UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José do Rio Preto

Fernanda Rosan Fortunato Seixas

Frutas do bioma Amazônia: caracterização físico-química e efeito da ingestão sobre os parâmetros fisiológicos em ratos

São José do Rio Preto
2017

Fernanda Rosan Fortunato Seixas

Frutas do bioma Amazônia: caracterização físico-química e efeito da ingestão sobre os parâmetros fisiológicos em ratos

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia e Ciência dos Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência dos Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de São José do Rio Preto.

Orientador: Profª. Drª. Natália Soares Janzantti

São José do Rio Preto
2017

Seixas, Fernanda Rosan Fortunato.
Frutas do bioma Amazônia: caracterização físico-química e efeito da ingestão sobre os parâmetros fisiológicos em ratos / Fernanda Rosan Fortunato Seixas. -- São José do Rio Preto, 2017
105 f. : il., tabs.

Orientador: Natália Soares Janzantti
Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1.Tecnologia de alimentos. 2. Frutas. 3. Físico-química. 4. Animais – Experimentação. I. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. II. Título.

CDU – 634.1/.7(213)

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do IBILCE
UNESP - Câmpus de São José do Rio Preto

Fernanda Rosan Fortunato Seixas

Frutas do bioma Amazônia: caracterização físico-química e efeito da ingestão sobre os parâmetros fisiológicos em ratos

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia e Ciência dos Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência dos Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de São José do Rio Preto.

Comissão Examinadora

Profª. Drª. Natália Soares Janzantti
UNESP – São José do Rio Preto
Orientador

Profª. Drª. Agdamar Affini Suffredini
Centro Universitário de Rio Preto - UNIRP

Profª. Drª. Tereza Cristina Bolzan Quaioti
Secretaria Municipal de Saúde de Itajobi - SP

Profª. Drª. Ellen Silva Lago Vanzela
UNESP – São José do Rio Preto

Profª. Drª. Andrea Carla da Silva Barretto
UNESP – São José do Rio Preto

São José do Rio Preto
2017

"Aprender é a única coisa de que a mente nunca se cansa, nunca tem medo e nunca se arrepende".

Leonardo da Vinci

***Dedico este trabalho**,*

Ao meu filho Marco Antônio, aos meus pais José e Maria José, ao meu esposo Rodrigo e as minhas irmãs Juliana e Lara que me incentivaram, apoiaram e sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos. Vocês são meu tudo, meu porto seguro. Minha eterna admiração, respeito e amor.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual Paulista (UNESP) Campus de São José do Rio Preto (IBILCE), em especial ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, pela formação profissional e apoio de seus funcionários e professores.

Ao Prof. Ismael Cury, diretor geral das Faculdades Integradas de Cacoal (UNESC) Campus Cacoal, Rondônia, pelo incentivo e por ceder o biotério para a realização dos testes *in vivo*.

A Profª. Drª. Natália Soares Janzantti pela orientação, ensinamentos e confiança, que me proporcionaram crescimento científico e pessoal. Minha eterna gratidão, admiração e amizade.

A Profª. Drª Bruna Kempfer Bassoli pelos auxílios, ensinamentos e colaboração direta nas análises estatísticas e testes biológicos, sem as quais este trabalho não seria concretizado. Minha eterna gratidão, admiração e amizade.

A amiga Lara Borghi Virgolin do Laboratório de Análise de Alimentos, que participou ativamente na realização deste trabalho e as demais amigas Mariana Garcia, Katieli Todisco e Alana Lisbôa pela amizade, apoio e incentivo.

Aos amigos e colegas de profissão Julia Souza Amaral, Ludmila Valeriano, Ana Paula Matos e José Carlos Ferreira Sales pela amizade, apoio e incentivo.

Manifesto a minha gratidão a todas as pessoas que, direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho, aos acadêmicos do curso de nutrição e biomedicina da UNESC – Cacoal: Camila Iasmim, Maria Izabel, Bryani Soares, Robcharles Rodrigues de Oliveira, Pamela Kamila Miler de Paula e Uilma Xavier que me auxiliaram nos testes biológicos.

Aos amigos do Instituto Adolfo Lutz, em especial a Maria do Rosário Vigeta Lopes e Jacqueline e Tanury Macruz Peresi pelos exemplos de amor, companheirismo e otimismo. Obrigada

Aos Amigos Ricardo Botta, Eduardo Vannon, Daniele Borges, Larissa Silva, Melce pela amizade e por estarem sempre no meu caminho me guiando e me apoiando.

As Professoras Dra. Alessandra Ferrarezi e Dra. Andréia C. Barretto por terem prestado valiosas sugestões e correções por ocasião do exame geral de qualificação.

Obrigada por tudo!

RESUMO

O Bioma Amazônia apresenta uma grande diversidade frutífera, aproximadamente 200 espécies, destas majoritariamente prevalencem a escassez de dados técnicos científicos principalmente de caracterização físico-química, potencial nutricional e de benefícios à saúde. Os objetivos deste trabalho foram avaliar as características físico-químicas das polpas das frutas de araçá-boi (*Eugenia stipitata*), abiu (*Pouteria caimito*) grande, araticum (*Annona crassiflora*), biri-biri (*Averrhoa bilimbi L.*) e mangostão amarelo (*Garcinia xanthochymus*), obtidas em diferentes safras, e os efeitos do consumo destas polpas sobre os parâmetros hematológicos, metabólicos, de toxicidade hepática e renal em ratos. As polpas das frutas foram procedentes da cidade de Cacoal, Rondônia (Amazônia Ocidental). Os parâmetros físico-químicos avaliados foram sólidos solúveis, acidez total titulável, pH, açúcares redutores, açúcares não redutores e totais, ácido ascórbico, umidade, cinzas, lipídios, proteína, cor, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante total. Nos ensaios biológicos foram utilizados 60 ratos machos Wistar albinos, adultos, que receberam doses diárias de 0,3214 mL de polpa/100 g de massa corpóreo durante 30 dias (efeito sub-crônico) por intubação gástrica e após este período realizadas as análises de hematócrito total, leucócitos totais, glicemia, triacilglicerois e colesterol total, transaminase glutâmica oxalacética citoplasmática (TGO) e transaminase glutâmica pirúvica citoplasmática (TGP), uréia e creatina. Os parâmetros físico-químicos do araçá-boi, abiu grande, araticum, biri-biri e mangostão amarelo diferiram ($p \leq 0,05$) entre as safras avaliadas. A polpa de araçá-boi foi caracterizada de coloração amarelada e opaca, ácida, com alto teor de umidade e baixos teores de açúcares, sólidos solúveis, cinzas e lipídios, com presença de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante. A ingestão desta polpa por ratos promoveu uma tendência à redução do colesterol. A polpa de abiu grande foi caracterizada por cor amarelada e opaca, levemente ácida, com alto teor de açúcares e sólidos solúveis e baixo teor de lipídios, ácido ascórbico, proteína, compostos fenólicos totais e de atividade antioxidante total. Nos ensaios biológicos, foi observado que sua ingestão promoveu uma redução significativa dos leucócitos totais, sem ocasionar danos hepático e renal em ratos. A polpa de araticum foi caracterizada como de cor amarelada e opaca e ácida, com alto teor de açúcares e umidade, e baixo teor lipídico, protéico e de ácido ascórbico, além de maiores teores de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante total quando comparado as demais polpas estudas. A sua ingestão promoveu redução de leucócitos e aumento

dos triacilgliceróis, além de uma tendência a reduzir a glicemia e aumentar o hematócrito e colesterol em ratos. A polpa de biri-biri foi caracterizada com cor esverdeada e opaca, com baixo teor de acidez, lipídios, proteína, açúcares, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante total. Sua ingestão promoveu um aumento significativo de TGO, ocasionando danos hepáticos e indícios de danos renais em ratos, pela tendência ao aumento da uréia, não sendo seguro seu consumo principalmente por nefropatas. A polpa de mangostão amarelo foi caracterizada por cor amarelada e opaca, com baixo teor de acidez, lipídios e proteína, e alto teor de umidade. A polpa apresentou teores médios de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante total. Sua ingestão não apresentou alterações significativas nas análises bioquímicas realizadas neste estudo em ratos.

Palavras-chave: Análises físico-químicas. Ensaios biológicos. Frutas amazônicas.

ABSTRACT

The Amazon Biome shows a great fructiferous diversity, approximately 200 species, and there is a lack of technical scientific data mainly of psychochemical, nutritional potential and health benefits description of those. The aims of the this study was to evaluate the psychochemical description of the fruit pulps of araça-boi (*Eugenia stipitata*), abiu (*Pouteria caimito*), araticum (*Annona crassiflora*), biri-biri (*Averrhoa bilimbi* L.) and yellow mangosteen (*Garcinia xanthochymus*), obtained in different harvests, and the effects of consuming these fruit pulps on hematologic, metabolic, renal and hepatic toxicity parameters in rats. The pulps of the fruits, proceding from the city of Cacoal, Rondônia (Western Amazon). The physical-chemical parameters evaluated were: solid, acid, total titratable, pH, reducing sugars, non-reducing and total sugars, ascorbic acid, moisture, ashes, lipids, protein, color, total phenolic compounds and total antioxidant activity contents. In the biological assays, 60 adult male albino Wistar rats were given daily doses of 0.3214 mL of pulp/100 g of body mass for 30 days (sub-chronic effect) by gastric intubation and after that period the analyzes evaluated were total hematocrit, total leukocytes, glycemia, triacylglycerols and total cholesterol, cytoplasmic glutamic oxaloacetic transaminase (GOT) and cytoplasmic glutamic piruvic transaminase (GTP), urea and creatine. The physical-chemical parameters of the araçá-boi, abiu grande, araticum, biri-biri and yellow mangosteen pulps differed ($p \leq 0.05$) among the evaluated harvests. Araçá-boi pulp was characterized by yellowish color, opaque and acid, with high moisture content and low sugar, contents of soluble solids, ash and lipids, with the presence of total phenolic compounds and antioxidant activity. The ingestion of this pulp by rats provoked a tendency to reduce cholesterol. The abiu grande pulp was characterized by yellowish color and opaque, slightly acidic, with high content of sugars and soluble solids and low content of lipids, ascorbic acid, protein, total phenolic compounds and total antioxidant activity. In biological assays, it was observed that their ingestion promoted a significant reduction of total leukocytes, without causing hepatic and renal damage in rats. The araticum pulp was characterized as yellowish color, opaque and acidic, with high sugar and moisture contents, and low lipid, protein and ascorbic acid contents, as well as higher total phenolic compounds content and total antioxidant activity when compared to the others pulps that were evaluated. Its ingestion promoted reduction of leukocytes and increase of triacylglycerols, in addition to a tendency to reduce glycemia and increase hematocrit and cholesterol in rats. The biri-biri pulp was characterized with greenish color and opaque, with low

acidity, lipids, protein, sugars, total phenolic compounds contents and total antioxidant activity. Its intake led to a significant increase in GOT, causing liver damage and indications of renal damage in rats, due to the tendency to increase urea, and its consumption was not safe mainly because of nephropathy. The yellow mangosteen pulp was characterized by yellowish color and opaque, with low acidity, lipids and protein contents, and high moisture content. The pulp presented average contents of total phenolic compounds and total antioxidant activity. Its intake did not show significant changes in the biochemical analyzes performed in rats in this study.

Keywords: Physicochemical analysis. Biological assays. Amazonian fruits.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Amazônia legal e taxas de desmatamento 5

Figura 2. Fruto de araçá-boi 9

Figura 3. Fruto de abiu grande. 11

Figura 4. Fruto de araticum 13

Figura 5. Frutos de biri-biri: a) e b) frutos no caule; c) corte longitudinal e d) corte transversal. 14

Figura 6. Frutos de mangostão amarelo.....16

Figura 1.1. Localização do município de cacoal (ponto vermelho) no estado de Rondônia. 30

Figura 1.2. Dendograma obtido a partir dos parâmetros físico-químicos da polpa de araçá-boi nas diferentes safras. 35

Figura 1.3. Comportamento dos parâmetros físico-químicos da polpa de araçá-boi nas diferentes safras. 36

Figura 1.4. Análise de componentes principais utilizando os parâmetros físico-químicos (a) da polpa de araçá-boi nas diferentes safras (b).....36

Figura 1.5. Dendograma obtido a partir dos parâmetros físico-químicos da polpa de abiu grande nas diferentes safras. 39

Figura 1.6. Comportamento dos parâmetros físico-químicos da polpa de abiu grande nas diferentes safras. 40

Figura 1.7. Análise de componentes principais utilizando os parâmetros físico-químicos (a) da polpa de abiu grande nas diferentes safras (b).....40

Figura 1.8. Dendograma obtido a partir dos parâmetros físico-químicos da polpa de araticum nas diferentes safras. 44

Figura 1.9. Comportamento dos parâmetros físico-químicos da polpa de araticum nas diferentes safras. 45

Figura 1.10. Análise de componentes principais utilizando os parâmetros físico-químicos (a) da polpa de araticum em diferentes safras (b).....45

Figura 1.11. Dendograma obtido a partir dos parâmetros físico-químicos da polpa de biri-biri nas diferentes safras. 48

Figura 1.12. Comportamento dos parâmetros físico-químicos da polpa de biri-biri nas diferentes safras. 49

Figura 1.13. Análise de componentes principais utilizando os parâmetros físico-químicos (a) da polpa de biri-biri em diferentes safras (b). 49

Figura 1.14. dendograma obtido a partir dos parâmetros físico-químicos da polpa de mangostão amarelo nas diferentes safras 52

Figura 1.15. Comportamento dos parâmetros físico-químicos da polpa de mangostão amarelo nas diferentes safras 52

Figura 1.16. Análise de componentes principais utilizando os parâmetros físico-químicos (a) da polpa de mangostão amarelo nas diferentes safras (b).....53

Figura 2.1. Administração por intubação gástrica em ratos.....65

Figura 2.2. Resultados bioquímicos após ingestão de polpa de frutas procedentes do bioma Amazônia, A-Hematócrito, B-Leucócitos, C-Glicemia, D- Triacilglicerois e Colestreol, E-TGO e TGP, F-Ureia, G-Creatina.....72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Produção de frutas em toneladas nos estados pertencentes à Amazônia Legal no ano de 2012 7

Tabela 1.1. Parte comestível e codificação das frutas de araçá-boi, abiu, araticum, biri-biri e mangostão amarelo de diferentes safras procedentes do bioma Amazônia..... 30

Tabela 1.2. Parâmetros físico-químicos da polpa de araçá-boi, procedente do bioma Amazônia, em diferentes safras. 33

Tabela 1.3. Peso das variáveis físico-química da polpa de araçá-boi em diferentes safras 37

Tabela 1.4. Parâmetros físico-químicos da polpa de abiu grande, procedente do bioma Amazônia, em diferentes safras. 38

Tabela 1.5. Peso das variáveis físico-química da polpa de abiu grande em diferentes safras 41

Tabela 1.6. Parâmetros físico-químicos da polpa de araticum, procedente do bioma Amazônia, em diferentes safras. 42

Tabela 1.7. Peso das variáveis físico-química da polpa de araticum em diferentes safras 46

Tabela 1.8. Parâmetros físico-químicos da polpa de biri-biri, procedente do bioma Amazônia, em diferentes safras. 47

Tabela 1.9. Peso das variáveis físico-química da polpa de biri-biri em diferentes safras 50

Tabela 1.10. Parâmetros físico-químicos da polpa de mangostão amarelo, procedente do bioma Amazônia, em diferentes safras.....51

Tabela 1.11. Peso das variáveis físico-química da polpa de mangostão amarelo em diferentes safras.....53

Tabela 2.1. Parâmetros físico-químicos de diferentes polpas de frutos nativos do bioma Amazônia.....67

Tabela 2.2. Resultados bioquímicos após ingestão de polpa de frutas procedentes do bioma Amazônia.....69

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 1

2. OBJETIVOS 3

2.1 Objetivos Específicos 3

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 4

3.1. BIOMA AMAZÔNIA BRASILEIRO 4

3.2. A FRUTICULTURA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA 6

3.3. FRUTAS CULTIVADAS NA AMAZÔNIA 7

3.3.1 Araçá-boi (*Eugenia stipitata*) 8

3.3.2 Abiu (*Pouteria caimito*) Grande 10

3.3.3 Araticum (*Annona crassiflora*) 12

3.3.4 Biri-biri (*Averrhoa bilimbi* L.) 14

3.3.5 Mangostão Amarelo (*Garcinia xanthochymus*) 15

4. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA 17

CAPÍTULO I 27

RESUMO 27

1.1. INTRODUÇÃO 29

1.2. MATERIAL E MÉTODOS 30

1.2.1. Matéria Prima 30

1.2.2 Análises físico-químicas 32

1.2.3. Análise estatística 32

1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 33

1.3.1. Araçá-Boi 33

1.3.2. Abiu Grande 38

1.3.3. Araticum 42

1.3.4. Biri-Biri 48

1.3.5. Mangostão Amarelo 51

1.4. CONCLUSÃO 55

1.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 56

CAPÍTULO II 62

RESUMO 62

2.1. INTRODUÇÃO 63

2.2. MATERIAL E MÉTODOS 64

2.2.1. Matéria Prima 64

2.2.2. Análises físico-químicas 64

2.2.3. Ensaios Biológicos 65

2.2.3.1. Análises hematológicas 67

2.2.3.2. Análises Bioquímicas 67

2.2.3.3. Análises Estatísticas 67

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 68

2.4. CONCLUSÃO 77

2.5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA 78

4. CONCLUSÃO GERAL 85

ANEXO I 87

ANEXO II – COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DA RAÇÃO PARA ROEDORES 88

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas tropicais, subtropicais e temperadas, devido a sua extensão territorial, posição geográfica, solo e condições climáticas favoráveis (SANTOS et al., 2014, TREICHEL et al., 2016). Atualmente, a produção anual brasileira de frutas é de aproximadamente 43 milhões de toneladas, desse total, estima-se que 0,8% (cerca de 300 mil toneladas) sejam constituídos por frutas tropicais pouco exploradas economicamente. Laranja, banana e abacaxi são as principais frutas cultivadas e, São Paulo, Bahia, Rio Grande do Sul e Minas Gerais são os principais estados produtores (TREICHEL et al., 2016).

No Brasil existem aproximadamente 500 espécies de frutos, sendo o grande centro dessa diversificação a Amazônia Brasileira, onde são encontradas cerca de 220 plantas produtoras de frutas comestíveis (GIACOMETTI, 1993 apud CARVALHO, 2014). Apesar de possuir o maior bioma brasileiro, com 3,5 milhões de km^2, 58 milhões de hectares desmatados e condições climáticas favoráveis, a região amazônica detém apenas 7,06% da produção nacional de frutas, sendo o açaí e o cupuaçú as principais culturas (NASCENTE; ROSA NETO, 2005; SANTOS et al., 2014).

O bioma Amazônia tem passado por importantes transformações nas últimas décadas, como a ascensão das frutas nativas, até então de consumo essencialmente regional; melhores processos de produção, principalmente no que se refere à qualidade dos seus produtos; consolidação da agroindústria, com uma melhor infraestrutura que possibilite melhores condições de competitividade (HOMMA, 2001; CAVALCANTI; MOREIRA, 2002), mas ainda carece de conhecimentos principalmente no que se refere à composição química e nutricional das frutas cultivadas neste bioma.

Acredita-se, também, que estudos experimentais e clínicos que demonstrem cientificamente, por meio de biomarcadores confiáveis, os beneficios das frutas cultivadas no bioma Amazônia como redução do risco de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), podem aumentar o seu consumo (PORTINHO; ZIMMERMANN; BRUCK, 2012). Ressalta-se que por se tratarem de novos alimentos, é importante que seja avaliado também sua segurança para o consumo.

Dentre as espécies frutíferas existentes no bioma Amazônia que prevalecem à escassez de dados técnico-científicos encontram-se o araçá-boi (*Eugenia stipitata*), abiu (*Pouteria caimito*) grande, araticum (*Annona crassiflora*), biri-biri

(*Averrhoa bilimbi* L.) e mangostão amarelo (*Garcinia xanthochymus*), que podem ser consumidas *in natura* ou na forma de sucos, licores, sorvetes, geleias entre outras (AVIDOS; FERREIRA, 2000). Por não constituir ainda uma cultura comercialmente estabelecida, a produção destas frutas é decorrente, na quase totalidade, de atividade extrativista (CAVALCANTE, 1991). Considerando a relevância destas espécies frutíferas do bioma Amazônia e as poucas pesquisas no âmbito nacional, faz-se necessária a avaliação das características físico-químicas, potencial benéfico e a toxicidade destas frutas a fim de gerar subsídios para o estabelecimento de um padrão de indentidade e qualidade, além de estimular os pequenos produtores rurais da região amazônica brasileira a inserirem seus produtos em mercados que exigem qualidade assegurada.

2. OBJETIVOS

Avaliar as características físico-químicas das polpas de araçá-boi, abiu grande, araticum, biri-biri e mangostão amarelo, provenientes do bioma Amazônia, bem como elucidar os efeitos fisiológicos do consumo destas polpas em ratos.

2.1 Objetivos Específicos

- ✓ Determinar os parâmetros físico-quimicos das polpas de araçá-boi, abiu grande, araticum, biri-biri e mangostão amarelo, provenientes do bioma Amazônia, em diferentes safras;
- ✓ Avaliar o efeito do consumo das polpas de araçá-boi, abiu grande, araticum, biri-biri e mangostão amarelo provenientes do bioma Amazônia sobre os parâmetros hematológicos, metabólicos, toxicidade hepática e toxicidade renal em ratos;
- ✓ Gerar subsídios que sirvam de suporte para a elaboração de proposta de padrão de identidade e qualidade para as polpas avaliadas neste estudo e
- ✓ Encontrar fontes alternativas para a redução dos riscos das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT).

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de frutas, com produção anual de aproximadamente 43 milhões de toneladas. Estima-se que somente 300 mil toneladas desse total, sejam constituídas por frutas tropicais encontradas no bioma Amazônia. No entanto, as frutas deste bioma vêm ganhando projeção tanto no mercado interno como no mercado externo, em virtude do surgimento de novas demandas decorrentes principalmente de hábitos de consumo mais saudável (GIACOMETTI, 1993 apud CARVALHO, 2014, TREICHEL et al., 2016).

3.1. Bioma Amazônia Brasileiro

O bioma Amazônia consiste em um conjunto de ecossistemas florestais existentes na Bacia Amazônica, composta por todos os afluentes e rios formadores pelo Rio Amazonas. Este bioma está distribuído em nove países: Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname e Venezuela, com 6,9 milhões de quilômetros quadrados (TRANCOSO et al., 2010; RAISG, 2012). O clima predominante neste bioma é o Equatorial úmido, gerando taxas de precipitação de cerca de 2.500 mm anuais e com temperatura estável, em média de 25 ºC. No sudeste, onde se encontra o bioma Amazônia brasileiro está presente o clima tropical, que recebe influências do equatorial úmido (quente) e das massas polares do sul (fria), resultando em estações do ano bem definidas (IMAZON, 2015).

