. ELABORAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS E ANTOCIANINAS EM FERMENTADO ALCOÓLICO DE AJURÚ (*Chrysobalanus icaco*). **Congresso internacional da agroindustria**, [S. I.], 2020. Recife - PE

FERREIRA, Léa Maria Dos Santos Lopes. CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA E FITOQUÍMICA DA *Physalis angulata* L. E SEU EFEITO SOBRE CÉLULAS DE INDIVÍDUOS COM MIELOPATIA ASSOCIADA AO HTLV-1. 2018. 98 f. Tese (Doutorado) - **Escola bahiana de medicina e saúde pública**, [S. I.], 2018. Disponível em: <http://repositorio.bahiana.edu.br/jspui/bitstream/bahiana/2604/1/TESE%20L%20c3%89A%20FERREIRA%2025.10%20%281%29.pdf>. Acesso em 22 Jan. 2023

FONSECA-KRUEL V. S.; PEIXOTO A.L.; **Etnobotânica na Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo, RJ, Brasil**. *Acta Bot Bras* [Internet]. 2004Jan;18(*Acta Bot. Bras.*, 2004 18(1)):177–90. Available from: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062004000100015>. Acesso em 18 Jan. 2023

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Ed.) **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, 1982. p. 182-205.

FRANCO, B.D.G.M & LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo, Ed.atheneu, 1996. 182p.

FREITAS, Victor. O mundo colorido das antocianinas. **Revista de Ciência Elementar**, v. 7, n. 2, 2019.

GIUSTI; WROSLTAD. Comparison between polyphenol profile and bioactive response in blackthorn (*Prunus spinosa* L.) genotypes from north Serbia-from raw data to PCA analysis. *Rev. Food Chemistry*, [s. I.], v. 302, p. 1–13, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125373>. Acesso em: 28 jan. 2023

GONÇALVES, J.; SILVA, G. C. O.; CARLOS, L. A. COMPOSTOS BIOATIVOS EM FLORES COMESTÍVEIS. **Biológicas & Saúde**, v. 9, n. 29, 10 maio 2019.

GOMES, P.M. A., FIGUEIRÊDO, R.M.F., QUEIROZ, A.J. de M. Caracterização e isotermas de adsorção de umidade da polpa de acerola em pó. **Revista Brasileira**

**de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4, n.2, p.157-165, 2002.

GONÇALVES, N. P., LUCENA, E. M. P. DE, BONILLA, O. H., & TAVARES, F. J. C. (2017). Physico-chemical composition of native fruits of the Ceará coast at different development stages. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 21(9), 640–644. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n9p640-644>. Acesso em 26 Jan. 2023

HORST, M. A.; LAJOLO, F. M.; CRUZ, A. C.; **Biodisponibilidade De Compostos Bioativos De Alimentos**. [S. l.]: Biodisponibilidade de Nutrientes, 2016.

IGNAT, I.; VOLF, I.; POPA, V. I. (2011) A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. In.: **Food Chemistry** (Vol. 126, Issue 4, pp. 1821–1835). Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem>. Acesso em: 28 Jan. 2023

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: IMESP, 2008

KHOO, H. E., AZLAN, A., TANG, S. T., & LIM, S. M. (2017). Anthocyanidins and anthocyanins: Colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. **Food & Nutrition Research**, 61(1), 1361779.

MABRY, T.; MARKHAM, K. R.; THOMAS, M. B. **The systematic identification of flavonoids**. Springer: Berlin, 1970. p.51-2.

MATTIUZ, B.; **Fatores da pré-colheita influenciam a qualidade final dos produtos. Visão Agrícola** (USP / ESALQ), Piracicaba, p. 18 - 21, 01 fev. 2007

MALACRIDA CR, MOTTA S. Antocianinas em suco de uva: composição e estabilidade. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos** 2006;24(1):59-82. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/cep.v24i1.5294>. Acesso em: 20 jan. 2023

Maldonado, S. A. S., Fernández, I. M., Alemán, L. A. B., Alemán, R. S., & Fuentes, J. A. M. (2020). Nutritional characterization pulp of *Chrysobalanus icaco* L. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, 14(5), 113–117. Disponível em: <https://doi.org/10.5897/ajpp2020.5144>