No Brasil, o bioma Amazônia possui 4,2 milhões de quilômetros quadrados, correspondendo cerca de 60,0% do território brasileiro, que abrigam mais de 30 mil espécies de plantas, 1,8 mil de peixes continentais, 1,3 mil de aves, 311 de mamíferos e 163 de anfíbios, decorrente das variações climáticas, geológicas e geográficas (GEOAMAZÔNIA, 2008).

Para tentar desenvolver economicamente por meio da concessão de incentivos fiscais e integrar a região Amazônica, o governo brasileiro criou o conceito de Amazônia Legal (Figura 1) em janeiro de 1953 por meio da Lei 1.806, que incorporou aos Estados do Amazonas, Pará, Roraima, Rondônia, Acre e Amapá, os Estados do Maranhão, Tocantins e Mato Grosso (ROLLA; RICARDO, 2009). Atualmente, o governo federal, por meio de políticas públicas, prioriza a preservação do bioma na Amazônia Legal.

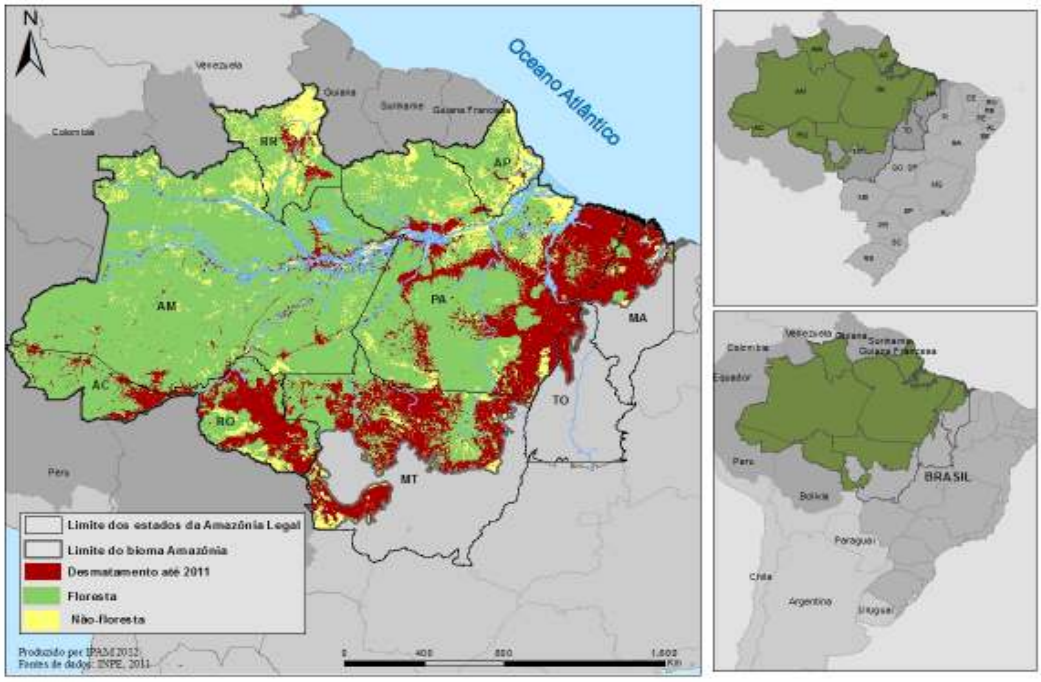

Figura 1. Amazônia Legal e taxas de desmatamento (IPAM, 2015).

Cerca de 62,0% da Amazônia Legal mantêm sua cobertura florestal original, 20% ocupadas por cerrados e ecossistemas de transição e 18,0% alterada pela ação antrópica. A proporção coberta por florestas é maior na Amazônia Central e, sobretudo, na Amazônia Ocidental, onde a ação antrópica tem sido menos intensa. Dois terços da cobertura florestal são florestas densas de terra firme ou de várzea, e um terço é constituído por florestas abertas, transacionais e estacionais (BRASIL, 2015).

A diversidade interna da Amazônia Legal pode ser dividida em três macrorregiões: 1) Arco do Povoamento Adensado, que corresponde à borda meridional e oriental, do sudeste do Acre ao sul do Amapá, Mato Grosso, Tocantins Rondônia, de onde provêm as polpas das frutas avaliadas neste trabalho, e o sudeste e nordeste do Pará onde se concentra a maior parte da produção agropecuária, do desmatamento e da população; 2) Amazônia Central, que corresponde ao oeste e norte do Pará, ao norte do Amapá e ao vale do rio Madeira, no Amazonas; 3) Amazônia Ocidental, que consiste no restante do Amazonas acrescido de Roraima e do centro e oeste do Acre, que concentram os maciços florestais, as maiores unidades de conservação e as populações indígenas e tradicionais (BRASIL, 2015).

Apesar de toda essa riqueza socioambiental, segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (2015), mais de 586 mil quilômetros quadrados de

florestas já foram destruídos na Amazônia brasileira. Entre os países, o Brasil tem o maior número de espécies extintas (GEOAMAZONIA, 2008).

As diversas atividades econômicas como a pecuária, a exploração madeireira, a mineração e a garimpagem apresentam diferentes impactos no bioma Amazônia brasileiro, produzindo enorme e injustificável desperdício de recursos naturais (LOUREIRO, 2002).

3.2. A fruticultura na Amazônia Brasileira

Muito antes dos primeiros colonizadores adentrarem as terras brasileiras, algumas frutas amazônicas eram mais importantes do que são atualmente. Atesta-se a importância dessas frutas em passado remoto pelo fato de serem culturas pré-colombianas e de algumas populações se encontrarem completamente domesticadas, quando os primeiros colonizadores europeus chegaram ao Brasil, no século XVI (CLEMENT, 1999).

A partir de meados da década de 1960, com a facilidade de transporte por via terrestre, em decorrência da construção da rodovia Belém-Brasília, tornou-se possível a importação em larga escala de frutas de outras regiões do Brasil e mesmo de outros países. Assim, a maçã, a pêra, o pêssego, a uva e pelo menos mais uma dezena de frutas, foram rapidamente incorporadas ao hábito alimentar dos amazônidas, especialmente dos habitantes dos grandes centros urbanos (CARVALHO, 2010).

A fruticultura é a quarta principal atividade econômica da Amazônia, depois do minério de ferro, da madeira e da pecuária. Do ponto de vista social, entretanto, é a atividade que apresenta o maior potencial de distribuição de renda para a população, por envolver milhares de pequenos produtores, além das indústrias processadoras (NASCENTE; ROSA NETO, 2005).

A região Amazônica detém 7,06% da produção nacional de frutas, sendo o açaí e o cupuaçú as principais culturas e os Estados do Pará e Amazonas com a maior produção (Tabela 1). A forte pressão de mercado exercida pelas frutas exóticas constitui-se no primeiro fator favorável para a disseminação cada vez mais acentuada dessas frutas no mercado. Atualmente, em algumas partes da Amazônia Legal muitas dessas frutas são encontradas com maior frequência e abundância, além disso, são comercializadas com preços bastante competitivos, sem oscilações acentuadas durante o ano.

Tabela 1. Produção de frutas em toneladas (T) nos Estados pertencentes a Amazônia Legal no ano de 2012 (IBGE, 2014).

Estado	Produção (T)
Acre	113,600
Amapá	43,759
Amazonas	377,349
Maranhão	202,879
Mato Grosso	221,406
Pará	1.743,095
Rondonia	96,754
Roraima	68,172
Tocantins	201,879

Apesar das importantes transformações nas últimas décadas, a fruticultura na Amazônia precisa vencer algumas barreiras que comprometem sua competitividade e retardam sua consolidação como atividade capaz de alavancar o desenvolvimento regional. Uma forma de promover a fruticultura na Amazônia é estimular o mercado de frutas nativas, até então de consumo essencialmente regional, por meio de melhores processos de produção, principalmente no que se refere à qualidade dos seus produtos e de uma melhor infraestrutura que possibilite melhores condições de competitividade (BARRETO FILHO, 2000; HOMMA, 2001; HOMMA, FRAZÃO, 2002).

3.3. Frutas cultivadas na Amazônia

As frutas são importantes para a dieta saudável, pois são fontes de macro e micronutrientes, alguns com propriedades funcionais como os fotoquímicos, terpenóides, compostos nitrogenados, metabólitos fenólicos e fruto-oligosarídeos. Seu consumo em quantidade inadequada (menos de 3 porções diárias) constitui um dos principais fatores de risco para doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), como doenças cardiovasculares e alguns tipos de câncer (LOCK et al., 2005; VAN DUYN; PIVONKA, 2000, PHILLIP, 2014).

A população brasileira tem consumo insuficiente de frutas e hortaliças, segundo estudo do Ministério da Saúde (BRASIL, 2015), somente 24,1% dos brasileiros ingere a quantidade de frutas e hortaliças (400 gramas diários)

recomendada pela OMS, sendo 19,3% para população masculina e 28,3% para feminina. O consumo menor de frutas está na população das regiões norte e nordeste (LEVY-COSTA et al., 2005). Dados do Instituto Nacional do Câncer (INCA, 2014) destaca o aumento significativo de câncer de cólon e reto, estômago e mama na população do norte do Brasil, todos estes associados ao baixo consumo de frutas e hortaliças. Este quadro poderia ser revertido se a população brasileira principalmente do norte consumisse e utilizasse os frutos cultivados/nativos do bioma Amazônia. Vários frutos apresentam compostos com propriedades bioativas que previnem a ocorrência de DCNT, dentre as quais podemos destacar o açaí, cupuaçu e o tucumã (FERREIRA; RIBEIRO, 2006; NASCENTE; ROSA NETO, 2005; RIBEIRO et al., 2006).

Atualmente, estão catalogadas mais de 200 espécies frutíferas no bioma Amazônia, algumas como o açaí, o camu-camu, bacuri, buriti, tucumã e murici já foram caracterizadas quanto à composição nutricional e dos compostos bioativos e atividade antioxidante. Ainda prevalecem à escassez de dados técnico-científicos, para várias frutas dentre estas se encontram o araçá-boi (*Eugenia stipitata*), abiu grande (*Pouteria caimito*), araticum (*Annona crassiflora*), biri-biri (*Averrhoa bilimbi L.*) e mangostão amarelo (*Garcinia xanthochymus*), que são consumidas *in natura* ou na forma de sucos, licores, sorvetes, geleias entre outras (AVIDOS; FERREIRA, 2000). Por não constituir ainda uma cultura comercialmente estabelecida, a produção destas frutas é decorrente, na quase totalidade, de atividade extrativista (CAVALCANTE, 1991). Estas frutas foram selecionadas para este estudo devido a sua abundância na região Amazônica e por apresentarem grande aceitação popular. A seguir, serão apresentadas as poucas informações disponíveis na literatura sobre estas frutas.

3.3.1 Araçá-boi (*Eugenia stipitata*)

O araçazeiro-boi é uma frutífera da Amazônia Ocidental, arbustiva da família das Mirtáceas, usualmente cultivada no Brasil, Peru e Bolívia. A família Myrtaceae apresenta grande potencial econômico, muitas utilizadas na alimentação como a *Psidium guajava* L. (goiaba), a *Eugenia uniflora* L. (pitanga) e a *Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh (camu-camu) que apresentam alto teor de ácido ascórbico (LORENZI et al., 2006; LORENZI; MATOS, 2002).

A *Eugenia stipitata* Mc Vaughg apresenta duas subespécies: a) *Eugenia stipitata* sororia e b) *Eugenia stipitata* stipitata, utilizada neste trabalho. Segundo

Falcão et al. (1988), a primeira é nativa do Peru e a segunda tem origem no Acre e Peru. A taxa de autopolinização natural é reduzida, sugerindo que a espécie é alógama (FERREIRA; RIBEIRO, 2006).

O araçazeiro-boi é utilizado em paisagismo e restauração de áreas degradadas, e as folhas são utilizadas para a preparação de infusões, pela medicina popular, para combater quadros diarréicos (BRANDÃO; LACA-BUENDÍA; MACEDO, 2002).

A fruta é pouco utilizada *in natura*, devido a sua acidez. A polpa é empregada sob a forma de iguarias regionais como sucos, sorvetes, doces, compotas, cremes, geleias entre outros produtos (VIEIRA et al., 2006).

A fruta (Figura 2) apresenta uma baga globosa com diâmetro longitudinal de 5 a 10 cm e transversal de 5 a 12 cm, com massa variando entre 30 g a 800 g. O rendimento de polpa é de 81,43%, de coloração amarelo-canário, pouco fibrosa, sabor ácido e possui de 4 a 10 sementes oblongas, medindo 0,5 a 1,0 cm de comprimento. A maturação ocorre de dezembro a maio (HAMACEK et al., 2013; SACRAMENTO; BARRETO; FARIA, 2008).

Figura 2. Fruto de araçá-boi (KHAYTAROVA, 2015).

Os frutos de araçá-boi apresentam baixo valor calórico (43,19 kcal/100 g), alto teor de umidade (93,6%), conteúdo de carboidratos de 7,67%, fibras de 8,65%, teor de sólidos solúveis, em média, de 5,54 °Brix (valor inferior à maioria dos frutos tropicais), pH de 2,6 e acidez média de 2,38 g de ácido cítrico/100 g, valor superior à acidez das frutas cítricas utilizadas para a agroindustrialização. Possui, ainda, 0,5% de proteína, 0,49% de lipídeos, 0,33% de cinzas sendo importante fonte de minerais, principalmente de cálcio (21,0 mg/100 g), zinco (0,50 mg/100 g) e de ferro (0,21

mg/100 g) (SILVA et al., 2008; CLERICI; CARVALHO-SILVA, 2011; GARZÓN et al., 2012).

Segundo Medina et al. (2011) e Neri-Numa et al. (2013), a polpa de araçá-boi possue propriedade funcional, nutracêutico e terapêutico por apresentar atividade antioxidante, antimicrobiana, antimutagênica e anti-proliferativa devido à abundância de compostos fenólicos totais presentes na polpa do fruto, sendo os principais epicatequina (2,7 mg/100 g de polpa de fruta), miricetina (17,0 mg/100 g), quercetina (5,16 mg/100 g) e campferol (3,70 mg/100 g), além de apresentar teores de fibra dietética (12,32 g/100 g) e folatos (47,25 mg/100 g). A fruta de araçá-boi apresenta teor de carotenoides (0,32 mg/100 g), sendo a luteína (154 µg/100 g) a mais abundante, de ácido ascórbico (8,92 mg de ácido ascórbico/100 g) e de tocoferol (336,43 mg/100 g), sendo que as antocianinas são constituintes secundários de menor teor (HAMACEK et al., 2013; CONTRERAS-CALDERÓN et al., 2011; GARZÓN et al., 2012; RÓGEZ et al., 2004). Virgolin (2015) relatou a presença de flavonóides amarelos (2,21 mg/100 g), catotenoides totais (407,80 µg de β-caroteno/100 g) e compostos fenólicos totais (113,08 mg EAG/100 g) na polpa de araçá-boi proveniente da Amazônia Ocidental.

O perfil de voláteis do araçá-boi procedente da cidade de Recife (PE) foi determinado por Franco e Shibamoto (2000). Os compostos majoritários foram os sesquiterpenos germacreno D, α- e β-pineno seguido de alguns ésteres.

3.3.2 Abiu (*Pouteria caimito*) Grande

O abieiro, espécie amazônica pertencente à família das Sapotáceas, é uma árvore de 5 a 6 m de altura, com folhas pecioladas e glabras, conhecido também como abiurana, caimito, caimo, cauje, maduraverde e *egg fruit* (CARVALHO, 2011).

Estudos desenvolvidos durante 10 anos na Embrapa Amazônia Oriental, evidenciaram que na microrregião de Belém a frutificação do abieiro ocorre praticamente em todos os meses, concentrando-se em maior proporção no período de setembro a outubro (NASCIMENTO; CARVALHO; MÜLLER, 2006). A polpa da fruta de abiu é de grande aceitação popular, consumida *in natura* e também aproveitada na forma de doces, geleias, sorvetes, etc.

A fruta tem propriedades medicinais, sendo útil nas afecções pulmonares, antidiarréico e febrífugo (VIEIRA et al., 2006). Segundo Meira et al. (2014), a fruta de abiu apresentou propriedade anti-hipersensibilidade auxiliando contra dor inflamatória em testes com ratos, também podendo ser usada como alternativa para

tratamento de dor de origem inflamatória e neuropática em seres humanos. Souza (2012) indica que o consumo da fruta auxilia na diminuição da glicemia em pacientes com *Diabetes mellitus*.

As frutas maduras são classificadas quanto ao formato, em redonda e comprida, e quanto à massa, em grande (masssa superior a 600 g), média (massa entre 300 e 600 g) e pequena (massa inferior a 300 g) (CALZAVARA, 1970). A variedade de abiu que ocorre naturalmente no alto Amazonas apresenta frutas muito grandes, de até 1 kg, característica que desperta interesse da indústria alimentícia (FERREIRA; RIBEIRO, 2006).

O abiu é uma fruta do tipo baga, possui forma ovóide ou esférica com casca amarela e lisa, às vezes, amarela com estrias verdes na parte basal (Figura 3), com aproximadamente 9,45 cm de comprimento e 6,55 cm de diâmetro com massa entre 300 e 1.000 g (DONADIO; MARTINS; VALENTE, 1992; VIEIRA et al., 2006).

Figura 3. Fruto de abiu grande (REIMER; CABRAL; RIBEIRO, 2015).

A polpa, parte comestível da fruta, é gelatinosa, translúcida ou ligeiramente branca, doce, com baixa acidez e representa 63,5% da massa da fruta. Possui de 1 a 4 sementes negras, lisas e oblongas, com 3 a 4 cm de comprimento e massa variando entre 1,5 e 6,3 g (CARVALHO; MÜLLER, 2005).

Segundo Clerici e Carvalho-Silva (2011), o abiu apresenta 62 kcal/100 g, 14,9% de carboidratos sendo 1,7% de fibras, 0,8% de proteína, 0,7% de lipídeos e 0,4% de cinzas. Canuto et al. (2010) relataram que a fruta apresenta alto teor de umidade (95,8%) e baixo conteúdo de lipídeos (0,1 g/100 g), sólidos solúveis totais correspondendo a 3,8 °Brix, pH de 5,0 e acidez total titulável de 5,9 mg ácido

cítrico/100 g. Estudo realizado por Assis et al. (2009) destaca que o abiu possui alta atividade antioxidante que varia de 13,7 a 21,0 µMol Trolox/g para FRAP e ABTS, respectivamente, sendo que os teores de ácido ascórbico e de compostos fenólicos totais corresponderam a 7,05 mg/100 g e 83 mg EAG/100 g, respectivamente (CONTRERAS-CALDERÓN et al., 2011). Virgolin (2015) relatou teores de flavonóides amarelos de 2,93 mg/100 g, carotenóides totais de 51,15 µg β-caroteno/100 g e compostos fenólicos totais de 49,49 mg EAG/100 g na polpa de abiu proveniente da Amazônia ocidental.

3.3.3 Araticum (*Annona crassiflora*)

O araticum é uma espécie frutífera da família Annonaceae. Esta família é composta por aproximadamente 120 gêneros que tem distribuição marcadamente tropical e subtropical em todo o mundo, sendo o gênero *Annona* o mais importante com mais de 50 espécies. As espécies deste gênero são plantas lenhosas, de porte arbóreo ou arbustivo. Entre as espécies de *Annona*, encontram-se a pinha, ata, cherimolia, fruta de conde, pinha-azeda, graviola e condessa (JOLY, 1985).

Nativa da região do Cerrado, o araticum tem seu período de frutificação entre os meses de fevereiro a março (SILVA; SILVA; SILVA, 2002). É conhecido popularmente como bruto, cabeça-de-negro, cascudo, marolo ou pinha-do-cerrado e apresenta grande potencial para utilização em sistemas tradicionais de produção agrícola (PIMENTA et al., 2014; RIBEIRO; PROENÇA; ALMEIDA, 1986). O araticum ocorre naturalmente em solos ácidos, com pH em torno de 4,8, baixa concentração de fósforo, potássio, cálcio e magnésio e alta concentração de alumínio (NAVES et al., 1995). É uma espécie arbórea de 4 a 8 m de altura e o diâmetro da copa chega aos 4 m. O tronco é geralmente tortuoso, variando entre 20 a 30 cm de diâmetro revestido por casca áspera e corticosa resistente a ação do fogo. As folhas são alternas e simples (RIBEIRO et al., 2000). As flores são solitárias, axilares e têm pétalas engrossadas e carnosas.

As frutas são muito apreciadas nas regiões de ocorrência, por apresentarem ótimo aroma e sabor, digestibilidade e alto valor nutritivo, com elevados teores de açúcares, proteína, vitaminas e sais minerais (TELLES et al., 2003). Entretanto, embora portador dessas características, o araticunzeiro continua a ser explorado de forma essencialmente extrativista, sendo conhecido e consumido somente nas regiões de ocorrência espontânea. Trata-se de uma espécie não domesticada, de polinização cruzada e que, naturalmente, deve apresentar grande variabilidade para

algumas características em relação à planta, à produção e aos frutos (PIMENTA et al., 2014).

Constitui-se como uma baga arredondada, com casca resistente de cor marrom que pode alcançar até 15 cm de diâmetro e 2 kg, com massa de aproximadamente 872,06 g (Figura 4). A polpa, parte comestível, é de cor creme amarelada, representa cerca de 47,0% da massa, cuja variação entre diferentes regiões é de 44,0 a 49,0%. Apresentam em média 108 sementes, o que representa 15,8% da massa total do fruto. Pode ser consumida *in natura* ou usada no preparo de sucos, sorvetes e geleias (BRAGA FILHO et al., 2014; CARVALHO, 2002).

Figura 4. Fruto de araticum (FLORESTA ÁGUA DO NORTE, 2015).

Segundo Souza et al. (2012) o araticum apresenta teores de umidade de 80,16%, proteína de 0,92%, lipídios de 1,84%, carboidratos de 16,31%, sendo 0,13% de fibra, pH de 4,44, acidez total titulável de 0,47 g ácido cítrico/100 g, sólidos solúveis de 11,33 ºBrix, açúcares totais de 8,83%, cinzas de 0,64%, sendo os principais minerais fósforo e magnésio, e valor energético de 85,47 kcal/ 100 g.

Roesler et al. (2007) relataram a presença de hexoses, ácidos orgânicos e atividade antioxidante (pelo método de DPPH) de 148,82 µg trolox/mL na polpa, além de ácidos ascórbico, caféico, quínico, ferúlico, tartárico, além de xantoxilina e rutina, nas sementes e cascas da *Annona crassiflora* proveniente do cerrado.

Atualmente, o grande interesse nesta fruta é devido à presença de compostos acetogênicos, principalmente a asmicina (SANTOS; BOAVENTURA; OLIVEIRA, 1994), que possuem propriedades citotóxicas, antitumoral e antiparasitária, usada no tratamento de diversas doenças como diarréia, reumatismo e sífilis (ROCHA et al., 2016; LAGE et al., 2014; VENÂNCIO et al., 2013; VILAR et al., 2008). Estes efeitos devem-se em parte aos flavonóides O-glicosídeos (peltatosídeo e quercetina), ao

alcalóide aporfínico (norestefalagina) e ao composto fenólico epicatequina (LAGE et al., 2014).

3.3.4 Biri-biri (*Averrhoa bilimbi* L.)

O biri-biri é uma espécie frutífera pertencente à família Oxalidaceae, popularmente conhecida como biri-biri, bilimbi, limão-japonês, limão-de-caiena e caramboleira amarela (LIMA; MÉLO; LIMA, 2001). Pertence também a esta família a *Averrhoa carambola* L., popularmente conhecida como carambola.

A *Averrhoa bilimbi* L. é uma árvore pequena, chegando a 15 m de altura, com frutas tipo baga (Figura 5), cilíndricos, com cinco lobos longitudinais, mudando de coloração, de acordo com o estádio de maturação, de verde a amarelada, com aumento máximo de massa e das dimensões das frutas durante este estádio (MATHEW et al., 1993). No Brasil, esta espécie é cultivada nos Estados do Rio de Janeiro, Amazonas, Pará e Santa Catarina (LIMA; MÉLO; LIMA, 2001).

Figura 5. Frutos de biri-biri: a) e b) frutos no caule; c) corte longitudinal e d) corte transversal (ARAÚJO et al., 2009).

As folhas de *Averrhoa bilimbi* têm atividades hipoglicemiante e antibacterianas, sendo muito usada pelos populares em infecções e inflamações para aliviar dores causadas por hemorróidas e para sangramento retal, aplicados também em inchaço de caxumba, dores reumáticas e lesões da pele (ANITHA et. al, 2011). O extrato etanólico de folhas de biri-biri possui ação antidiabética, contribuindo para a redução da taxa de glicose e triglicerídeos no sangue (BNOUHAM et al., 2006), sendo estas preparações usadas mesmo com a falta de

estudos que garantam doses não tóxicas da fruta e de seus extratos (ALLARD et al., 2013).

O biri-biri apresenta elevada acidez, com composição química variada, de acordo com fatores edafoclimáticos, genéticos e estádio de maturação. Quando verdes são utilizados na produção de vinagre e conservas. Possuem teor de sólidos solúveis de 4,95% e alto teor de ácido oxálico, 5,10% em média (SOUZA et al., 2011; JOSEPH; MENDONÇA, 1989), sendo este último o determinante dos dois tipos existentes da fruta, as mais azedas que contêm alto teor e as mais doces com conteúdo menor (MOREIRA et al., 2010). As frutas maduras podem ser consumidas *in natura* ou processadas para preparo de compotas e geleias.

De acordo com Kolar, Kamble e Dixit (2011), o extrato da fruta apresenta capacidade antioxidante devido ao conteúdo de ácido ascórbico presente no fruto que nas estações seca e chuvosa são de 60,95 e 36,68 mg/100 g, respectivamente (LIMA, MÉLO, LIMA, 2001), além de teores de 1,94 mg de flavonóides amarelos/100 g, 114,30 µg de β-caroteno/100 g, compostos fenólicos totais de 37,63 mg EAG/100 g e atividade antioxidante total de 1,92 µmol de trolox/g de polpa (VIRGOLIN, 2015). Cerca de sessenta e dois componentes voláteis foram elucidados no fruto, sendo o nonanal e (*Z*)-3-hexenol os majoritários (PINO; MARBOT; BELLO, 2004).

Apesar dos efeitos benéficos associados ao consumo da fruta, em excesso aumenta o risco de nefropatia e neurotoxicidade, em pacientes com função renal pouco diminuída, além de neurotoxicidade, fração neurotoxina (AcTx), provavelmente devido ao ácido oxálico e ao acúmulo dos cristais de oxalato de cálcio nos túbulos renais (WU et al., 2007; BAKUL et al., 2013).

3.3.5 Mangostão Amarelo (*Garcinia xanthochymus*)

O mangostão amarelo, conhecido também como falso mangostão, pertence à família Clusiaceae, que inclui 35 gêneros e mais de 800 espécies, entre elas destaca-se bacuri (*Platnia insignis*), bacupari (*Rheedia macoiphylla*) e abricó do Pará (*Mammea americana*) (SACRAMENTO, 2001).

Originária da Ásia, na região da China e Índia, a fruta pode ser encontrada desde o Sul do Vietnã até a Malásia. A semelhança das condições edafoclimáticas da Amazônia com as do centro de origem do mangostãozeiro possibilita o cultivo desta fruteira, que exige alta umidade e temperatura, e solos bem drenados. Apresenta poucos problemas com pragas e doenças, no entanto seu cultivo nesta

região não apresenta expressão econômica, sendo apenas encontrada em pomares domésticos (SACRAMENTO et al., 2007).

A época de florescimento do mangostanzeiro varia de acordo com as condições climáticas, com frutificação entre março e agosto, podendo ser concentrada em um ou mais períodos durante o ano. O mangostanzeiro apresenta tendência de florescimento em anos alternados e a frutificação varia de planta para planta (YAACOB; TINDALL, 1995).

A fruta é uma baga subglobosa, de 4 a 9 cm de diâmetro transversal, 3,6 a 6,5 cm de altura e massa de 30 a 240 g, com cálice persistente e cicatriz do estigma lobada, pericarpo purpúreo, duro e grosso, de espessura entre 0,5 a 1,0 cm, o qual contém uma resina amarela (Figura 6). O número de sementes por fruta varia de zero a três, sendo, mais frequentemente, encontrados frutas com uma semente (SACRAMENTO et. al, 2007).

Figura 6. Frutos de mangostão amarelo (PHILIPPINES, 2015).

Para ser consumida, a fruta precisa ter o seu pericarpo (de 0,5 a 1,0 cm de espessura) cortado cuidadosamente no sentido transversal, pois o contato com a resina amarela presente promove forte sabor adstringente, devido à presença de taninos (SACRAMENTO, 2001; YAACOB; TINDALL, 1995). A casca do mangostão, que representa quase 70% da massa da fruta, apresenta em sua composição xantonas, substâncias que possuem alto poder antioxidante, despertando grande interesse das indústrias de alimentos e farmacêutica, pelas suas propriedades nutracêuticas (ASAI et al., 1995; SACRAMENTO et al., 2007). O gênero *Garcinia ssp* contém altos níveis de compostos secundários chamados xantonas que possuem

propriedades antibacterianas e antimaláricas, constatado por meio do extrato em inibir a inflamação induzida em ratos (CHEEK, 2004).

A parte comestível, polpa, representa 23,8% da fruta, formada por quatro a oito segmentos carnosos brancos translúcidos e com sabor bastante delicado, levemente ácido que pode ser consumida *in natura*, como suco ou doce. Apresenta acidez total titulável de 11,73 g de ácido cítrico/100 g, teores de sólidos solúveis totais de 4,19 °Brix, 44,63 mg de flavonóides amarelos/100 g, 134,82 µg de β-caroteno/100 g e 140,09 mg EAG/100 g de compostos fenólicos totais (CAVALCANTE; JESUS; MARTINS, 2006; VIRGOLIN, 2015).

Diante do exposto, faz-se urgente este trabalho já que as polpas de frutas avaliadas não possuem Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ), que segundo Rógez et al. (2004) são requeridos como os primeiros indicadores da qualidade nutricional de um produto. Dantas et al. (2012) reforçam ainda que a finalidade básica do PIQ é a proteção do consumidor, a fim de prevenir a transmissão ou a causa de doenças, para restringir a venda de produtos fraudulentos, ou ainda, para simplificar a compra e a venda de determinado alimento.

4. Referência Bibliográfica

ALLARD, T.; WENNER, T.; GRETEN, H. J.; EFFERTH, T. Mechanisms of Herb-Induced Nephrotoxicity. **Current Medicinal Chemistry**, v. 20, n. 22, p. 2812-2819, 2013.

ANITHA, R. O. Y.; GEETHA, R. V.; LAKSHMI, T. Averrhoa bilimbi Linn–Nature's Drug Store-A Pharmacological Review. **International Journal of Drug Development & Research**, v. 3, n. 3, p. 944-75, 2011.

ARAÚJO, E. R. et al. Caracterização físico-química do Biri-biri (*Averroha bilimbi* L.). Biotema, v. 22, n. 4, p. 225-230, 2009.

ASAI, F.; TOSA, H.; TANAKA, T.; INUMA, M. A Xanthone from pericarps of *Garcinia mangostana*. **Phytochemistry**, v. 39, n. 4, p. 943-944, 1995.

ASSIS, S. A. et al. Antioxidant activity, ascorbic acid and total phenol of exotic fruits occurring in Brazil. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**. v. 60, n. 5, p. 439-448, 2009.

AVIDOS, D. M.; FERREIRA, L. T. **Frutos do Cerrado: preservação gera muitos frutos**. Biotecnologia: ciência & desenvolvimento. Ano III. N 15. Julho/agosto de 2000.

BAKUL, G.; UNNI, V. N.; SEETHALEKSMY, N. V.; MATHEW, A.; R RAJESH, R.; KURIEN, G.; RAJESH, J.; JAYARAJ, P. M.; KISHORE, D. S.; JOSE, P. P. Acute oxalate nephropathy due to 'Averrhoa bilimbi' fruit juice ingestion. **Indian J. Nephrol**., v. 23, p. 297-300, 2013.

BARRETO FILHO, M. D. Em nome do futuro. **Agroanalysis**, v. 20, n. 2, p. 18-20, 2000.

BNOUHAM, M.; ZIYYAT, A.; MEKHFI, H.; TAHRI, A.; LEGSSYER, A. Medicinal plants with potential antidiabetic activity – a review of ten years of herbal medicine research (1990-2000). **International Journal of Diabetes & Metabolism**, v. 14, p. 1-25, 2006.

BRAGA FILHO, J. R.; NAVES, R. V.; CHAVES, L. J.; PIRES, L. L.; MAZON, L. T. Caracterização física e físico-química de frutos de araticum (*Annona Crassiflora* Mart.). **Biosci. J.,** v. 30, n.1, p. 16-24, 2014.

BRANDÃO M.; LACA-BUENDÍA J. P.; MACEDO J. F. **Árvores nativas e exóticas do Estado de Minas Gerais**. Editora: EPAMIG, Belo Horizonte, Brasil, 2002.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Programa Amazônia Sustentável (PAS). Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sca/_arquivos/pas_versao_consulta_com_os_mapas.pdf . Acesso em: julho de 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Consumo recomendado de frutas e hortaliças.** Disponível em: http://promocaodasaude.saude.gov.br/promocaodasaude/assuntos/incentivo-a-alimentacao-saudavel/noticias/consumo-recomendado-de-frutas-e-hortalicas. Acesso em: dezembro 2015.

CALZAVARA, B. B. G. Fruteiras: Abieiro, Abricozeiro, Bacurizeiro, Biribazeiro, Cupuaçuzeiro. Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Norte. **Série culturas da Amazônia**, v. 1, n. 2, p. 84, 1970.

CANUTO, G. A. B.; XAVIER, A. A. O.; NEVES, L. C.; BENASSI, M. T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 1198-1205, 2010.

CARVALHO, C. P. G. **Amazônia em crise**: o avanço do desmatamento nos grandes jornais do Brasil. Brasília: WWF-Brasil, 2010.

CARVALHO, J. A. **Marolo: o doce aroma do cerrado**. Minas Gerais: Folha machadense, 2002.

CARVALHO, J. E. U. **Frutas da Amazônia na era das novas culturas**. Disponivel em: http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/950548/1/22.pdf. Acesso em jan. 2014.

CARVALHO, J. E. U. O. **Pomar do Silvestre**. In: SILVA, S. Frutas da Amazônia Brasileira. São Paulo: Metalivros, 2011.

CARVALHO, J. E. U.; MÜLLER, C. H. Biometria e rendimento percentual de polpa de frutas nativas da Amazônia. **Comunicado Técnico 139**, Outubro, 2005.

CAVALCANTE, I. H. L.; JESUS, N.; MARTINS, A. B. G. Physical and chemical characterization of yellow mangosteen fruits. **Rev. Bras. Frutic**., v. 28, n. 2, p. 325-327, 2006.

CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 5.ed. Belém: INPA-CEJUP, 1991.

CAVALCANTI, F. M.; MOREIRA, I. T. As exportações brasileiras de frutas. In: Resumos do **XVI Encontro Nacional de Geografia Agrária**; p. 132-133; Petrolina, 2002.

CHEEK, M. 2004. **Garcinia kola**. The IUCN Red List of Threatened Species, 2004.

CLEMENT, C.R. 1492 and the loss of Amazonian crop genetic resources. I. The relation between domestication and human population decline. **Economic Botany**, v. 53, n. 2, p.188-202, 1999.

CLERICI, M. T. P. S., CARVALHO-SILVA, L. B. Nutritional bioactive compounds and technological aspects of minor fruits grown Brazil. **Food Research International**, v. 44, p. 1658-1670, 2011.

CONTRERAS-CALDERÓN, J. et al. Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. **Food Research International**, v. 44, p. 2047–2053, 2011.

DANTAS, R. L. ROCHA, A, P. T.; ARAÚJO, A. S.; RODRIGUES, M. S. A.; MARANHÃO, T. K. L. Qualidade microbiológica de polpa de frutas comercializadas na cidade de Campina Grande, PB. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 14, p. 125-130, 2012.

DONADIO, L. C.; MARTINS, A. B. G.; VALENTE, J. P. **Fruticultura Tropical**. Jaboticabal: Funep, 1992.

FERREIRA, M. G. R.; RIBEIRO, G. D. **Coleção de fruteiras tropicais da Embrapa Rondônia.** Comunicado técnico, Embrapa ISSN 0103-9458. Junho, 2006 Porto Velho, RO.

FLORESTA AGUA DO NORTE. **Araticum**. Disponível em http://www.florestaaguadonorte.com.br/frutos-nativos-da-amazonia/araticum-bravo-do-brejo/. Acesso em jan. 2015.

FRANCO, M. R. B.; SHIBAMOTO, T. Volatile Composition of Some Brazilian Fruits: Umbu-caja (*Spondias citherea*), Camu-camu (*Myrciaria dubia*), Aracüa-boi (*Eugenia stipitata*), and Cupuacüu (*Theobroma grandiflorum*). **J. Agric. Food Chem**., v. 48, p. 1263−1265, 2000.

GARZÓN, G. A. et al. Determination of carotenoids, total phenolic content, and antioxidant activity of Arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh) an Amazonian fruit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, p. 4709-4717, 2012.

GEOAMAZÔNIA. **Perspectivas do Meio Ambiente na Amazônia**. PNUMA/OTCA/ Centro de Pesquisa da Universidad del Pacifico, 2008.

GIACOMETTI, D. C. **Recursos genéticos de fruteiras nativas do Brasil**. In: Simpósio Nacional De Recursos Genéticos de Fruteiras Nativas. 1992. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, 1993.

HAMACEK, F. R.; SANTOS, P. R. G.; CARDOSO, L. M.; RIBEIRO, S. M. R.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. 'Araçá of cerrado' from the Brazilian savannah: physical characteristics, chemical composition, and content of carotenoids and vitamins. **Fruits**, v. 68, p. 467–481, 2013.

HOMMA, A. K. O. O desenvolvimento da agroindústria no estado do Pará. **Saber: ciências exatas e tecnologia**, v. 3, p. 49-76, 2001.

HOMMA, A. K. O.; FRAZÃO, D. A. C. O. despertar da fruticultura Amazônica. **Fruticultura em revista**, p. 16-2, Edição especial do XVII Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2002.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, v.28, n.12 p.1-88 dezembro, 2014.

IMAZON- Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia. **Amazônia Brasileira**. Disponível em: http://www.ipam.org.br/saiba-mais/Desmatamento-em-Foco/9. Acesso em: julho de 2015.

INCA – Instituto Nacional do Câncer. **INCA e Ministério da Saúde apresentam estimativas de câncer para 2014**. Disponível em: http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/agencianoticias/site/home/noticias/2013/inca_ministerio_saude_apresentam_estimativas_cancer_2014. Acesso em: dezembro 2015.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Taxas de desmatamento anuais por meio do programa de cálculo do desflorestamento na Amazônia (Prodes)**. Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=4058. Acesso em: dezembro 2015.

IPAM - Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. **Amazônia Legal e taxas de desmatamento.** Disponível em: http://ipam.org.br/bibliotecas/desmatamento-na-amazonia-ate-2013/. Acesso em: dezembro 2015.

JOLY, A. B. **Botânica: Introdução à taxonomia vegetal**. 7 ed. São Paulo: Nacional, 1985.

JOSEPH, J.; MENDONÇA, G. Oxalic acid content of carambola (*Averrhoa carambola* L.) and bilimbi (*Averroha bilimbi* L.). **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, v. 33, p. 117-120. 1989.

KHAYTAROVA, M. **TOP TROPICALS, Eugenia stipitata – Araza**. Disponível em: https://toptropicals.com/cgibin/garden_catalog/cat.cgi?search_op=and&keyword_op=and&lang=e&number=5&no_change_lang=1&v1=frt&user=tt&sale=1&first=186. Acesso em jan. 2015.

KOLAR, F. R.; KAMBLE, V. S.; DIXIT, G. B. Phytochemical constituents and antioxidant potential of some underused fruits. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 5, p. 2067-2072, 2011.

LAGE, G. A.; MEDEIROS, F. D.; FURTADO, W. D.; TAKAHASHI, J. A.; DE SOUZA, J. D.; PIMENTA, L. P. S. The first report on flavonoid isolation from Annona crassiflora Mart. **Natural Product Research**, v. 28, n. 11, p. 808-811, 2014.

LEVY-COSTA, R. B.; SICHIERI, R.; PONTES, N. S.; MONTEIRO, C. A. Disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil: distribuição e evolução (1974-2003). **Rev Saude Pública**. v. 39, n. 4, p.530-40, 2005.

LIMA, V. L. A. G.; MÉLO, E. A.; LIMA, L. S. Physicochemical Characteristics of Bilimbi (*Averrhoa bilimbi* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 421-423, 2001.

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. **Bull World Health Organ**, v. 83, n. 2, p.100-8, 2005.

LORENZI, H. E.; MATOS, F.J. de A. **Plantas medicinais no Brasil/ Nativas e exóticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2002. 512 p.

LORENZI, H. et al. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas** (de consumo *in natura*). São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006.

LOUREIRO, V. R. Amazônia: uma história de perdas e danos, um futuro a (re)construir. **Estudos avançados**, v. 16, n. 45, 2002.

MATHEW, L.; GEORGE, S. T.; BABYLATHA, A. K.; GEETHA, C. K. Flowering and fruit development in bilimbi (*Averrhoa bilimbi* L.). **South Indian Horticulture**, v. 41, n. 1, p. 41-42, 1993.

MEDINA, A. L.; HAAS, L. I. R.; CHAVES, F. C.; SALVADOR, M.; ZAMBIAZI, R. C.; DA SILVA, W. P.; NORA, L.; ROMBALDI, C. V. Araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) fruit extracts with antioxidant and antimicrobial activities and antiproliferative effect on human cancer cells. **Food Chemistry**, v. 128, n. 4, p. 916-922, 2011.

MEIRA, N. A.; KLEIN, L. C. J. R.; ROCHA, L. W.; QUINTAL, Z. M.; MONACHE, F. D.; CECHINEL, F. V.; QUINTÃO, N. L. Anti-inflammatory and anti-hypersensitive effects of the crude extract, fractions and triterpenes obtained from *Chrysophyllum cainito* leaves in mice. **J. Ethnopharmacol**. v. 151, n. 2, p. 975-83, 2014.

MOREIRA, F. G. et al. Star fruit intoxication in a chronic renal failure patient: case report. **Revista brasileira de terapia intensiva**, v. 22, n. 4, p. 395-398, 2010.

NASCENTE, A. S. N.; ROSA NETO, C. O agronegócio da fruticultura na Amazônia: um estudo exploratório. **Embrapa, documentos 96**. outubro, 2005.

NASCIMENTO, W. M. O.; CARVALHO, J. E. U.; MÜLLER, C. H. **Propagação do Abieiro.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006.

NAVES, R. V.; ALMEIDA NETO, J. X.; ROCHA, M. R.; BORGES, J. D.; CARVALHO, G. C.; CHAVES, L. J.; SILVA, V. A. Determinação de características físicas em frutos e teor de nutrientes, em folha e no solo, de três espécies frutíferas de ocorrência natural nos cerrados de Goiás. **Anais das Escolas de Agronomia e Veterinária,** v. 25, n. 2, p.107-114, 1995.

NERI-NUMA, I. A. et al. Evaluation of the antioxidant, antiproliferative and antimutagenic potential of araçá-boi fruit (*Eugenia spitata* Mc Vaugh – Myrtaceae) of the Brazilian Amazon Forest. **Food Research International**, v. 50, p. 70-76, 2013.

PHILIPPI, S. T. **Pirâmide dos alimentos: fundamentos básicos da nutrição**. Barueri, SP: Manole, 2014.

PHILIPPINES, B. L. **Garcinia intermedia**. Disponível em http://www.daleysfruit.com.au/forum/garcinia-intermedia/. Acesso jan. 2015.

PIMENTA, A. C.; SILVA, P. S. R.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S. Caracterização de plantas e de frutos de araticunzeiro (*Annona crassiflora Mart*.) nativos no Cerrado Matogrossense. ***Rev. Bras. Frutic***. v.36, n.4, p.892-899, 2014.

PINO, J. A.; MARBOT, R.; BELLO, A. Volatile components of *Averrhoa bilimbi* L. fruit grown in Cuba. **Journal of Essential Oil Research**, v. 16, n. 3, p. 241-42, 2004.

PORTINHO, J. A.; ZIMMERMANN, L. M.; BRUCK, M. R. Beneficial effects of açaí. **International Journal of Nutrology**, v. 5, n. 1, p. 15-20, 2012.

RAISG – Rede Amazônica de informação socioambiental georeferenciada. **Amazônia sob pressão**. Instituto Socioambiental: São Paulo, 2012.

REIMER, H.; CABRAL, J. S.; RIBEIRO, O. L. **Abiu, a fruta de vovó**. Disponível em http://peroratio.blogspot.com.br/2013/04/2013443-abiu-fruta-de-vovo.html. Acesso em jan. 2015.

RIBEIRO, G. D. **Fruticultura tropical: uma alternativa para a agricultura de Rondônia**. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2006.

RIBEIRO, J. F.; BRITO, M. A. DE; SCALOPPI JUNIOR, E. J.; FONSECA, C. E. L. **Araticum (*Annona Crassiflora Mart*.)**. Jaboticabal: FUNEP, 2000.

RIBEIRO, J. F.; PROENÇA, C. E. B.; ALMEIDA, S. P. Potencial frutífero de algumas espécies frutíferas nativas dos cerrados. **Anais da Sociedade Brasileira de Fruticultura**, v. 2, p. 491-500, 1986.