OLSZOWY, M. (2019). What is responsible for antioxidant properties of polyphenolic compounds from plants? In **Plant Physiology and Biochemistry** (Vol. 144, pp. 135–143). Elsevier Masson SAS. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.09.039>

PENNINGTON, J. A. T.; Food composition database for bioactive food components. **Journal of Food Composition and Analysis**, [s. l.], v. 15, n. 4, p. 419–434, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1006/jfca.2002.1073>. Acesso em: 15 jan. 2023  
PÉREZ-HERRERA A.; MARTÍNEZ-GUTIÉRREZ, G. A.; LEÓN-MARTÍNEZ, F. M.; SÁNCHEZMEDINA, M. A. The effect of the presence of seeds on the nutraceutical, sensory

and rheological properties of *Physalis* spp. Fruits jam: A comparative analysis. **Food Chemistry**, v. 302, n. 125141, 01 jan. 2020

PODSEDEK, A. (2007) Natural Antioxidants and Antioxidant Capacity of Brassica Vegetables: A Review. **LWT-Food Science and Technology**, 40, 1-11. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2005.07.023> Acesso em: 28 jan. 2023

PORTO, C., PORRETTO, E., & DECORTI, D. (2013). Comparison of ultrasound-assisted extraction with conventional extraction methods of oil and polyphenols from grape (*Vitis vinifera* L.) seeds. **Rev. Ultrasonics Sonochemistry**. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2012.12.002>. Acesso em: 17 jan. 2023

RABANAL-ATALAYA, M.; MEDINA-HOYOS, A.; Análise de antocianinas em milho roxo (*Zea mays* L.) do Peru e suas propriedades antioxidantes. **Terra Latinoamericana**, v. 39 de 2021.

RIBEIRO, A. S. **Influência da vitamina C no Sistema Imunitário Humano**. Covilhão: Universidade Da Beira Interior, 2019. Dissertação (Doutorado)

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. de; MORAIS, S. M. de; SAMPAIO, C. de G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D.; **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS +**. [S. l.: s. ed.], 2007.

SANTOS, M. S. **Impacto do processamento sobre as características físico químicas, reológicas e funcionais de frutos da guabirobeira (Campomanesia Xanthocarpa)**. 2011, 148 f. Tese (doutorado) - Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em tecnologia de Alimentos - Universidade Federal do Paraná. Curitiba – PR, 2011.

SANTOS, R. F.; REIS, L. B.; FILHO, G. V. D.; SANTOS, A. B. C.; ALMEIDA, M. B.; BARBOSA, A. P. O.; SIQUEIRA, I. B.; **APLICAÇÕES FARMACOLÓGICAS DO *Chrysobalanus icaco* L.: UM ESTUDO DE REVISÃO**. In: I Simpósio de Ciências Farmacêuticas de Sergipe - Aracaju, Sergipe, Brasil., 2019. Disponível em: <https://www.doity.com.br/anais/simposiodecienciasfarmaceuticasdesergipe/trabalho/107765>. Acesso em: 08/02/2023 às 20:35

SHALABY, Emad; AZZAM, Ghada Mostafa (Ed.). **Antioxidants in foods and its applications**. BoD–Books on Demand, 2018.

SILVA, Q. J.; FIGUEIREDO, F. J.; LIMA, V. L. A. G. Características físicas e químicas de cirigueiras cultivadas na Zona da Mata Norte de Pernambuco. **Rev. Ceres**, v. 63, n. 3, p. 285-290, 2016

SILVA, Inês Machline; PEIXOTO, Ariane Luna. O abajurú (*Chrysobalanus icaco* L. e *Eugenia rotundifolia* Casar.) comercializado na cidade do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, p. 325-332, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2009000200025>. Acesso em 20 jan. 2023

SINGLETON V. L.; ORTOFHER, R.; LAMUELA, R.M. Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin - Ciocalteu Reagent. **Rev. Meth Enzymology**. 299:152-78. 1999

SMERIGLIO, A., BARRECA, D., BELLOCCO, E., & TROMBETTA, D. (2016). Chemistry, pharmacology and health benefits of anthocyanins. *Phytotherapy Research: PTR*, **30(8)**, 1265-1286.

SOARES, C. A.; **Validação do método fast blue bb para quantificação de compostos fenólicos totais em alimento**. 10–17 f. 2015. Porto Alegre: Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3132847.3132886>. Acesso em: 23 out. 2021..