ROCHA, R. S. et al. Analysis of the anti-inflammatory and chemopreventive potential and description of the antimutagenic mode of action of the *Annona crassiflora* methanolic extract. **Pharmaceutical Biology**, v. 54, n.1, p. 35-47, 2016.

ROESLER, R. et al. Atividade antioxidante de frutas do Cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 53-60, 2007.

ROGEZ, H.; BUXANT, R.; MIGNOLET, E.; SOUZA, E. N. S.; SILVA, E. M.; LARONDELLE, Y. Chemical composition of the pulp of three typical Amazonian fruits: araça-boi (*Eugenia stipitata*), bacuri (*Platonia insignis*) and cupuaçú (*Theobroma grandiflorum*). **Eur. Food Res. Technol.,** v. 218, p. 380-384, 2004.

ROLLA, A.; RICARDO, F. **Amazônia Brasileira**. Instituto Socioambiental: 2009.

SACRAMENTO, C. K. **Mangostanzeiro (*Garcinia mangostana* L.)**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2001. 66p. (Série Frutas Potenciais).

SACRAMENTO, C. K.; BARRETTO, W. S.; FARIA, J. C. Araçá-boi: uma alternativa para agroindústria. **Bahia Agrícola**, v. 8, p. 22-24, 2008.

SACRAMENTO, C. K.; COELHO JÚNIOR, E.; CARVALHO, J. E. U.; MÜLLER, C. H.; NASCIMENTO, W. M. O. Cultivo do mangostão no Brasil. **Rev. Bras. Frutic**., v. 29, n. 1, p. 195-203, 2007.

SANTOS, C. E.; KIST, B. B.; CARVALHO, C.; REETZ, E. R.; DRUM, M. **Anuário Brasileiro de Fruticultura**. Editora Gazeta: Santa Cruz do Sul, 2014.

SANTOS, L. P.; BOAVENTURA, M. A. D.; OLIVEIRA, A. B. Crassiflorina, uma acetogenina tetra-hidrofuranica citotóxica de *Annona crassiflora* (araticum). **Química Nova**, v. 16, n. 5, p. 387-91, 1994.

SILVA, J.; SILVA, E.S.; SILVA, P.S.L. Determinação da qualidade e do teor de sólidos solúveis nas diferentes partes do fruto de pinheira (*Annona squamosa* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 2, p.562-564, 2002.

SILVA, M. R.; LACERDA, D. B. C. L.; SANTOS, G. G.; MARTINS, D. M. O. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, p. 1790-1793, 2008.

SOUZA, P. A. et al. Caracterização físico-química de frutos de bilimbí (*Averrhoa bilimbi* L.) produzidos no estado do RN. **Revista Verde**, v. 6, n. 1, p. 270-273, 2011.

SOUZA, P. A.; SILVA, G. G.; MORAIS, P. L. D.; SANTOS, E. C.; AROUCHA, E. M. M., MENEZES, J. B. Vida útil pós-colheita de frutos de bilimbi (*Averrhoa Bilimbi* L.) armazenados sob refrigeração. **Rev. Bras. Frutic**., v. 31, n. 4, p. 1190-1195, 2009.

SOUZA, P. M.; SALES, P. M.; SIMEONI, L. A.; SILVA, E. C.; SILVEIRA, D.; MAGALHÃES, P. D. E. O. Inhibitory activity of α-amylase and α-glucosidase by plant extracts from the Brazilian cerrado. **Planta Med**., v. 78, n. 4, p. 393-9, 2012.

TELLES, M. P. C.; VALVA, F. D.; BANDEIRA, L. F.; COELHO, A. G. Caracterização genética de populações naturais de araticunzeiro (*Annona crassiflora* Mart. - Annonaceae) no Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 1, p. 123-129, 2003.

TRANCOSO, R.; CARNEIRO FILHO, A.; TOMASELLA, J.; FORSBERG, B. R.; SCHIETTI, J.; MILLER, R. P. Deforestation and Conservation in major waterheds of the Brazilian Amazon. **Environmental Conservation**, v. 36, n. 4, p. 277-288, 2010.

TREICHEL, M. et al. **Anuário Brasileiro de Fruticultura 2016**. Editora Gazeta Santa Cruz: Santa Cruz do Sul, 2016.

VAN DUYN, M. A. S.; PIVONKA, E. Overview of the health benefits of fruit and vegetable consumption for the dietetics professional: selected literature. **J. Am. Diet Assoc**., v. 100, n. 12, p.1511-21, 2000.

VENÂNCIO, V. P.; FERREIRA, E. B.; BRIGAGÃO, M. R. P. L.; PAULA, F. B. A.; BARBISAN, L. F.; AZEVEDO, L. *Annona crassiflora* Mart. fruit pulp effects on biochemical parameters and rat colon carcinogenesis. **Ciênc. Agrotec**., v. 37, n. 4, p. 343-349, 2013.

VIEIRA R. F.; AGOSTINI-COSTA T.; SILVA D. B.; FERREIRA F. R.; SANO S. M. **Frutas nativas da Região Centro-Oeste do Brasil**: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, Brasil, 2006.

VILAR, J. B. FERREIRA, F. L.; FERRI, P. H.; GUILLO, L. A.; CHEN CHEN, L. Assessment of the mutagenic, antimutagenic and cytotoxic activities of ethanolic extract of araticum (*Annona crassiflora* Mart. 1841) by micronucleus test in mice. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 1, p. 141-147, 2008.

VIRGOLIN, L. B. **Caracterização físico-química de polpas de frutas do bioma Amazônia** (Dissertação). São José do Rio Preto: Universidade Estadual Paulista - IBILCE, 2015.

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

WU, M. Y.; WU, I. W.; WU, S. S.; LIN, J. L. Hemoperfusion as an effective alternative therapy for star fruit intoxication: a report of 2 cases. **American Journal of Kidney Diseases**, v. 49, n. 1, p. 1-5, 2007.

YAACOB, O.; TINDALL, H. D. **Mangosteen cultivation.** Roma: FAO, 1995.

CAPÍTULO I

Caracterização físico-química da polpa de frutas nativas do bioma Amazônia em diferentes safras

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar as características físico-químicas das polpas dos frutos de araçá-boi (*Eugenia stipitata*), abiu grande (*Pouteria caimito*), araticum (*Annona crassiflora*), biri-biri (*Averrhoa bilimbi* L.) e mangostão amarelo (*Garcinia xanthochymus*), em diferentes safras, procedentes de uma propriedade da zona rural da cidade de Cacoal, RO (Amazônia Ocidental). Os parâmetros físico-químicos avaliados foram sólidos solúveis, acidez total titulável, pH, açúcares redutores, açúcares não redutores e totais, ácido ascórbico, umidade, cinzas, lipídios, proteína e cor. Os parâmetros físico-químicos das polpas de araçá-boi, abiu grande, araticum, biri-biri e mangostão amarelo diferiram ($p \leq 0,05$) entre as safras. Essas diferenças podem ser atribuídas às condições edafoclimáticas do bioma Amazônia no período do estudo. Para a polpa de araçá-boi foi verificado valores mínimos e máximos de sólidos solúveis de 3,00 a 3,63 ºBrix, pH de 2,66 a 3,89, acidez total de 1,0 a 2,83 g de ácido cítrico/100 g, ácido ascórbico de 3,68 a 5,58 g/100 g, açúcares totais de 0,76 a 1,18 g de glicose/100 g, umidade de 93,83 a 95,01%, cinzas de 0,06 a 0,18%, lipídio de 0,03 a 0,08%, proteína de 2,69 a 4,91%, Croma de 37,95 a 47,67 e Hue de 76,47 a 81,87, respectivamente, sendo caracterizada de cor amarelo opaca, ácida, com baixo teor de açúcares, lipídios e proteínas. Para a polpa de abiu, a variação de sólidos solúveis foi de 9,23 a 18,03 ºBrix, pH de 5,86 a 6,85, acidez total de 0,05 a 0,10 g de ácido cítrico/100 g, ácido ascórbico de 1,91 a 3,36 g/100 g, açúcares totais de 5,0 a 13,46 g de glicose/100 g de, umidade de 82,47 a 90%, cinzas de 0,11 a 0,48%, lipídio de 0,07 a 0,21%, proteína de 3,70 a 4,36%, Croma de 22,28 a 22,57 e Hue de 62,62 a 77,89, respectivamente, sendo caracterizada com cor amarelada e opaca, levemente ácida, com alto teor de açúcares e sólidos solúveis e baixo teor de lipídios, proteínas e ácido ascórbico. A polpa de araticum apresentou valores de sólidos solúveis de 7,03 a 7,67 °Brix, pH de 3,96 a 4,08, acidez total de 0,46 a 0,61 g de ácido cítrico/100 g, ácido ascórbico de 1,23 a 1,94 g/100 g, açúcares totais de 2,33 a 2,96 g de glicose/100 g, umidade de 88,65 a 90,41%, cinzas de 0,29 a 0,54%, lipídio de 0,07 a 0,09%, proteína de 2,54 a 3,94%,

Croma de 39,67 a 31,95 e Hue de 73,32 a 76,73, respectivamente, sendo caracterizada de cor amarelada e opaca, ácida, com alto teor de açúcares e umidade, baixo teor lipídico, protéico e de ácido ascórbico. A polpa de biri-biri apresentou variações de sólidos solúveis de 3,50 a 4,50 ºBrix, pH de 1,95 a 2,83, acidez total de 0,87 a 0,96 g de ácido cítrico/100 g, ácido ascórbico de 9,45 a 17,80 g/100 g, açúcares totais de 1,82 a 3,59 g de glicose/100 g, umidade de 94,92 a 95,83%, cinzas de 0,06 a 0,25%, lipídio de 0,02 a 0,07%, proteína de 1,18 a 3,11%, Croma de 22,32 a 35,91 e Hue 89,19 a 86,62, respectivamente, sendo caracterizada com cor esverdeada e opaca, ácida, com baixo teor de lipídios e proteínas. A polpa de mangostão apresentou valores mínimos e máximos de sólidos solúveis de 9,0 a 10,50 ºBrix, pH de 2,94 a 3,29, acidez total de 1,33 a 2,88 g de ácido cítrico/100 g, ácido ascórbico de 3,83 a 11,52 g/100 g, açúcares totais de 4,44 a 8,16 g de glicose/100 g, umidade de 87,76 a 89,38%, cinzas de 0,18 a 0,36%, lipídio de 0,05 a 0,12%, proteína de 1,53 a 2,82%, Croma de 27,71 a 33,26 e Hue de 63,38 a 77,87, respectivamente, sendo caracterizada com cor amarelada e opaca, com baixa acidez, teor de lipídios e proteínas e alto teor de umidade. Estes resultados geram subsídios para o estabelecimento um padrão de identidade e qualidade (PIQ) para as polpas destas frutas, a fim de garantir um produto de qualidade assegurada ao consumidor e auxiliar as indústrias alimentícias.

Palavras-chave: frutas amazônicas; parâmetros físico-químicos; análises multivariadas.

1.1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, com uma produção superior a 40 milhões de toneladas no ano de 2015, no entanto, apesar das condições edafoclimáticas, a região Amazônica detém apenas 7,06% da produção nacional de frutas (TREICHEL et al., 2016; SANTOS, 2014). A fruticultura do bioma Amazônia é composta de espécies como o açaí e frutas exóticas que são utilizadas tanto para o consumo *in natura* quanto para a elaboração de produtos processados. Acredita-se que mais de 400 espécies frutíferas são encontradas na América tropical, porém dentre as espécies existentes várias ainda prevalecem à escassez ou mesmo a ausência de dados técnico-científicos como o araçá-boi (*Eugenia stipitata*), abiu grande (*Pouteria caimito*), araticum (*Annona crassiflora*), biri-biri (*Averrhoa bilimbi* L.) e mangostão amarelo ou falso mangostão (*Garcinia xanthochymus*).

Araçá-boi é uma fruta globosa e grande pertencente à família das Mirtáceas, pesando até 450 g, com polpa espessa e aromática, que pode ser consumida *in natura* ou na forma de suco, licor, sorvete e geleia. Apresenta alto rendimento em polpa e sua maturação ocorre de dezembro a maio (LORENZI; MATOS, 2006). Na região amazônica seu cultivo é extrativista encontrado em pequenas propriedades rurais como um componente da economia familiar.

O abiu é uma fruta do tipo baga com massa em torno de 150 g. Quando completamente maduro o abiu apresenta epicarpo com cor amarela uniforme. A parte comestível da fruta é gelatinosa, translúcida ou ligeiramente branca, doce, com baixa acidez e representa 63,5% da massa da fruta. Segundo Calzavara (1970), as frutas maduras podem ser classificadas quanto à forma, em redondo ou comprido, e quanto ao tamanho (massa), em grande, se superior a 600 g; em médio, se entre 300 e 600 g ou em pequeno, se inferior a 300 g.

O araticum constitui-se como uma baga arredondada, com casca resistente de cor marrom. A polpa é de cor creme amarelada, firme e com muitas sementes, que pode alcançar até 15 cm de diâmetro e 2 kg. Pode ser consumida *in natura* ou usada no preparo de sucos, sorvetes e geleias (CARVALHO, 2002). O interesse nesta fruta é crescente devido à presença de compostos acetogênicos que possuem propriedades citotóxicas, antitumoral, antiparasitária e usado para o tratamento de diversas doenças (VENÂNCIO et al., 2013, VILAR et al., 2008).

O biri-biri é uma fruta pertencente à família Oxalidaceae, popularmente conhecido como bilimbi, limão-japonês, limão-de-caiena e caramboleira amarela. Fruta tipo baga, cilíndrica, com elevada acidez e com composição química variada de acordo com fatores edafoclimáticos, genéticos e estádios de maturação (LIMA; MÉLO; LIMA, 2001).

O mangostão amarelo ou falso-mangostão da família das Clusiaceae é uma espécie originária da Ásia. A semelhança das condições edafoclimáticas da Amazônia com as do centro de origem do mangostãozeiro possibilita o cultivo desta fruteira, que exige alta umidade e temperatura, e solos bem drenados, apresentando poucos problemas com pragas e doenças. As frutas são comestíveis, com maturação entre março e agosto, baga esférica de cor verde-amarelada, com polpa suculenta, levemente ácida que pode ser consumida *in natura*, como suco ou doce (SACRAMENTO, 2001).

Considerando a relevância das espécies frutíferas nativas/cultivadas no bioma Amazônia e a necessidade de estímulos para que os pequenos produtores rurais da região Amazônica brasileira possam inserir seus produtos em mercados que exigem qualidade assegurada, o objetivo deste trabalho foi avaliar as características físico-químicas das polpas obtidas a partir das frutas de araçá-boi, abiu grande, araticum, biri-biri e mangostão amarelo, em diferentes safras, procedentes do bioma Amazônia, a fim de gerar subsídios que sirvam de suporte para a elaboração de proposta de padrão de identidade e qualidade (PIQ) para estas polpas.

1.2. MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1. Matéria Prima

As polpas das frutas de araçá-boi, abiu grande, araticum, biri-biri e mangostão amarelo foram adquiridas de uma agroindústria (Latitude: 11º 26' 19" S e Longitude: 61º 26' 50" W) da cidade de Cacoal-RO (Figura 1.1) congeladas em embalagens plásticas de 100 g. As polpas foram avaliadas em diferentes safras referentes ao período de 2012 a 2014 e também ao inicio e meio do ano, a fim de verificar as variações dos parâmetros físico-quimicos. As polpas foram armazenadas em freezer a -18 ºC até o momento das análises, que foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista

“Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto. As polpas foram codificadas de acordo com a safra e data de análise (Tabela 1.1).

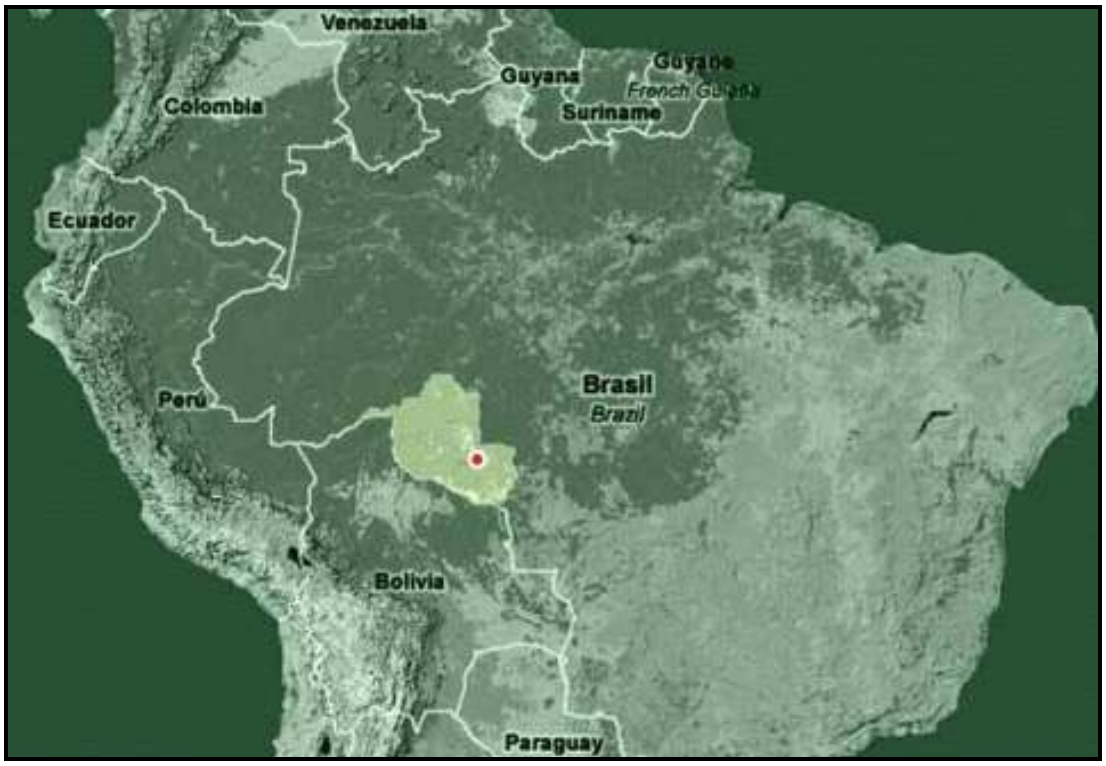

Figura 1.1. Localização do Município de Cacoal (ponto vermelho) no Estado de Rondônia (DNIT, 2015).

Tabela 1.1. Codificação das polpas de araçá-boi, abiu, araticum, biri-biri e mangostão amarelo de diferentes safras procedentes do bioma Amazônia.

Polpa	Código Amostra	Data da colheita
Araçá-boi *Eugenia stipitata*	S07.12	Abril de 2012
	S01.13	Outubro de 2012
	S07.13	Fevereiro de 2013
	S01.14	Novembro de 2013
	S07.14	Maio de 2014
Abiu *Pouteria caimito*	S07.12	Maio de 2012
	S07.13	Maio de 2013
	S01.14	Outubro de 2013
	S07.14	Junho de 2014
Araticum *Annona crassiflora*	S01.13	Setembro de 2012
	S01.14	Outubro de 2013
	S07.14	Março de 2014
Biri-biri *Averrhoa bilimbi* L.	S01.13	Novembro de 2012
	S07.13	Maio de 2013
	S01.14	Novembro de 2013
	S07.14	Maio de 2014

	S01.13	Setembro de 2012
Mangostão amarelo *Garcinia xanthochymus*	S07.13	Maio de 2013
	S01.14	Setembro de 2013
	S07.14	Abril de 2014

1.2.2 Análises físico-químicas

Os teores de sólidos solúveis totais, acidez total titulável, açúcares redutores, açúcares totais e pH, para cada polpa de fruta nas diferentes safras, foram determinados de acordo com metodologias descritas pela AOAC (2005). Os resultados do teor de sólidos solúveis foram expressos em ºBrix, da acidez titulável total, em g de ácido cítrico/100 g de polpa, e de açúcares redutores, não redutores e totais, em g glicose/100 g de polpa. A determinação do conteúdo de ácido ascórbico das polpas das frutas foi baseada na oxidação do ácido ascórbico pelo reagente 2,6-diclorofenolindofenol (BENASSI; ANTUNES, 1988; AOAC, 2005) e o resultado expresso em mg de ácido ascórbico/100 g de polpa. Foi avaliado o teor de umidade, cinzas, lipídios, proteína (nitrogênio total pelo método de Kjedahl e fator para conversão de 6,25) das polpas das frutas em diferentes safras usando as metodologias oficiais descritas na AOAC (2005).

A determinação da cor foi realizada utilizando espectrofotômetro de bancada modelo Color Flex 45/0 (Hunterlab, USA) e software Universal versão 4.10 com as seguintes configurações: iluminante D65 e observador a 10°. Com os valores absolutos das coordenadas retangulares L (luminosidade), a* (componente vermelho-verde) e b* (componente amarelo-azul) foi possível calcular, em coordenadas cilíndricas, a cromaticidade (Croma - C) e o ângulo Hue (hue). Para hue, o 0 representa vermelho puro; o 90, o amarelo puro; o 180, o verde puro; e o 270, o azul puro. Assim, valores de hue próximos de 90, indicam tonalidade amarela, e, quanto mais próximos de 0, a tonalidade vermelha. Com relação ao Croma, quanto mais altos os valores de C, mais viva a cor observada (LAWLESS; HEYMANN, 1998).

As análises físico-químicas das polpas das frutas nas diferentes safras foram realizadas em triplicata.

1.2.3. Análise estatística

Os resultados foram expressos como média ± desvio padrão. Foi empregado um delineamento inteiramente casualizado e todos os resultados obtidos foram testados quanto à distribuição normal (teste de Shapiro-Wilk) e a homogeneidade

das variâncias (testes de Levene e Brown Forsythe). A comparação das médias foi realizada pela análise de variância unidimensional (*one-way* ANOVA) seguida do teste de média Tukey, adotando-se o nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$). Nos resultados que não foram observadas distribuição normal e homogeneidade das variâncias o teste estatístico de Kruskal-Wallins foi adotado para a comparação de dois ou mais grupos. Os resultados foram também submetidos à análise multivariada de agrupamento hierárquico e análise de componentes principais utilizando o método de Wards (MARTEL et al., 2003). Para as análises multivariadas foi realizada a padronização dos dados, onde as variáveis foram convertidas em escores padrão (*scores* Z) pela subtração da média (μ) e divisão pelo desvio padrão (σ) para cada variável, assim cada escore dos dados iniciais foi convertido em um valor padronizado com uma média de 0 e desvio padrão de 1, eliminando os víeis introduzidos pela diferença de escala dos vários atributos usados na análise (HAIR et al., 2006). As análises estatísticas foram realizadas usando o software Statistica 7.0.