SOUZA, H. D. A., NASCIMENTO, A. L. A. A., STRINGHETA, P. C., BARROS, F. A. R. (2020). Capacidade antioxidante de flores de capuchinha (*Tropaeolum majus*L.). **Revista Ponto de Vista**, *1*, 1–12. <https://periodicos.ufv.br/rpv>

TONIN, L. T. D.; TEIXEIRA, B. S; SUZUKI, R. M. (2020) Capacidade Antioxidante e Compostos bioativos dos frutos de *pouteria glomerata* (LARANJINHA-DE-PACU). **Rev. Tecnológica**, 29(2), 291-308,

VARGAS, S. G. F, MALDONADO, A.; SOL, Y; MOLINA R. F. **Frutales tropicales de Tabasco**. Segunda edición , Centro de Investigación de Ciencias Biológicas. Unidad Sierra.UJAT. México, p.137, 2000.

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.

VENANCIO, Vinicius P. et al. *Cocoplum* (*Chrysobalanus icaco* L.) anthocyanins exert anti-inflammatory activity in human colon cancer and non-malignant colon cells. **Food & function**, v. 8, n. 1, p. 307-314, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1039/C6FO01498D>. Acesso em: 01 Fev. 2023

VENANCIO, V. P., MARQUES, M. C., ALMEIDA, M. R., MARIUTTI, L. R. B., SOUZA, V. C. DE O., BARBOSA, F., ... ANTUNES, L. M. G. (2016). *Chrysobalanus icaco*L. fruits inhibit NADPH oxidase complex and protect DNA against doxorubicin-induced damage in Wistar male rats. **Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A**, 79(20), 885–893. doi:10.1080/15287394.2016.1193454

YAKANDAWALA, D.; MORTON, C. M.; PRANCE, G. T.; Phylogenetic relationships of the *Chrysobalanaceae* Inferred from chloroplast, nuclear, and morphological data. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, [s. l.], v. 97, n. 2, p. 259–281, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.3417/2007175>. Acesso em: 15 jan. 2023.

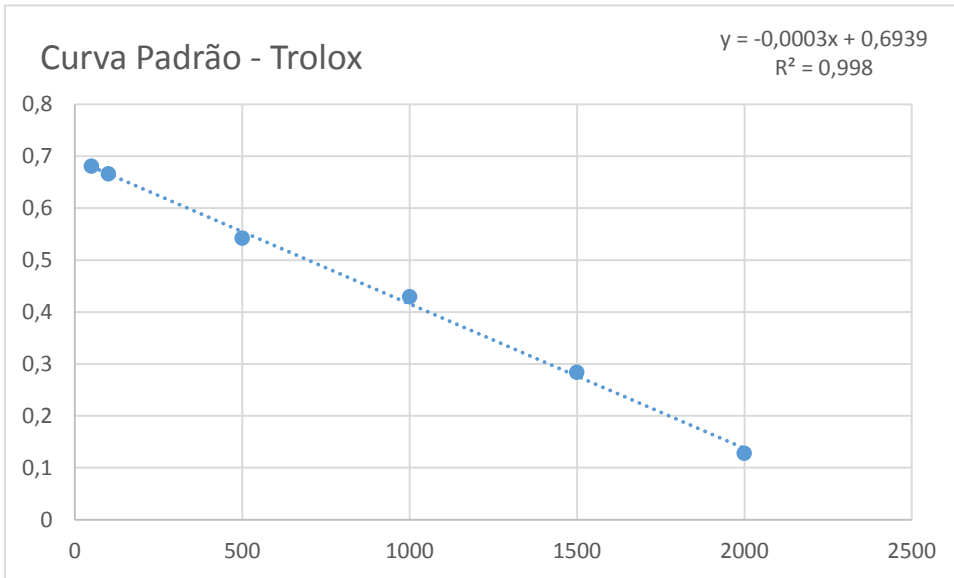
ZAMORA, Sandro de. **Determinação da capacidade antirradicalar de produtos naturais utilizando-se a quimiluminescência do luminol e ensaios fotométricos com radicais estáveis**. 2011. 93 f. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2011. Dissertação (Mestrado em química) – Instituto de Química da Universidade de São

Paulo.