1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Existem poucos trabalhos científicos sobre os parâmetros físico-quimicos das polpas de araçá-boi, abiu grande, araticum, biri-biri e mangostão amarelo, portanto na discussão será também realizado a compração com resultados descritos na literatura para a fruta e também para frutas de mesmo gênero.

1.3.1. Araçá-Boi

Os resultados das análises físico-químicas do araçá-boi estão apresentados na Tabela 1.2. O teor de sólidos solúveis na polpa variou, entre as safras, de 3,0 a 3,63 °Brix, pH de 2,66 a 3,89, acidez total titulável de 1,00 a 2,83 g ácido cítrico/100 g de polpa, ácido ascórbico de 3,68 a 18,39 mg/100 g de polpa, açúcares redutores de 0,29 a 0,73 g de glicose/100 g de polpa, açúcares não redutores de 0,47 a 0,79 g de glicose /100 g de polpa e açúcares totais de 0,76 a 1,18 g de glicose/100 g de polpa. Segundo Hernández et al. (2009) a sacarose é o açúcar não redutor com maiores teores no araçá.

As polpas de araçá-boi apresentaram menor teor de sólidos solúveis quando comparadas ao araçá pêra (*Psidium acutangulum*) (8,56 °Brix) proveniente do Estado do Amazonas e ao araçá do campo (*Psidium cattleianum)* (8,8°Brix) do

Estado de Minas Gerais (ROGEZ et al., 2004; DAMIANI et al., 2011). Teores de acidez titulável foram semelhantes ao araçá pêra (2,67 g ácido cítrico/100 g) e ao araçá do campo (1,14 g ácido cítrico/100 g). O valor de pH do araçá-boi também foi semelhante aos encontrados em outras espécies de araçás, 2,77 para araçá-pêra e 3,49 para o araçá do cerrado (*Psidium firmum*) (WILLE et al., 2004; DAMIANI et al., 2011; HAMACEK et al., 2013). Os principais índices utilizados pela indústria de alimentos relacionados com a qualidade de polpas de frutas para a elaboração de produtos são os sólidos solúveis, acidez titulável e pH, pois a presença de ácidos orgânicos em frutas influenciam o sabor, odor, cor, estabilidade e a manutenção de qualidade (CECCHI, 2003).

Tabela 1.2. Parâmetros físico-químicos da polpa de araçá-boi, procedente do bioma Amazônia, em diferentes safras.

Parâmetro[1]	S07.12	S01.13	S07.13	S01.14	S07.14
Sólidos Solúveis (°Brix)	3,07^{a}±0,06	3,00^{a}±0,0	3,63^{a}±0,06	3,53^{a}±0,06	3,07^{a}±0,12
Acidez total titulável (g de ácido cítrico/100 g)	1,90^{a}±0,01	2,83^{a}±0,03	1,61^{a}±0,01	2,07^{a}±0,01	1,00^{a}±0,039
Ácido Ascórbico (mg ácido ascórbico/100 g)	5,58^{a}±0,02	5,58^{a}±0,02	5,55^{a}±0,03	18,39^{b}±0,15	3,68^{a}±0,27
Açúcares Redutores (g de glicose/100 g)	0,48^{a}±0,002	0,48^{a}±0,002	0,48^{a}±0,002	0,73^{b}±0,003	0,29^{c}±0,002
Açúcares não redutores (g de glicose/100 g)	0,69^{a}±0,008	0,69^{a}±0,008	0,65^{a,b}±0,04	0,79^{b}±0,81	0,47^{c}±0,004
Açúcares Totais (g de glicose/100 g)	1,18^{a}±0,007	1,18^{a}±0,007	1,14^{a}±0,05	0,81^{b}±1,91	0,76^{c}±0,01
pH	2,66^{a}±0,10	2,67^{a}±0,06	3,89^{b}±0,09	2,86^{a}±0,01	2,70^{a}±0,02
Umidade (%)	94,94^{a,b}±0,06	94,42^{a,b}±0,10	95,01^{a}±0,08	94,74^{a,b}± 0,48	93,83^{b}±0,05
Cinzas (%)	0,14^{a}±0,004	0,18^{b}±0,007	Na	0,18^{b}±0,016	0,06^{a}±0,08
Lipídio (%)	0,04^{a}±0,004	0,05^{a}±0,02	Na	0,08^{b}±0,01	0,03^{a}±0,04
Proteína (%)	4,91^{a}±0,46	3,04^{b}±0,04	Na	3,89^{b}±0,03	2,69^{c}±1,55
L	65,47^{a}±0,08	60,94^{b}±1,22	Na	67,53^{c}±0,31	63,78^{d}±0,39
Croma	41,73^{a}±1,14	39,32^{b}±0,82	Na	47,67^{c}±0,31	37,95^{b}±4,33
Hue	81,54^{a}±0,27	76,47^{b}±0,09	Na	81,42^{a}±0,18	81,87^{a}±2,49

[1]Media±Desvio padrão. n=3. Médias das polpas das frutas com letras iguais na mesma linha não diferem significativamente (p≤0,05) entre si pelo teste de Tukey ou Kruskal Wallis. Na = ausência de produtividade ou escassez de amostra.

Verificou-se neste trabalhovariação de 93,83 a 95,01% para umidade, 0,03 a 0,08% para lipídios, 2,69 a 4,91% para proteína e 0,06 a 0,18% para cinzas. Segundo Rogez et al. (2004), o araçá-boi possui em média 27,84 mg/100 g de potássio e 5,72 mg/100 g de cálcio. A polpa de araçá-boi proveniente do bioma Amazônia apresentou maiores teores de umidade daqueles observados no araçá-pêra (82,49%), araçá do campo (80,41%) e araçá do cerrado (77,46%).

Segundo Hernández et al. (2009) a fruta de araçá apresenta uma curta vida de prateleira devido ao seu alto teor de umidade e pela produção de etileno quando muito maduras. Quando armazenados a uma temperatura de 12 ºC seu amadurecimento é retardado. A determinação de umidade é uma das medidas mais importantes utilizadas na análise de alimentos, pois, está relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição, e pode afetar características do produto, sendo o principal fator para os processos microbiológicos, como o desenvolvimento de fungos, leveduras e bactérias (CECCHI, 2003).

O teor lipídico foi inferior ao do araçá do cerrado (1,07%) e semelhante ao araçá do campo (0,33%), sendo consideradas frutas de baixo teor lipídico (WILLE et al., 2004; DAMIANI et al., 2011; HAMACEK et al., 2013).

A polpa de araçá-boi apresentou cor amarelada indicada pelo valor de tonalidade cromática (76,47 a 81,87). Com relação ao Croma, observaram-se valores entre 37,95 a 47,67, indicando uma coloração opaca. Os resultados obtidos neste estudo diferem daqueles de Canuto et al. (2010) que observaram um menor valor de Hue (49,5) e Croma (29,8) para o araçá-boi proveniente do Estado de Roraima.

Na análise univariada a polpa de araçá-boi apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$) para os parâmetros físico-químicos avaliados nas safras, exceto sólidos solúveis e acidez total titulável (Tabela 1.2). Os métodos de análise univariada são normalmente empregados visando à identificação das diferenças entre os tratamentos, considerando individualmente cada parâmetro avaliado e não consideram o efeito simultâneo dos mesmos. Portanto, para uma análise mais ampla foi realizada a análise estatística multivariada, com os valores padronizados, que permitiu condensar todas as informações contidas em um determinado número de variáveis originais em conjuntos menores, denominados fatores, cujas combinações lineares explicaram o máximo da variância contida nas variáveis originais (MIGUEL; DURIGAN; FERRAUDO, 2011).

Como primeira análise foi utilizada a análise de agrupamento (*cluster*), cujo objetivo é repartir os indivíduos em grupos homogêneos, de modo que cada grupo seja bem identificado. O exame do dendrograma induz ao privilégio de partições supostamente consistentes e à rejeição de outras (VOLLE, 1993), permitindo a definição dos grupos distintos, como observado na Figura 1.2, onde a safra S07.12 e S01.13 foram as que apresentaram maior similaridade enquanto a safra S01.14 foi a que apresentou um distanciamento maior do grupo.

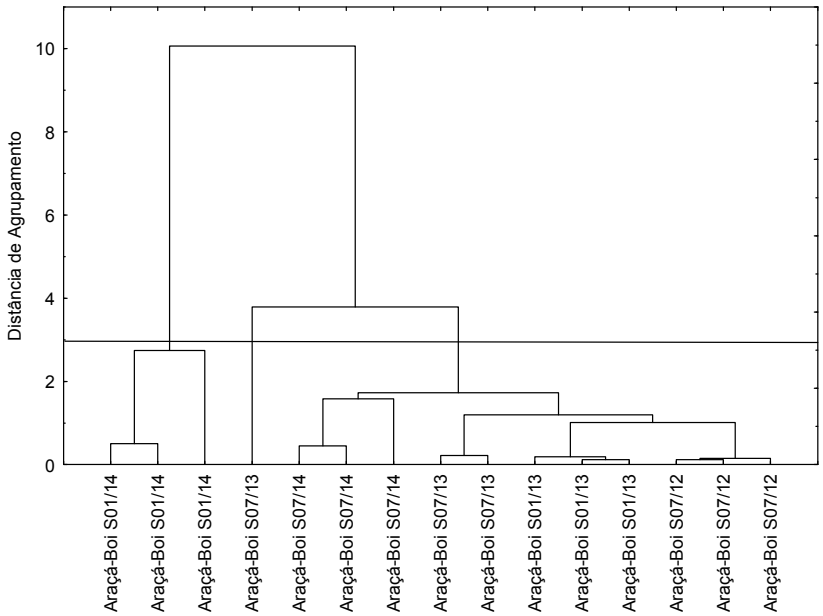

Figura 1.2. Dendograma obtido a partir dos parâmetros físico-químicos da polpa de araçá-boi nas diferentes safras.

O estabelecimento dos grupos de indivíduos permite verificar os parâmetros que evidenciam as características homogêneas e também as principais diferenças entre esses grupos (HAIR et al., 2006). Assim, podemos observar na Figura 1.3 o comportamento dos parâmetros físico-químicos da polpa de araçá-boi nas diferentes safras. As safras S01.13 e S07.14 foram agrupadas por apresentarem médias de cada *cluster* similares.

A safra S01.14 diferenciou-se das demais safras para os parâmetros sólidos solúveis, pH, açúcares redutores, não redutores e totais, ácido ascórbico, cinzas, lipídios e Croma. As variações nos teores de ácido ascórbico são decorrentes de fatores edafoclimáticos durante a maturação e colheita como luz, temperatura, estresse hídrico e presença de íons metálicos (DAVEY et al., 2000). A formação de açucares é totalmente influenciada por ácidos, sendo que acidez total representa a soma de todos os ácidos presentes no fruto, incluindo o ácido ascórbico (DAMODARAM; PARKIN; FENNEMA, 2010).

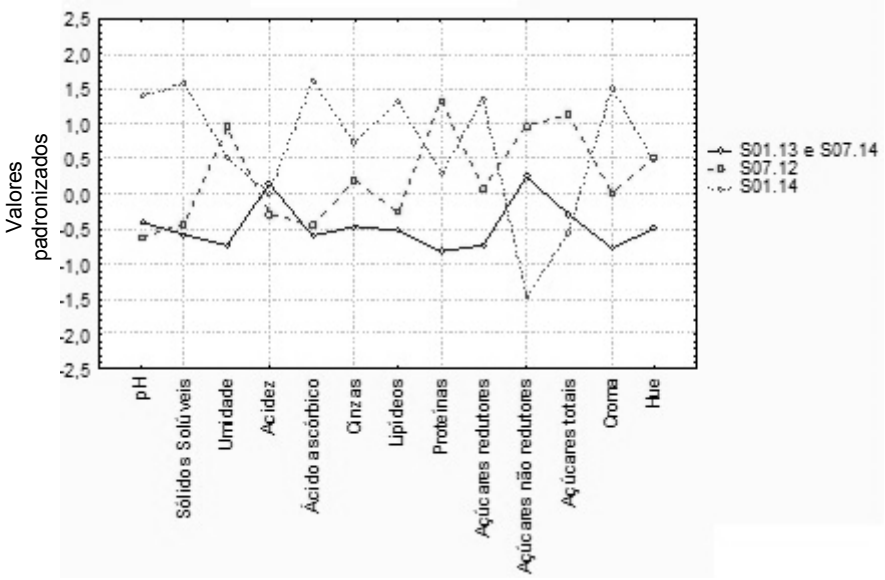

Figura 1.3. Comportamento dos parâmetros físico-químicos da polpa de araçá-boi nas diferentes safras.

Na Figura 1.4 podem ser observados os parâmetros físico-químicos (A) em diferentes safras (B). Os dois primeiros componentes (CPs) permitiram uma explicação de 78,01% (Tabela 1.3).

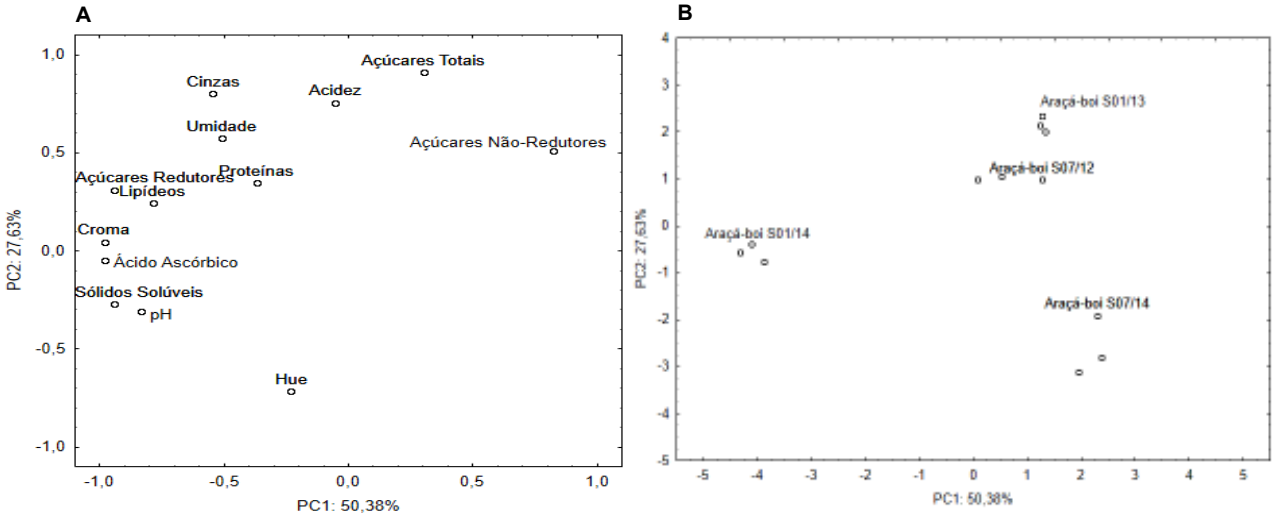

Figura 1.4. Análise de Componentes Principais utilizando os parâmetros físico-químicos (A) da polpa de araçá-boi nas diferentes safras (B).

A safra S01.14 alocada no lado negativo do CP1 e CP2 caracterizou-se pelos parâmetros sólidos solúveis e ácido ascórbico, pH e Croma, sendo somente esta safra considerada como fonte de ácido ascórbico pois possui 15% da Ingestão diária recomendada de 90 mg para o sexo masculino e 75 mg para o sexo feminino (BRASIL, 2012). As safras S07.12 e S01.13 alocadas próximas e no lado positivo do

CP1 e CP2 foram caracterizadas por pelos parâmetros teores de acidez total titulável e açúcares não redutores e totais. O peso das variáveis físico-químicas para a separação das safras da polpa de araçá-boi está apresentado na Tabela 1.3.

Tabela 1.3. Peso das variáveis físico-química da polpa de araçá-boi em diferentes safras

Variável	CP 1	CP 2	CP 3
pH	**-0,8370**	-0,3110	0,1223
Umidade	-0,5082	**0,5734**	-0,5551
Sólidos Solúveis	**-0,9409**	-0,2712	0,0374
Acidez	-0,0523	**0,7546**	0,4570
Ac. Ascórbico	**-0,9830**	-0,0460	0,0993
Cinzas	-0,5458	**0,8010**	0,1875
Lipídeo	**-0,7874**	0,2432	0,2860
Proteína	-0,3695	0,3473	**-0,7969**
Açúcares redutores	**-0,9433**	0,3097	0,0266
Açúcares não redutores	**0,8259**	0,5110	-0,2152
Açúcares totais	0,3033	**0,9108**	-0,2564
Croma	**-0,9816**	0,0461	-0,1549
Hue	-0,2328	**-0,7148**	-0,5955
Proporção da variância total (%)	50,37656	27,62785	13,7437

Obs.: Variáveis indicadas em negrito têm importância significativa para o respectivo fator.

Segundo a instrução normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000 do Ministério da Agricultura e do Abastecimento que aprova o regulamento técnico geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ), as características que definem a polpa de fruta são os limites mínimos e máximos de sólidos solúveis (ºBrix), pH, acidez total titulável (g/100 g), açúcares totais (g/100 g), sólidos totais (g/100 g), cor, sabor e aroma característicos (BRASIL, 2000). Portanto, a polpa de araçá-boi procedente da Amazônia ocidental, pode ser caracterizada com sabor levemente ácido, aroma próprio, cor amarelada opaca, com limites mínimos e máximos de sólidos solúveis de 3 a 3,63 ºBrix, pH de 2,66 a 3,89, acidez total titulável de 1,0 a 2,83 g de ácido cítrico/100 g, ácido ascórbico de 3,68 a 5,58 g/100 g (com um valor de *outlier* de 18,39 g de ácido ascórbico/100 g) e açúcares totais de 0,76 a 1,18 g de glicose/100 g, respectivamente.

1.3.2. Abiu Grande

A Tabela 1.4 apresenta os resultados dos parâmetros físico-químicos da polpa de abiu grande e estes diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) em todas as safras. O teor de sólidos solúveis variou na polpa, entre as safras, de 9,23 a 18,03

°Brix. Frutas com altos teores de sólidos solúveis são interessantes para o mercado, pois possuem uma maior aceitação do consumidor, para o processamento de geleias necessitam menor adição de açúcar, menor tempo de evaporação da água e maior rendimento, resultando em uma maior economia (PINHEIRO et al., 1984).

Tabela 1.4. Parâmetros físico-químicos da polpa de abiu grande, procedente do bioma Amazônia, em diferentes safras.

Parâmetro[1]	S07.12	S07.13	S01.14	S07.14
Sólidos Solúveis (°Brix)	14,03^{a}±0,06	16,43^{b}±0,12	18,03^{a,b}±0,06	9,23^{c}±0,23
Acidez total titulável (g de ácido cítrico/100 g)	0,10^{a}±0,00	0,05^{b}±0,03	0,05^{b}±0,03	0,05^{b}±0,00
Ácido Ascórbico (mg ácido ascórbico/100 g)	2,50^{a}±0,06	3,36^{b}±0,01	3,04^{b}±0,05	1,91^{a}±0,24
Açúcares Redutores (g de glicose/100 g)	4,58^{a}±0,36	5,92^{b}±0,10	3,44^{c}±0,03	2,17^{d}±0,07
Açúcares não redutores (g de glicose/100 g)	7,11^{a}±0,58	7,41^{a}±0,19	8,35^{b}±0,07	2,83^{c}±0,33
Açúcares Totais (g de glicose/100 g)	11,70^{a}±0,95	13,46^{b}±0,43	11,65^{a}±0,32	5,00 ^{c}±0,28
pH	5,86^{a}±0,08	6,20^{b}±0,07	6,85^{c}±0,03	6,68^{c}±0,12
Umidade (%)	86,09^{a,b}±1,49	82,47^{a}±0,05	86,47^{a,b}±0,05	90,00^{b}±0,06
Cinzas (%)	0,48^{a}±0,07	0,32^{a}±0,05	0,29^{a}±0,01	0,11^{b}±0,02
Lipídio (%)	0,07^{a}±0,01	0,14^{a,b}±0,01	0,21^{b}±0,04	0,11^{a,b}±0,02
Proteína (%)	4,36^{a}±0,48	3,78^{a}±0,85	4,10^{a}±0,29	3,70^{b}±0,07
L	36,68 ^{a}±0,06	35,07 ^{a}±0,61	28,92^{a}±0,50	53,27^{b}±0,55
Croma	25,54^{a}±0,04	23,25^{b}±0,22	22,28^{c}±0,39	22,57^{c}±0,12
Hue	64,19^{a,b}±0,03	63,37^{a,b}±0,54	62,62^{a}±0,42	77,89^{b}±0,67

[1]Media±Desvio padrão. n=3. Médias das polpas das frutas com letras iguais na mesma linha não diferem significativamente (p≤0,05) entre si pelo teste de Tukey ou Kruskal Wallis.

Na polpa de abiu grande, a acidez total titulável variou de 0,05 a 0,10 g de ácido cítrico/100 g de polpa, o ácido ascórbico variou de 1,91 a 3,36 mg/100 g de polpa, açúcares redutores variou de 2,17 a 5,92 g de glicose/100 g de polpa, açúcares não redutores variou de 2,38 a 8,35 g de glicose/100 g de polpa, açúcares totais variou de 5,0 a 13,46 g de glicose/100 g de polpa e pH variou de 5,86 a 6,85. Os resultados da composição centesimal variaram de 82,47 a 90,00% para umidade, 0,11 a 0,48% para cinzas, 0,07 a 0,21% para lipídios e 3,70 a 4,36% para proteína. Em relação aos parâmetros de cor, a luminosidade variou de 28,92 a 53,27, hue de 62,62 a 77,89 e Croma de 22,28 a 25,54.

Canuto et al. (2010) relataram resultados semelhantes a este trabalho ao analisar as características físico-química do abiu procedente de Roraima, 2 mg de ácido ascórbico/100 g, hue de 85,4, Croma de 26,2, umidade de 95,8% e pH de 5,0; diferindo somente para o teor de sólidos solúveis de 3,8 °Brix. O conhecimento da

composição nutricional das frutas é indispensável, uma vez que existem variações nos seus teores, não só entre as espécies de frutas, mas também intraespécie, além da variedade, das condições de manejo, das regiões de cultivo e do estádio de maturação das frutas (LEE; KADER, 2000),

As safras S07.12 e S07.14 foram separadas cada uma como um grupo, por apresentarem características físico-químicas bem diferentes das demais safras (Figura 1.5).

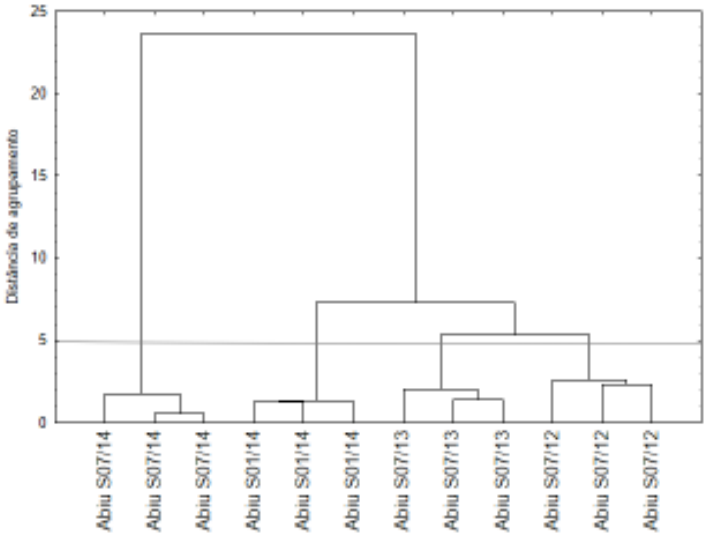

Figura 1.5. Dendograma obtido a partir dos parâmetros físico-químicos da polpa de abiu grande nas diferentes safras.

Estas diferenças observadas entre as safras S07.12 e S07.14 foram também observadas na Figura 1.6, que demonstra o comportamento da composição físico-química (valores padronizados) da polpa de abiu grande nas diferentes safras. As safras S07.13 e S01.14 foram agrupadas por apresentarem características físico-químicas similares. Observou-se que a safra S07.12 diferenciou-se das demais safras para os parâmetros acidez total, cinzas, lipídeos e Croma.

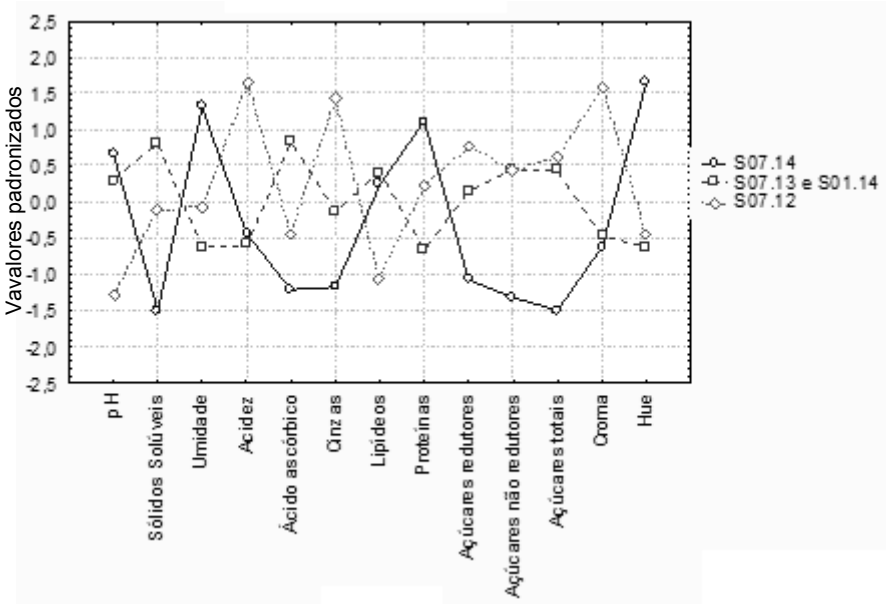

Figura 1.6. Comportamento dos parâmetros físico-químicos da polpa de abiu grande nas diferentes safras.

Na Figura 1.7, pode ser observado os parâmetros físico-químicos (A) e as polpas de abiu grande em diferentes safras (B). Os dois primeiros componentes (CPs) permitiram uma explicação de 82,46%. A safra S07.14 alocada no lado positivo do CP1 e CP2 foi caracterizada pelos parâmetros umidade e Hue, enquanto a safra S07.12, alocada no lado negativo de CP2 e positivo do CP2, foi caracterizada pelos parâmetros acidez titulável e Croma.

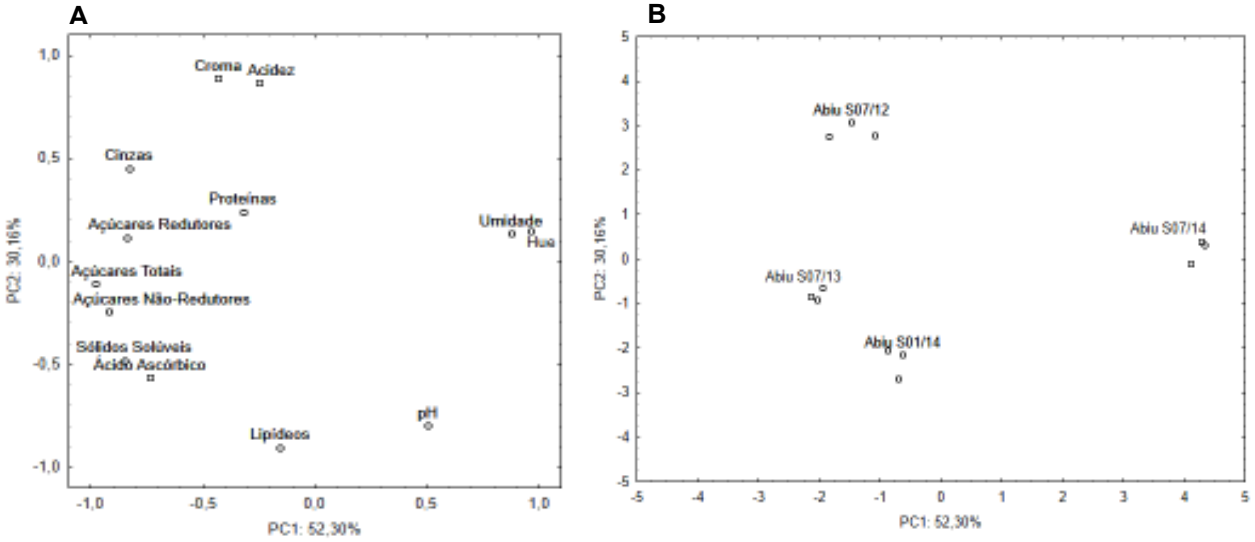

Figura 1.7. Análise de Componentes Principais utilizando os parâmetros físico-químicos (A) da polpa de abiu grande nas diferentes safras (B).

O peso das variáveis físico-químicas para a separação das safras da polpa de abiu grande nos diferentes componentes principais está apresentado na Tabela 1.5.

Tabela 1.5. Peso das variáveis físico-química da polpa de abiu grande em diferentes safras

Variável	CP 1	CP 2	CP 3
pH	0,505297	**-0,796399**	-0,260833
Umidade	**0,877638**	0,133549	-0,327412
Sólidos Solúveis	**-0,848745**	-0,479561	-0,162989
Acidez	-0,251613	**0,867110**	-0,349604
Ac. Ascórbico	-0,735273	-0,563592	0,105393
Cinzas	**-0,829978**	0,451227	-0,181030
Lipídeo	-0,155167	**-0,902198**	-0,319166
Proteína	-0,320691	0,240698	**-0,730193**
Açúcares redutores	**-0,839774**	0,116762	0,504528
Açúcares não redutores	**-0,920191**	-0,243801	-0,196860
Açúcares totais	**-0,981282**	-0,107818	0,096952
Croma	-0,430883	**0,887128**	-0,035035
Hue	**0,966113**	0,148876	0,164555
Proporção da variância total (%)	0,505297	-0,796399	-0,260833

Obs.: Variáveis indicadas em negrito têm importância significativa para o respectivo fator.

De modo geral, a polpa de abiu grande proveniente do bioma Amazônia foi caracterizada por ser de cor amarelada e opaca, levemente ácida, com alto teor de açúcares e sólidos solúveis, baixo teor de lipídios, proteína e de ácido ascórbico, podendo seu padrão de identidade e qualidade apresentar limites mínimos e máximos de sólidos solúveis de 9,23 a 18,03 ºBrix, pH de 5,86 a 6,85, acidez total titulável de 0,05 a 0,10 g de ácido cítrico/100 g, ácido ascórbico de 1,91 a 3,36 g/100 g e açúcares totais de 5,0 a 13,46 g de glicose/100 g, respectivamente.

1.3.3. Araticum

O araticum apesar de ser uma planta alógama apresentou pouca variação em alguns parâmetros físico-químicos avaliados (Tabela 1.6). O teor de sólidos solúveis totais variou na polpa, entre as safras, de 7,03 a 7,67 °Brix, acidez total titulável de 0,46 a 0,61 g ácido cítrico/100 g de polpa, ácido ascórbico de 1,23 a 1,94 mg/100 g de polpa, açúcares redutores de 2,32 a 2,72 g de glicose/100 g de polpa, açúcares não redutores de 0,02 a 0,32 g de glicose/100 g de polpa, açúcares totais de 2,33 a 2,96 g de glicose/100 g de polpa e pH de 3,96 a 4,08. Cohen et al. (2010) relatou acidez de 0,51% para a polpa de araticum. Santos et al. (2010) utilizam o efeito do pH sobre os microrganismos para a preservação dos alimentos, sendo o pH ≤ 4,5 muito importante, pois abaixo desse valor não há desenvolvimento de *Clostridium botulinum* e de bactérias patogênicas.

Os resultados da composição centesimal variaram de 88,65 a 90,41% para umidade, 0,29 a 0,54% para cinzas, 0,07 a 0,09% para lipídios e 2,54 a 3,94% para proteína. Os parâmetros cromáticos variaram de 58,74 a 60,80 para a luminosidade, de 31,95 a 39,67 para Croma e de 73,32 a 76,73 para Hue.

Todos os parâmetros físico-químicos diferem significativamente ($p \leq 0,05$) entre a polpa de araticum das diferentes safras, com exceção da proteína e Croma (Tabela 1.6).

Tabela 1.6. Parâmetros físico-químicos da polpa de araticum, procedente do bioma Amazônia, em diferentes safras.

Parâmetro[1]	**S01.13**	**S01.14**	**S07.14**
Sólidos Solúveis (°Brix)	7,67^{a}±0,29	7,20^{a,b}±0,0	7,03^{b}±0,06
Acidez total titulável (g de ácido cítrico/100 g)	0,61^{a}±0,01	0,46^{b}±0,24	0,49^{a,b}±0,02
Ácido Ascórbico (mg ácido ascórbico/100 g)	1,73^{a,b}±0,16	1,23^{b}±0,24	1,94^{a}±0,18
Açúcares Redutores (g de glicose/100 g)	2,32^{a}±0,08	2,56^{a,b}±0,01	2,72^{b}±0,03
Açúcares não redutores (g de glicose/100 g)	0,02^{a}±0,01	0,18^{b}±0,00	0,32^{c}±0,07
Açúcares Totais (g de glicose/100 g)	2,33^{a}±0,03	2,82^{a,b}±0,10	2,96^{b}±0,14
pH	3,96^{a}±0,01	4,05^{b}±0,02	4,08^{b}±0,02
Umidade (%)	90,20^{a}±0,10	90,41^{a}±0,12	88,65^{b}±0,14
Cinzas (%)	0,29^{a}±0,01	0,40^{b}±0,01	0,54^{b}±0,01
Lipídios (%)	0,09^{a}±0,00	0,07^{b}±0,00	0,09^{a}±0,00
Proteína (%)	3,94^{a}±0,15	2,54^{a}±0,32	2,61^{a}±0,01
L	59,15^{a}±0,39	60,80^{b}±0,28	58,74^{a}±0,13
Croma	31,95^{a}±0,9	39,27^{a}±0,26	39,67^{a}±0,87
Hue	73,32^{a}±0,26	76,73^{b}±0,45	75,20^{c}±0,20

[1]Media±Desvio padrão. n=3. Médias das polpas das frutas com letras iguais na mesma linha não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) entre si pelo teste de Tukey ou Kruskal Wallis.

As características físico-químicas de polpa de araticum, proveniente de Goiana, GO, foram avaliadas por Silva et al. (2008). O teor de lipídio (3,83 g/100 g) e de açúcares totais (12,78 g/100 g) foram superiores ao encontrado neste trabalho. A polpa de araticum proveniente de Diamantina, MG (VILLELA; BATISTA; DESSIMONI-PINTO, 2013) apresentou teores superiores de lipídios (1,39 g), cinzas (1,59 g) e ácido ascórbico (21,34 mg) enquanto que os teores de acidez total (0,34 g), umidade (78,92%) e proteína (1,38 g) foram menores que os relatados neste estudo.

Em trabalho realizado por Pimenta et al. (2014) a polpa de araticum proveniente do Estado de Mato Grosso apresentou teor médio de sólidos solúveis de 17,60 °Brix, acidez titulável de 0,37% de ácido málico, pH de 4,45 e umidade de 74,3%, resultados que diferem dos observados neste trabalho. Segundo Franco (1999) 100 g de polpa de araticum contém teores de 453,0 µg de tiamina, 100,0 µg riboflavina, 2,675 mg niacina, 52,0 mg cálcio, 24,0 mg de fósforo, 2,3 mg de ferro. Para Damiani et al. (2013) o mineral predominante na polpa de araticum proveniente do cerrado foi o magnésio (350 mg/kg) seguido pelo fósforo (220 mg/kg). Ácido málico (76,68 µg/g) e cítrico (23,52 µg/g) foram os principais ácidos orgânicos e uma atividade antioxidante de 34,29 DPPH/100 g. Na caracterização físico-química os teores de umidade (70,56 g/100 g) e proteína (1,99 g/100 g) da polpa de araticum foram menores do que os encontrados neste estudo enquanto maiores teores foram observados para cinzas (0,54 g/100 g), sólidos solúveis (21,4 °Brix), lipídio (2,36 g/100 g) e pH (4,49).

O teor de sólidos solúveis neste estudo é muito inferior aos encontrados na maioria das espécies de *Annonaceae*, que contêm aproximadamente 24 °Brix. No entanto, este teor é variável entre espécies, entre cultivares da mesma espécie e até entre porções do mesmo fruto (PIMENTA et al., 2014; DAMIANI et al., 2011; NEVES; YUHARA, 2003; MARCELLINI et al., 2003; SILVA; SILVA; SILVA, 2002; SILVA et al., 2003).

Damiani (2011) avaliou as características físicas, químicas e estabilidade microbiológica da polpa de araticum congelada durante 12 meses de armazenamento. Foi observado que os teores de cinzas (0,28 a 0,22%), proteína (0,77 a 0,71%), lípidos (1,75 a 1,73%), carboidrato (12,1 a 10,15%), sacarose (2,50 a 1,29%), ácido cítrico (435,63 a 197,5 µg/g), ácido tartárico (4,38 a 1,88 µg/g), ácido acético (3,00 a 0,00 µg/g), ácido ascórbico (470,38 a 279,25 µg/g), pectina total (0,67 a 0,39%), pH (3,88 a 3,83), cromaticidade (24,85 a 20,53) e calorias (67,23 a 59,01 Kcal) reduziram durante o armazenamento, enquanto que a umidade (85,10 a 87,19%), os parâmetros de cor (L, 58,89 a 62,62), açúcares redutores (4,53 a 5,62%), açúcares solúveis totais (7,1 a 7,36%), sólidos solúveis (7,0 a 8,4 ºBrix), acidez total (0,9 a 1,0%), ácido málico (514,13 a 781,25 µg/g), pectina solúvel (0,16 a 0,24%) e atividade antioxidante (6,85 a 37,35% de DPPH/100 g) aumentaram ao longo dos 12 meses de congelamento. Os autores concluiram que a polpa de araticum pode ser armazenada durante 12 meses, sem perda de qualidade, com adição de ácido cítrico.

Embora apresentem ótimo aroma e sabor, digestibilidade e alto valor nutritivo, com elevados teores de açúcares, proteína, vitaminas e sais minerais (TELLES et al., 2003), o araticunzeiro é uma espécie não domesticada, de polinização cruzada e que naturalmente deve apresentar grande variabilidade para algumas características em relação à planta, à produção e aos frutos (PIMENTA et al., 2014), como mostra a Figura 1.8 onde a maior similaridade foi observada entre as safras S01.14 e S07.14 em relação aos parâmetros físico-químicos avaliados.

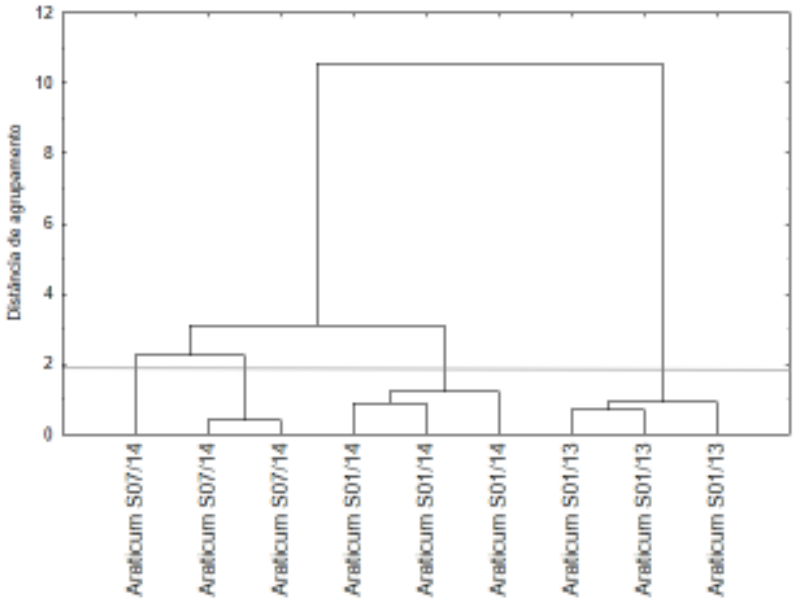

Figura 1.8. Dendograma obtido a partir dos parâmetros físico-químicos da polpa de araticum nas diferentes safras.

A Figura 1.9 demonstra o comportamento dos parâmetros físico-químicos (valores padronizados) da polpa de araticum nas diferentes safras. As safras S01.14 e S07.14 também foram agrupadas por apresentarem similares nos resultados dos parâmetros físico-químicos avaliados. Observou-se que a safra S01.13 diferenciou-se das demais safras para os parâmetros sólidos solúveis, acidez, proteína, açúcares (redutores, não redutores e totais), cinzas e valores de Croma e Hue, sendo considerada amarelada e opaca. A obtenção destes resultados pode servir de subsídio para futuras pesquisas referentes à domesticação da espécie.

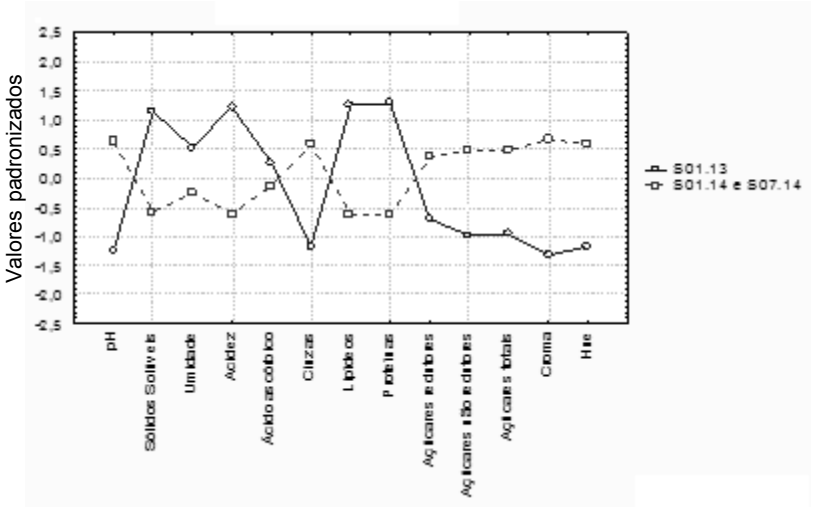

Figura 1.9. Comportamento dos parâmetros físico-químicos da polpa de araticum nas diferentes safras.

Na Figura 1.10, pode ser observado os parâmetros físico-químicos (A) da polpa de araticum em diferentes safras (B). Os dois primeiros componentes (CPs) permitiram uma explicação de 89,74%.

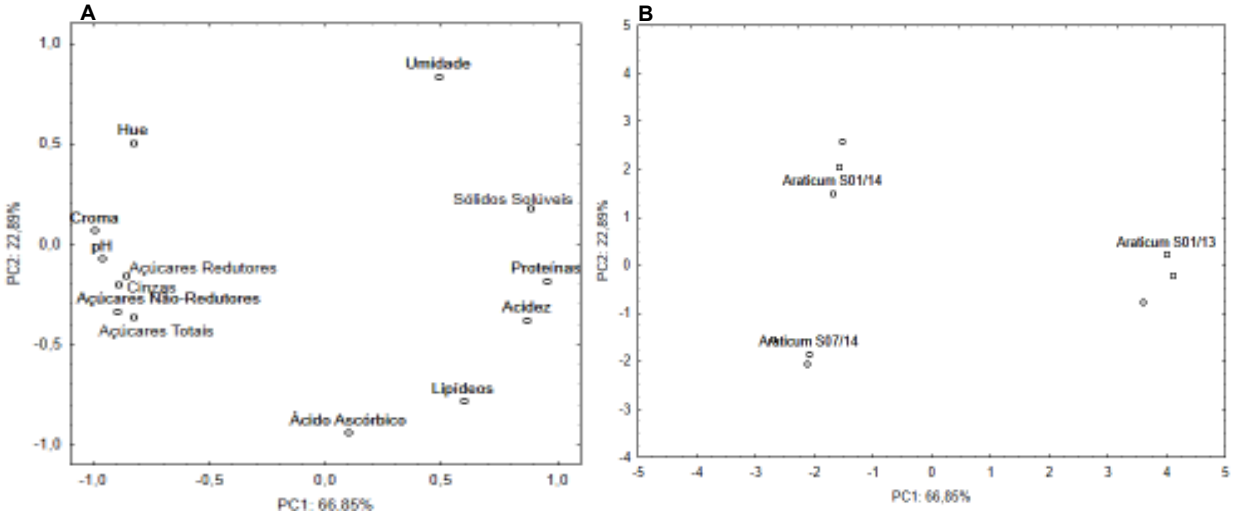

Figura 1.10. Análise de Componentes Principais utilizando os parâmetros físico-químicos (A) da polpa de araticum em diferentes safras (B).

A safra S01.13, alocada no lado positivo do CP1, foi caracterizada pelos parâmetros acidez total titulável, lipídios, proteínas e sólidos solúveis, enquanto a safra S07.14, alocada no lado positivo do CP2 e negativo do CP1, foi caracterizada pelos parâmetros açúcares redutores, não redutores e totais, e a safra S01.14, alocada no lado negativo do CP1 e positivo do CP2, caracterizada pelo parâmetro Hue.

O peso das variáveis físico-químicas para a separação das safras da polpa de araticum nos diferentes componentes principais está apresentado na Tabela 1.7.