ZULUETA, A.; ESTEVE, M. J.; FRÍGOLA, A. ORAC and TEAC assays comparison to measure the antioxidant capacity of food products. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 114, n. 1, p. 310–316, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.033>. Acesso em: 9 jan. 2023

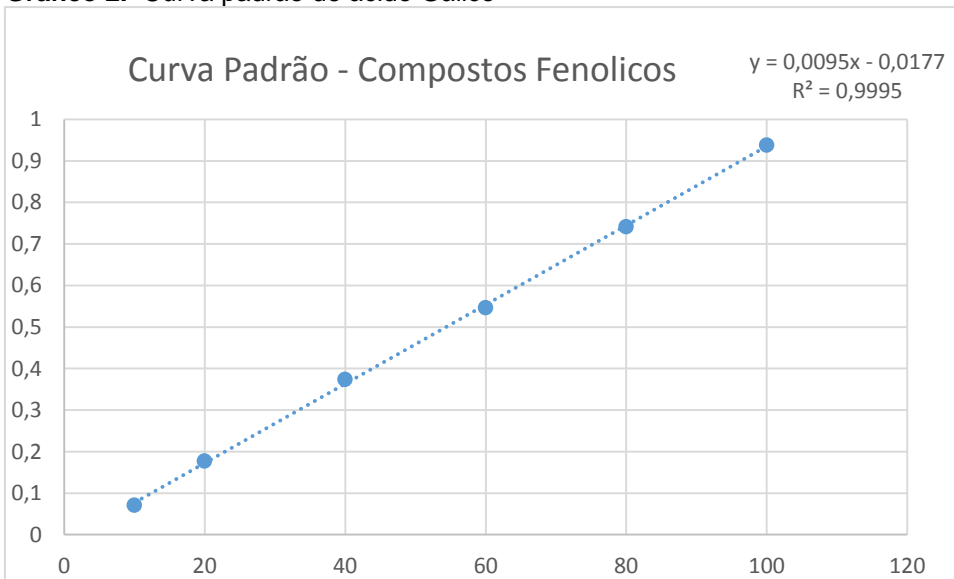
## APÊNDICES

**Gráfico 1.** Curva padrão de Trolox

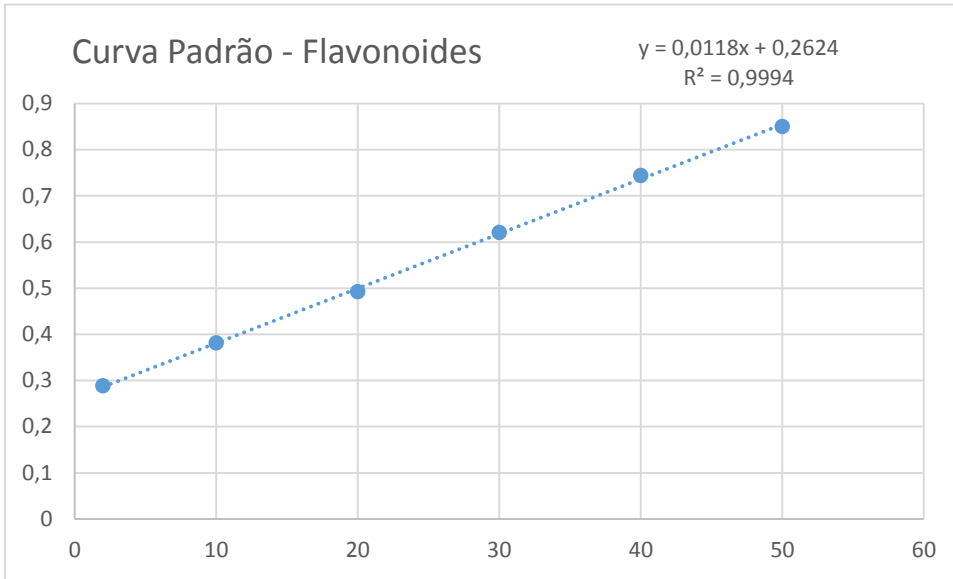


Fonte: Autores, 2023.

**Gráfico 2.** Curva padrão de ácido Gálico



Fonte: Autores, 2023.

**Gráfico 3.** Curva padrão de Quercetina

Fonte: Autores, 2023.