Tabela 1.7. Peso das variáveis físico-química da polpa de araticum em diferentes safras

Variável	CP 1	CP 2	CP 3
pH	**-0,962934**	-0,071178	-0,160246
Umidade	0,485837	**0,837488**	0,235358
Sólidos Solúveis	**0,884079**	0,177202	-0,158566
Acidez	**0,869220**	-0,377848	-0,086104
Ac. Ascórbico	0,095544	**-0,939389**	0,207559
Cinzas	**-0,894554**	-0,198062	-0,270056
Lipídeo	0,594717	**-0,781247**	0,011419
Proteína	**0,951929**	-0,183150	0,206185
Açúcares redutores	**-0,862499**	-0,158693	0,278845
Açúcares não redutores	**-0,901313**	-0,333579	-0,070861
Açúcares totais	**-0,828136**	-0,362888	0,257768
Croma	**-0,994911**	0,069605	-0,020862
Hue	**-0,830260**	0,506959	0,179165
Proporção da variância total (%)	**-0,962934**	-0,071178	-0,160246

Obs.: Variáveis indicadas em negrito têm importância significativa para o respectivo fator.

De modo geral, a polpa de araticum proveniente do bioma Amazônia caracterizou-se como de cor amarelada e opaca, ácida, com alto teor de açúcares e umidade, e baixo teor lipídico, protéico e de ácido ascórbico, podendo seu padrão de identidade e qualidade apresentar limites mínimos e máximos de sólidos solúveis de sólidos solúveis de 7,03 a 7,67 °Brix, pH de 3,96 a 4,08, acidez total titulável de 0,46 a 0,61 g de ácido cítrico/100 g, ácido ascórbico de 1,23 a 1,94 g/100 g, açúcares totais de 2,33 a 2,96 g de glicose/100 g, respectivamente. Vale mencionar que houve pequena variação entre as safras para os parâmetros avaliados.

Não existe legislação específica referente ao Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) para polpa de araticum, porém é possível fazer uma comparação entre os dados de alguns parâmetros com os dados do PIQ estabelecido para graviola (*Annona muricata* L.), uma vez que são espécies do mesmo gênero (PIMENTA et al., 2014). A polpa de graviola deve apresentar valores mínimos para sólidos solúveis de 9 ºBrix, pH de 3,5 e acidez titulável expressa em ácido cítrico de 0,60 g/100 g de polpa (BRASIL, 2000). Para a polpa de araticum, no presente trabalho, foram encontrados valores mínimos de 7,03 ºBrix, pH de 3,96 e acidez titulável de 0,46 g/ 100g. Assim, pode-se sugerir que a polpa de araticunzeiro possui características químicas semelhantes à graviola.

1.3.4. Biri-Biri

O teor de sólidos solúveis totais na polpa de biri-biri variou, entre as safras, de 3,5 a 4,5 °Brix, a acidez total titulável de 0,87 a 0,96 g ácido cítrico/100 g de polpa, ácido ascórbico de 9,45 a 17,80 mg/100 g de polpa, açúcares redutores de 1,42 a 3,19 g de glicose/100 g de polpa, açúcares não redutores de 0,08 a 0,56 g de glicose/100 g, açúcares totais de 1,82 a 3,59 g de glicose/100 g de polpa, pH de 1,95 a 2,83. Os resultados da composição centesimal variaram de 94,67 a 95,83% para umidade, 0,06 a 0,25% para cinzas, 0,02 a 0,07% para lipídios, 1,18 a 3,11% para proteína. Os parâmetros cromáticos variaram de 44,14 a 53,25 para a luminosidade, de 22,32 a 35,91 para Croma e de 86,19 a 89,19 para Hue. Todos os parâmetros físico-químicos avaliados diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) entre as polpas das diferentes safras, exceto açúcares redutores (Tabela 1.8). Segundo a RDC nº 54 de 12 de novembro de 2012, somente a safra S07.13 pode ser considerada como fonte de ácido ascórbico.

Tabela 1.8. Parâmetros físico-químicos da polpa de biri-biri, procedente do bioma Amazônia, em diferentes safras.

Parâmetro[1]	S01.13	S07.13	S01.14	S07.14
Sólidos Solúveis (°Brix)	$4,00^{b}$±0,0	$4,50^{a}$±0,0	$4,07^{b}$±0,06	$3,50^{c}$±0,0
Acidez total titulável (g de ácido cítrico/100 g)	$0,94^{a}$±0,03	$0,87^{b}$±0,03	$0,96^{a}$±0,0	$0,93^{a}$±0,0
Ácido Ascórbico (mg ácido ascórbico/100 g)	$9,93^{a}$±0,29	$17,80^{b}$±0,86	$9,67^{a}$±0,39	$9,45^{a}$±0,04
Açúcares Redutores (g de glicose/100 g)	$3,19^{a}$±0,05	$3,14^{a}$±0,28	$3,03^{a}$±0,10	$1,42^{a}$±0,16
Açúcares não redutores (g de glicose/100 g)	$0,08^{b}$±0,07	$0,23^{a,b,c}$±0,02	$0,56^{a}$±0,26	$0,39^{a,c}$±0,11
Açúcares Totais (g de glicose/100 g)	$3,27^{a}$±0,05	$3,38^{a}$±0,30	$3,59^{a}$±0,18	$1,82^{b}$±0,05
pH	$2,83^{a}$±0,02	$2,63^{a,b}$±0,03	$2,77^{a,b}$±0,02	$1,95^{b}$±0,08
Umidade (%)	$95,40^{a}$±0,04	$94,92^{b}$±0,02	$94,67^{c}$±0,04	$95,83^{d}$±0,04
Cinzas (%)	$0,25^{a}$±0,01	$0,22^{a}$±0,00	$0,24^{a}$±0,02	$0,06^{b}$±0,01
Lipídio (%)	$0,02^{a}$±0,00	$0,05^{a,b}$±0,02	$0,07^{b}$±0,02	$0,06^{a,b}$±0,01
Proteína (%)	$3,11^{a}$±0,02	$2,76^{a,b}$±0,19	$1,18^{b}$±0,36	$2,07^{a,b}$±0,15
L	$47,74^{a}$±0,20	$50,02^{b}$±0,66	$53,25^{c}$±0,99	$44,14^{d}$±0,38
Croma	$33,85^{a}$±0,39	$30,01^{b}$±1,22	$35,91^{c}$±0,26	$22,32^{d}$±0,49
Hue	$86,62^{a,b}$±0,17	$89,19^{a}$±0,92	$86,53^{a}$±0,29	$86,19^{a}$±0,19

[1]Media±Desvio padrão. n=3. Médias das polpas das frutas com letras iguais na mesma linha não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) entre si pelo teste de Tukey ou Kruskal Wallis.

O biri-biri apresenta fragilidade e rápida degradação após a colheita da fruta (SOUZA et al., 2011), principalmente devido a sua alta porcentagem de umidade e ausência de casca espessa.

A polpa de biri-biri, proveniente de Pernambuco, apresentou sólidos solúveis de 3,23 °Brix, acidez titulável total de 1,66 g de ácido cítrico/100 g, ácido ascórbico de 32,01 mg/100 g e pH de 2,49 (ARAUJO et al., 2009). Os teores de acidez titulável total e ácido ascórbico foram superiores e de sólidos solúveis inferiores aos encontrados neste trabalho.

Na Figura 1.11 observa-se que as safras S07.13 e S01.13 apresentaram maiores similaridades enquanto que a safra S07.14 apresentou maior diferença das demais safras.

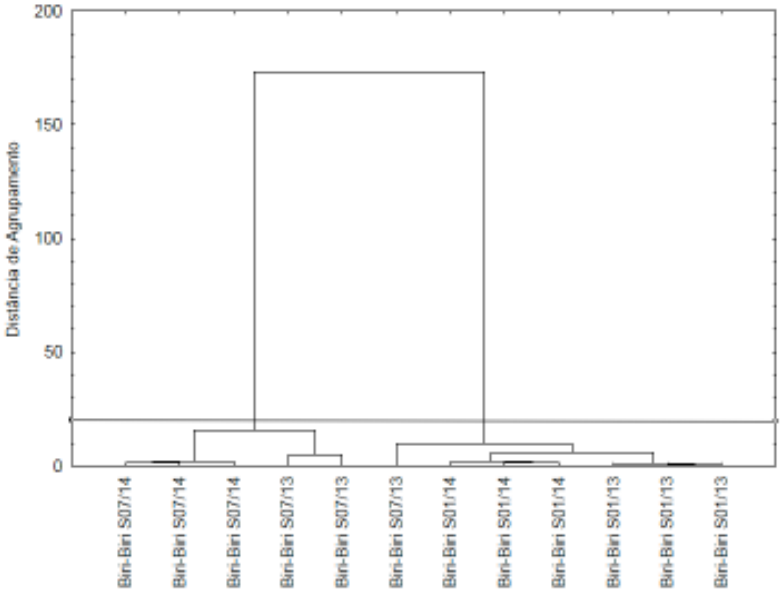

Figura 1.11. Dendograma obtido a partir dos parâmetros físico-químicos da polpa de biri-biri nas diferentes safras.

A Figura 1.12 demonstra o comportamento dos parâmetros físico-químicos (valores padronizados) da polpa de biri-biri nas diferentes safras. As safras S01.13 e S07.13, e as S01.14 e S07.14 foram agrupadas por apresentarem similares nos resultados dos parâmetros físico-químicos avaliados. As safras S01.14 e S07.14 diferiram das demais safras em relação aos parâmetros acidez, lipídios e açúcares não redutores.

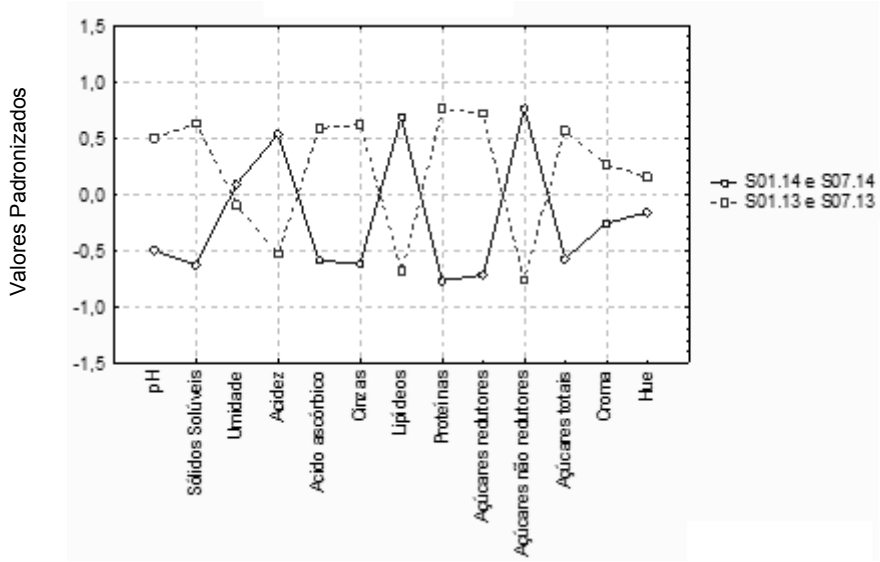

Figura 1.12. Comportamento dos parâmetros físico-químicos da polpa de biri-biri nas diferentes safras.

A Figura 1.13 mostra a análise dos componentes principais (ACP) dos parâmetros físico-químicos (A) da polpa de biri-biri em diferentes safras (B). Os dois primeiros componentes (CPs) permitiram uma explicação de 75,72%. As safras S01.13, S07.13 e S01.14 foram alocadas no lado negativo do CP1 enquanto a safra S07.14 foi alocada no lado positivo do CP1. A safra S07.14 foi caracterizada somente pelo parâmetro umidade.

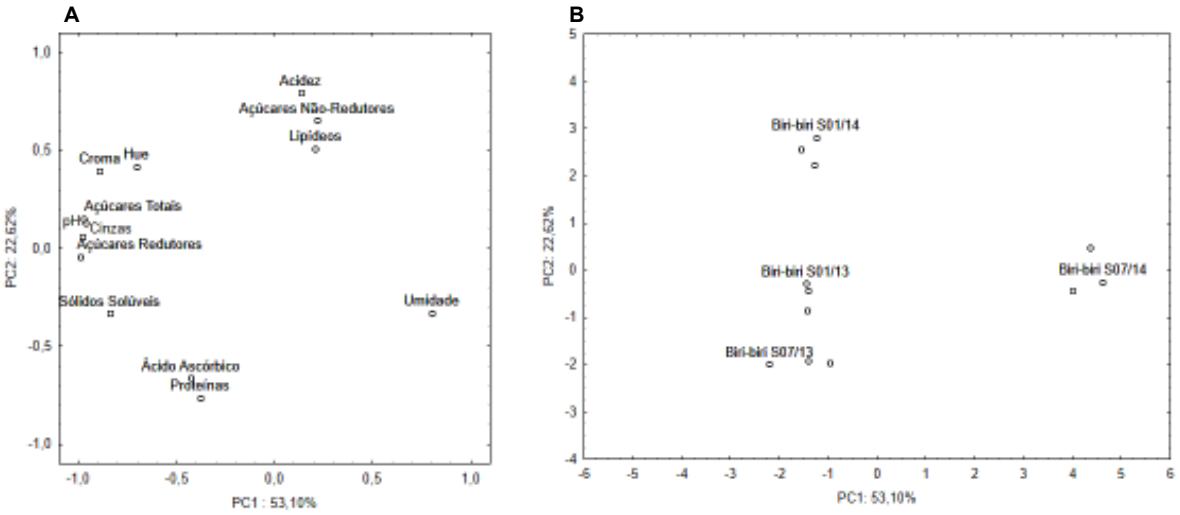

Figura 1.13. Análise de Componentes Principais utilizando os parâmetros físico-químicos (A) da polpa de biri-biri em diferentes safras (B).

O peso das variáveis físico-químicas para a separação das safras da polpa de biri-biri nos diferentes componentes principais está apresentado na Tabela 1.9.

Tabela 1.9. Peso das variáveis físico-química da polpa de biri-biri em diferentes safras

Variável	CP 1	CP 2	CP 3
pH	**-0,965005**	0,130587	0,137454
Umidade	**0,800253**	-0,328964	0,484924
Sólidos Solúveis	**-0,842122**	-0,331639	-0,412335
Acidez	0,134133	**0,795908**	0,435853
Ac. Ascórbico	-0,430249	**-0,662752**	-0,579731
Cinzas	**-0,978747**	0,061000	0,100940
Lipídeo	0,208664	0,512428	**-0,710595**
Proteína	-0,379662	**-0,761333**	0,431328
Açúcares redutores	**-0,990434**	-0,042621	0,042251
Açúcares não redutores	0,214409	**0,654243**	-0,415646
Açúcares totais	**-0,974837**	0,153349	-0,081495
Croma	**-0,893281**	0,398222	0,149720
Hue	**-0,705482**	0,418806	0,445729
Proporção da variância total (%)	**-0,965005**	0,130587	0,137454

Obs.: Variáveis indicadas em negrito têm importância significativa para o respectivo fator.

De modo geral, a polpa de biri-biri proveniente do bioma Amazônia caracterizou-se com cor esverdeada e opaca, ácida, com baixo teor de lipídios e proteína, podendo seu padrão de identidade e qualidade apresentar limites mínimos e máximos de sólidos solúveis de 3,50 a 4,50 ºBrix, pH de 1,95 a 2,83, acidez total titulável de 0,87 a 0,96 g de ácido cítrico/100 g, ácido ascórbico de 9,45 a 9,93 g/100 g (com um valor de *outlier* de 17,80 g/100 g de ácido ascórbico), açúcares totais de 1,82 a 3,59 g de glicose/100 g, respectivamente.

1.3.5. Mangostão Amarelo

Os parâmetros físico-químicos avaliados diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) na polpa de mangostão amarelo nas diferentes safras, exceto para açúcares redutores e proteína (Tabela 1.10). O teor de sólidos solúveis totais na polpa de mangostão amarelo variou, entre as safras, de 9,0 a 10,50 °Brix, acidez total titulável de 1,33 a 2,88 g ácido cítrico/100 g de polpa, ácido ascórbico de 3,83 a 11,52 mg/100 g de polpa, açúcares redutores de 3,95 a 6,47 g de glicose/100 g de polpa, açúcares não redutores de 0,13 a 1,68 g de glicose/100 g, açúcares totais de 4,44 a 8,16 g de glicose /100 g de polpa e pH de 2,94 a 3,29. Os resultados da composição centesimal variaram de 87,76 a 89,67% para umidade, 0,18 a 0,36% para cinzas, 0,05 a 0,12% para lipídios, 1,53 a 2,82% para proteína. Os parâmetros cromáticos variaram de 44,47 a 57,04 para a luminosidade, de 27,71 a 33,30 para Croma e de

63,38 a 77,87 para Hue. Teores superiores de sólidos solúveis (11,73 °Brix), acidez total (4,19 g de ácido cítrico /100 g) e ácido ascórbico (40,32 mg/100 g de polpa) foram observados por Cavalcante, Jesus e Martins (2006) no mangostão amarelo procedente de Jaboticabal, SP.

Tabela 1.10. Parâmetros físico-químicos da polpa de mangostão amarelo, procedente do bioma Amazônia, em diferentes safras.

Parâmetro[1]	**S01.13**	**S07.13**	**S01.14**	**S07.14**
Sólidos Solúveis (°Brix)	9,00^{a}±0,0	9,33^{a,b}±0,29	9,43^{a,b}±0,12	10,50^{b}±0,0
Acidez total titulável (g de ácido cítrico/100 g)	1,39^{a,b}±0,04	1,44^{a,b}±0,02	1,33^{a}±0,01	2,88^{b}±0,0
Ácido Ascórbico (mg ácido ascórbico/100 g)	11,52^{a}±0,09	8,84^{a,b}±0,09	3,83^{b}±0,21	10,66^{a,b}±0,44
Açúcares Redutores (g de glicose/100 g)	6,47^{a}±0,2	6,22^{a}±0,2	6,26^{a}±0,06	3,95^{a}±0,04
Açúcares não redutores (g de glicose/100 g)	1,68^{a}±0,1	0,13^{b}±0,02	1,53^{a}±0,03	0,76^{a,b}±0,3
Açúcares Totais (g de glicose/100 g)	8,16^{a}±0,3	6,33^{b}±0,21	7,75^{a}±0,03	4,44^{b}±0,03
pH	3,29^{a}±0,01	3,03^{a,b}±0,06	3,07^{a,b}±0,01	2,94^{b}±0,02
Umidade (%)	89,04^{a}±0,13	89,67^{b}± 0,03	87,76^{c}±0,02	89,38^{d}±0,04
Cinzas (%)	0,36^{a}±0,03	0,20^{b}±0,03	0,18^{b}±0,02	0,35^{a}±0,03
Lipídios (%)	0,12^{a}±0,01	0,08^{b}±0,00	0,12^{a}±0,02	0,05^{c}±0,01
Proteína (%)	1,53^{a}±0,30	2,24^{a}±0,38	1,65^{a}±0,56	2,82^{a}±0,10
L	44,47^{a}±0,20	49,30^{b}±0,62	57,04^{c}±0,00	47,41^{d}±0,07
Croma	33,26^{a,b}±0,52	33,30^{a}±2,53	31,68^{a,b}±0,10	27,71^{b}±0,21
Hue	63,38^{a}±0,17	65,07^{b}±6,09	77,87^{c}±0,05	66,46^{d}±0,14

[1]Media±Desvio padrão. n=3. Médias das polpas das frutas com letras iguais na mesma linha não diferem significativamente (p≤0,05) entre si pelo teste de Tukey ou Kruskal Wallis.

Na Figura 1.14, observa-se que as safras S01.13 e S07.13 apresentaram maior similaridade e a safra 07.14 apresentou a menor similaridade quando comparada as demais safras. Fato este, também observado na Figura 1.15, que mostra o comportamento dos parâmetros físico-química (valores padronizados) da polpa de mangostão amarelo nas diferentes safras. As safras S07.13 e S01.13 agruparam-se por apresentarem características físico-químicas similares, enquanto a safra S07.14 diferenciou-se das demais safras em relação aos parâmetros sólidos solúveis, acidez total, cinzas e proteína.

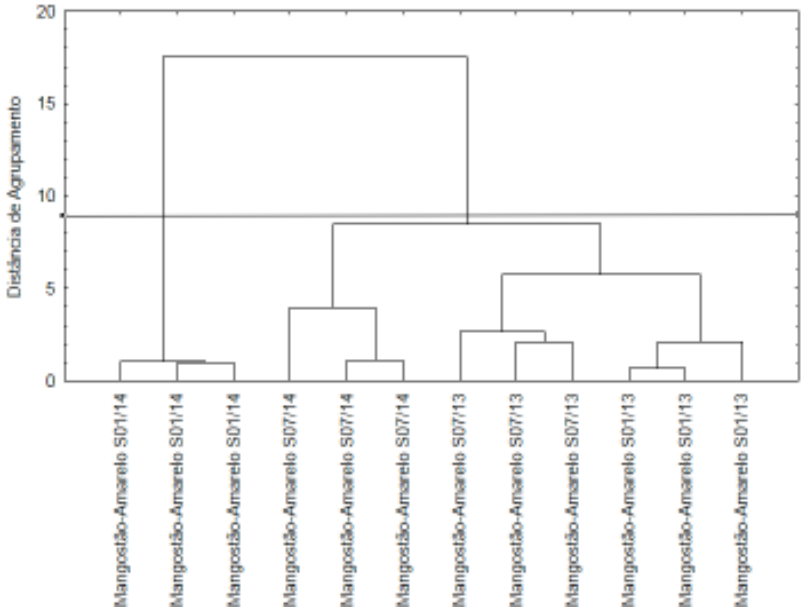

Figura 1.14. Dendograma obtido a partir dos parâmetros físico-químicos da polpa de mangostão amarelo nas diferentes safras

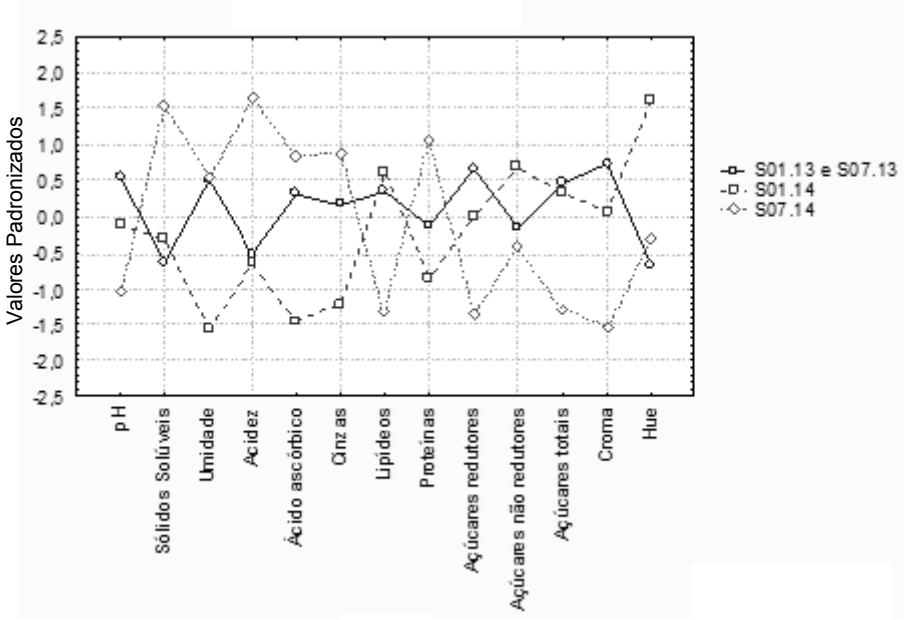

Figura 1.15. Comportamento dos parâmetros físico-químicos da polpa de mangostão amarelo nas diferentes safras

Na Figura 1.16, pode ser observado os parâmetros físico-químicos (A) da polpa de mangostão amarelo em diferentes safras (B). Os dois primeiros componentes (CPs) permitiram uma explicação de 78,06%. A safra S01.14, alocada no lado positivo do CP1 e CP2, foi caracterizada pelo parâmetro Hue, enquanto a safra S07.14, alocada no lado negativo do CP1, foi caracterizada pelos parâmetros acidez e sólidos solúveis. As safras S01.13 e S07.13 estão próximas e

apresentaram similaridades nos resultados dos parâmetros físico-químicos avaliados neste estudo.

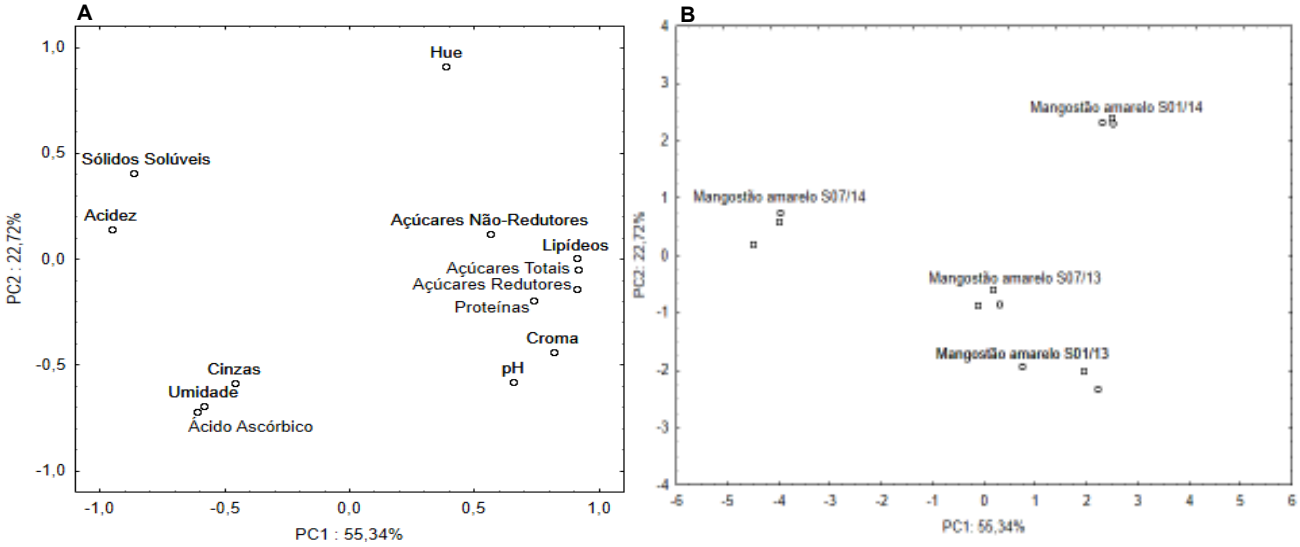

Figura 1.16. Análise de Componentes Principais utilizando os parâmetros físico-químicos (A) da polpa de mangostão amarelo nas diferentes safras (B).

O peso das variáveis físico-químicas para a separação das safras da polpa de mangostão amarelo nas diferentes componentes principais está apresentado na Tabela 1.11.

Tabela 1.11. Peso das variáveis físico-química da polpa de mangostão amarelo em diferentes safras

Variável	CP 1	CP 2	CP 3
pH	**0,655305**	-0,577766	-0,433376
Umidade	-0,585503	**-0,690570**	0,385130
Sólidos Solúveis	**-0,865239**	0,408977	-0,120614
Acidez	**-0,954376**	0,141790	-0,238942
Ac. Ascórbico	-0,613519	**-0,718967**	-0,209277
Cinzas	-0,461253	-0,582692	**-0,640984**
Lipídeo	**0,909580**	0,004221	-0,303139
Proteína	**0,739048**	-0,195186	0,569963
Açúcares redutores	**0,911385**	-0,140179	0,087415
Açúcares não redutores	0,562206	0,121918	**-0,795870**
Açúcares totais	**0,915751**	-0,046979	-0,294966
Croma	**0,816321**	-0,435935	0,337007
Hue	0,385524	**0,913323**	-0,076986
Proporção da variância total (%)	55,3439	78,0635	94,4231

Obs.: Variáveis indicadas em negrito têm importância significativa para o respectivo fator.

De modo geral, a polpa de mangostão amarelo proveniente do bioma Amazônia foi caracterizada por apresentar cor amarelada e opaca, com baixa acidez, teor de lipídios e proteína, e alto teor de umidade, podendo seu padrão de identidade e qualidade apresentar limites mínimos e máximos de sólidos solúveis de 9,0 a 10,50 ºBrix, pH de 2,94 a 3,29, acidez total titulável de1,33 a 2,88 g de ácido cítrico/100 g de, ácido ascórbico de 3,83 a 11,52 g/100 g e açúcares totais de 4,44 a 8,16 g de glicose/100 g.

Estes resultados são relevantes, pois geraram subsídios para a elaboração de um padrão de identidade e qualidade destas polpas, que possuem escassez de dados técnicos científicos na literatura, e que contribuirão para novos estudos com um melhor aproveitamento/inserção destas frutas na dieta tradicional e na formulação de novos produtos com maior valor agregado, que apresentem qualidade e atendam às expectativas do consumidor, além de fornecer estímulos para que os pequenos produtores rurais da região amazônica brasileira possam inserir seus produtos em mercados que exigem qualidade assegurada.

1.4. CONCLUSÃO

Os parâmetros físico-químicos das polpas de araçá-boi, abiu grande, araticum, biri-biri e mangostão amarelo diferiram entre as safras. As diferenças na composição das polpas podem ser atribuídas às condições edafoclimáticas do bioma Amazônia no período da coleta das frutas.

Para a polpa de araçá-boi foi verificado valores mínimos e máximos de sólidos solúveis de 3,00 a 3,63 ºBrix, pH de 2,66 a 3,89, acidez total de 1,0 a 2,83 g de ácido cítrico/100 g, ácido ascórbico de 3,68 a 5,58 g/100 g, açúcares totais de 0,76 a 1,18 g de glicose/100 g, umidade de 93,83 a 95,01%, cinzas de 0,06 a 0,18%, lipídio de 0,03 a 0,08%, proteína de 2,69 a 4,91%, Croma de 37,95 a 47,67 e Hue de 76,47 a 81,87, respectivamente, sendo caracterizada de cor amarelo opaca, ácida, com baixo teor de açúcares, lipídios e proteínas.

Para a polpa de abiu, a variação de sólidos solúveis foi de 9,23 a 18,03 ºBrix, pH de 5,86 a 6,85, acidez total de 0,05 a 0,10 g de ácido cítrico/100 g, ácido ascórbico de 1,91 a 3,36 g/100 g, açúcares totais de 5,0 a 13,46 g de glicose/100 g de, umidade de 82,47 a 90%, cinzas de 0,11 a 0,48%, lipídio de 0,07 a 0,21%, proteína de 3,70 a 4,36%, Croma de 22,28 a 22,57 e Hue de 62,62 a 77,89, respectivamente, sendo caracterizada com cor amarelada e opaca, levemente ácida,

com alto teor de açúcares e sólidos solúveis e baixo teor de lipídios, proteínas e ácido ascórbico.

A polpa de araticum apresentou valores de sólidos solúveis de 7,03 a 7,67 °Brix, pH de 3,96 a 4,08, acidez total de 0,46 a 0,61 g de ácido cítrico/100 g, ácido ascórbico de 1,23 a 1,94 g/100 g, açúcares totais de 2,33 a 2,96 g de glicose/100 g, umidade de 88,65 a 90,41%, cinzas de 0,29 a 0,54%, lipídio de 0,07 a 0,09%, proteína de 2,54 a 3,94%, Croma de 39,67 a 31,95 e Hue de 73,32 a 76,73, respectivamente, sendo caracterizada de cor amarelada e opaca, ácida, com alto teor de açúcares e umidade, baixo teor lipídico, protéico e de ácido ascórbico.

A polpa de biri-biri apresentou variações de sólidos solúveis de 3,50 a 4,50 ºBrix, pH de 1,95 a 2,83, acidez total de 0,87 a 0,96 g de ácido cítrico/100 g, ácido ascórbico de 9,45 a 17,80 g/100 g, açúcares totais de 1,82 a 3,59 g de glicose/100 g, umidade de 94,92 a 95,83%, cinzas de 0,06 a 0,25%, lipídio de 0,02 a 0,07%, proteína de 1,18 a 3,11%, Croma de 22,32 a 35,91 e Hue 89,19 a 86,62, respectivamente, sendo caracterizada com cor esverdeada e opaca, ácida, com baixo teor de lipídios e proteínas.

A polpa de mangostão apresentou valores mínimos e máximos de sólidos solúveis de 9,0 a 10,50 ºBrix, pH de 2,94 a 3,29, acidez total de 1,33 a 2,88 g de ácido cítrico/100 g, ácido ascórbico de 3,83 a 11,52 g/100 g, açúcares totais de 4,44 a 8,16 g de glicose/100 g, umidade de 87,76 a 89,38%, cinzas de 0,18 a 0,36%, lipídio de 0,05 a 0,12%, proteína de 1,53 a 2,82%, Croma de 27,71 a 33,26 e Hue de 63,38 a 77,87, respectivamente, sendo caracterizada com cor amarelada e opaca, com baixa acidez, teor de lipídios e proteínas e alto teor de umidade.

Estes resultados geram subsídios para o estabelecimento um padrão de identidade e qualidade (PIQ) para as polpas destas frutas, a fim de garantir um produto de qualidade assegurada ao consumidor e auxiliar as indústrias alimentícias.

1.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of AOAC International.** 18.Ed. Washington, D.C., USA: AOAC International, 2005.

ARAÚJO, E. R.; ALVES, L. I. F.; RÊGO; E. R.; RÊGO, M. M.; CASTRO, J. P.; SAPUCAY, M. J. L. C. Caracterização físico-química de frutos de biri-biri (*Averrhoa bilimbi L.*). **Revista Biotemas**, v. 22, n. 4, p. 225-3, 2009.

BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A comparison of metaphosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamin c in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 31, n. 4, p. 507-513, 1988.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC Nº 54, **Regulamento Técnico Mercosul sobre Informação Nutricional Complementar (Declarações de Propriedades Nutricionais).** 12 de Novembro de 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 01, **Aprova o Regulamento Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta**. 7 de janeiro de 2000.

CALZAVARA, B. B. G. Fruteiras: Abieiro, Abricozeiro, Bacurizeiro, Biribazeiro, Cupuaçuzeiro. Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Norte. **Série culturas da Amazônia**, v. 1, n. 2, p. 84, 1970.

CANUTO, G. A. B.; XAVIER, A. A. O.; NEVES, L. C.; BENASSI, M. T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 1198-1205, 2010.

CARVALHO, J. A. **Marolo: o doce aroma do cerrado**. Minas Gerais: Folha machadense, 2002.

CAVALCANTE, I. H. L.; JESUS, N.; MARTINS, A. B. G. Physical and chemical characterization of yellow mangosteen fruits. **Rev. Bras. Frutic**., v. 28, n. 2, p. 325-327, 2006.

CECCHI, H. M. **Fundamentos Teóricos e práticos em análise de alimentos.** UNICAMP: São Paulo, 2003.

COHEN, K. O.; SANO, S. M.; SILVA, J. C. S.; MELO, J. T. **Avaliação das características físicas e físico-químicas dos frutos de araticum procedentes de Cabeceiras-GO**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2010.

DAMIANI, C. et al. Stability of frozen marolo pulp during storage. **Food Sci. Technol,** v. 33, n. 4, p. 713-721, 2013.

DAMIANI, C. et al. Characterization of fruits from the savanna: araçá (*Psidium Guinnensis* SW.) and marolo (*Annona Crassiflora mart.*). **Ciênc. Tecnol. Aliment**., v. 31, p. 723–729, 2011.

DAMODARAM S.; PARKIN L. K.; FENNEMA R. O. **Química dos Alimentos de Fennema**. Livro Traduzido. 4° ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DAVEY, M. W. et al. Plant L-ascorbic acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. **J. Sci. Food. Agric**., v. 80, p. 825-860, 2000.

DNIT - Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. **Mapa de Cacoal**. Disponível em: http://servicos.dnit.gov.br/condicoes/ro.htm. Acesso em: Dezembro 2015.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 1999.

HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; SABIN, S.; ANDERSON, R. E.; TATHAN, R. L. **Análise multivariada de dados**. 6 ed. São Paulo: Bookman, 2009.

HAIR, J.R.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BLACK, W. **Análise multivariada de dados.** 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

HAMACEK, F. R.; SANTOS, P. R. G.; CARDOSO, L. M.; RIBEIRO, S. M. R.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. 'Araçá of cerrado' from the Brazilian savannah: physical characteristics, chemical composition, and content of carotenoids and vitamins. **Fruits**, v. 68, p. 467–481. 2013.

HERNANDEZ, M. S.; BARRERA, J.; MARTINEZ, O.; FERNANDEZ-TRUJILLO, J. P. Postharvest quality of araza fruit during low temperature storage. **Food Science and Technology**, v. 42, p. 879–884, 2009.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food**. New York: Chapman & Hall, 1998.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin c content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, v. 20, n. 3, p. 207-220, 2000.

LIMA, V. L. A. G.; MÉLO, E. A.; LIMA, L. S. Physicochemical Characteristics of Bilimbi (*Averrhoa bilimbi* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 421-423, 2001.

LORENZI, H. E.; MATOS, F. J. de A. **Plantas medicinais no Brasil/ Nativas e exóticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2002. 512 p.

MARCELLINI, P. S.; CORDEIRO, C. E.; FARAONI, A. S.; BATISTA, R. A.; RAMOS, A. L. D.; LIMA, A. S. Comparação físico-química e sensorial da atemoia com a pinha e a graviola

produzidas e comercializadas no Estado de Sergipe. **Alimentos e Nutrição**, v. 14, n. 2, p. 187-189, 2003.

MARTEL, J. H. I.; FERRAUDO, A. S.; MÔRO, J. R.; PERECIN, D. Estatística multivariada na discriminação de raças amazônicas de pupunheiras (*Bactris Gasipaes Kunth*.) em Manaus. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p.1-9, 2003.

MIGUEL, A. C. A.; J DURIGAN, J. F.; FERRAUDO, A. S. Técnicas de análise multivariada na avaliação de injúrias pelo frio em mangas cv. Tommy Atkins. **Rev. Bras. Frutic**., v. Especial, p. 371-376, 2011.

NEVES, C.S.V.J.; YUHARA, E. N. Caracterização dos frutos de cultivares de atemoia produzidos no norte do Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, v.24, n.2, p.311-314, 2003.

PIMENTA, A. C.; SILVA, P. S. R.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S. Caracterização de plantas e de frutos de araticunzeiro (*Annona crassiflora Mart*.) nativos no Cerrado Matogrossense. **Rev. Bras. Frutic**., v. 36, n. 4, p. 892-899, 2014.

PINHEIRO, R. V. R.; MARTELETO, L. O.; SOUZA, A. C. G.; CASALI, W. W. D.; CONDE, A. R. Produtividade e qualidade de dez variedades de goiaba em visconde do Rio Branco - Minas Gerais, visando o consumo ao natural e a industrialização. **Revista Ceres**, v. 31, p. 360-387, 1984.

ROGEZ, H.; BUXANT, R.; MIGNOLET, E.; SOUZA, E. N. S.; SILVA, E. M.; LARONDELLE, Y. Chemical composition of the pulp of three typical Amazonian fruits: araça-boi (*Eugenia stipitata*), bacuri (*Platonia insignis*) and cupuaçú (*Theobroma grandiflorum*). **Eur. Food Res. Technol.,** v. 218, p. 380–384, 2004.

SACRAMENTO, C. K. **Mangostanzeiro (*Garcinia mangostana* L.)**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2001. 66p. (Série Frutas Potenciais).

SANTOS, C. E.; KIST, B. B.; CARVALHO, C.; REETZ, E. R.; DRUM, M. **Anuário Brasileiro de Fruticultura**. Editora Gazeta: Santa Cruz do Sul, 2014.

SANTOS, M. B.; CARDOSO, R. L.; FONSECA, A. A. O.; CONCEIÇÃO, M. N. Caracterização e qualidade de frutos de umbu-cajá (*Spondias tuberosa* X *S. mombin*) provenientes do recôncavo sul da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n.4, p.1089-1097, 2010.

SILVA, J.; SILVA, E. S.; SILVA, P. S. L. Determinação da qualidade e do teor de sólidos solúveis nas diferentes partes do fruto de pinheira (*Annona squamosa* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 2, p. 562-564, 2002.

SILVA, M. R.; LACERDA, D. B. C. L.; SANTOS, G. G.; MARTINS, D. M. O. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, p. 1790-1793, 2008.

SILVA, P. S. L.; MENEZES, J. B.; OLIVEIRA, O. F.; SILVA, P. I. B. Distribuição do teor de sólidos solúveis totais no melão. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 1, p. 31-33, 2003.

SOUZA, P. A. et al. Caracterização físico-química de frutos de bilimbí (*Averrhoa bilimbi* L.) produzidos no estado do RN. **Revista Verde**, v. 6, n. 1, p. 270-273, 2011.

TELLES, M.P.C.; VALVA, F.D.; BANDEIRA, L.F.; COELHO, A.G. Caracterização genética de populações naturais de araticunzeiro (*Annona crassiflora* Mart. - Annonaceae) no Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 1, p. 123-129, 2003.

TREICHEL, M. et al. **Anuário Brasileiro de Fruticultura 2016**. Editora Gazeta Santa Cruz: Santa Cruz do Sul, 2016.

VENÂNCIO, V. P.; FERREIRA, E. B.; BRIGAGÃO, M. R. P. L.; PAULA, F. B. A.; BARBISAN, L. F.; AZEVEDO, L. *Annona crassiflora* Mart. fruit pulp effects on biochemical parameters and rat colon carcinogenesis. **Ciênc. Agrotec**., v. 37, n. 4, p. 343-349, 2013.

VILAR, J. B. FERREIRA, F. L.; FERRI, P. H.; GUILLO, L. A.; CHEN CHEN, L. Assessment of the mutagenic, antimutagenic and cytotoxic activities of ethanolic extract of araticum (*Annona crassiflora* Mart. 1841) by micronucleus test in mice. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 1, p. 141-147, 2008.

VILLELA, P; BATISTA, A. G.; DESSIMONI-PINTO, N. A. V. Nutritional composition of *annona crassiflora* pulp and acceptability of bakery products prepared with its flour. **Food Sci. Technol.**, v. 33, n. 3, p. 417-423, 2013.

VOLLE, M. **L´analise des données**. 3rd ed. Paris: Econômica, 1993. 323p.

WILLE, G. M. F. C.; MACEDO R. E. F.; MASSON, M. L. L.; STERTZ, S. C.; NETO, R. C.; LIMA J. M. Desenvolvimento de tecnologia para a fabricação de doce em massa com araçá-pêra (*Psidium Acutangulum* D.C.) para o pequeno produtor. **Ciênc. Agrotéc**., v. 28, p. 1360–1366, 2004.

CAPÍTULO II

Avaliação físico-química e do efeito da ingestão de polpas de frutas nativas do bioma Amazônia sobre parâmetros fisiológicos de ratos

RESUMO

A região Amazônia apresenta uma grande diversidade de espécies frutíferas tropicais nativas/cultivadas e exóticas que oferecem grande potencial nutricional e de benefícios à saúde, destacando a presença de compostos com propriedades bioativas como o ácido ascórbico, carotenóides, compostos fenólicos entre outros que. Estes compostos apresentam potencial de promoção da saúde, contribuindo na prevenção de risco de doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs) e melhoria da qualidade de vida. Tendo em vista a preocupação no âmbito da saúde pública em encontrar fontes alternativas para a redução das DCNTs, esse trabalho objetivou estudar os efeitos do consumo das polpas das frutas amazônicos araçá-boi (*Eugenia stipitata*), abiu grande (*Pouteria caimito*), araticum (*Annona crassiflora*), biri-biri (*Averrhoa bilimbi L.*) e mangostão amarelo (*Garcinia xanthochymus*) sobre parâmetros hematológicos, metabólicos, de toxicidade hepática e toxicidade renal em ratos, além da análise da composição físico-química destas polpas. A polpa de abiu apresentou os maiores teores de sólidos solúveis, açúcares totais e redutores, pH e menor umidade. A polpa de biri-biri apresentou maiores teores de ácido ascórbico, acidez total titulável e baixo pH. A polpa de araticum apresentou maior teor de cinzas, compostos fenolicos totais e atividade antioxidante quando comparado as outras polpas analisadas. Todas as polpas dos frutos apresentaram baixos teores lipídicos e protéicos. A ingestão das polpas de abiu e de araticum promoveu uma redução significativa ($p \leq 0,05$) dos leucócitos totais em ratos. A polpa de araticum apresentou aumento marginal para hematócrito e redução da glicemia, além de um aumento significativo dos triacilgliceróis e um aumento marginal para o colesterol, em relação ao grupo controle em ratos. A ingestão da polpa de araçá-boi promoveu uma redução marginal do colesterol em relação ao grupo controle em ratos. O mangostão amarelo não apresentou alterações significativas nas análises bioquímicas realizadas neste estudo. A polpa de biri-biri promoveu um aumento significativo das enzimas TGO, promovendo um aumento de danos hepáticos e indícios de danos renais, pelo aumento marginal de uréia, não sendo seguro seu consumo principalmente por nefropatas.

Palavras-chave: Frutas amazônicas, efeitos imuno-hematológicos, efeitos metabólicos.

2.1. INTRODUÇÃO

A alimentação é um dos principais fatores determinantes para a saúde humana. Sendo assim, pesquisas sobre hábitos alimentares e propriedades dos alimentos têm aumentado, visando à redução do risco de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) (DUCAN et al., 2012).

As DCNT representam um dos principais desafios de saúde pública para a próxima década, entre estas se configuram as doenças cardiovasculares, neoplásicas, cerebrovasculares isquêmicas, respiratória crônica e diabetes (BRASIL, 2011). Segundo Chaabane et al. (2012), as disfunções metabólicas e estados oxidativos favorecem o desenvolvimento destas patologias. Assim, uma dieta a base de alimentos antioxidantes, capazes de inibirem processos de oxidação no organismo, constitui-se em promissora alternativa na prevenção e tratamento das DCNT (JARDIM et al., 2010).

Diante deste contexto, entre os alimentos com compostos com propriedades bioativas, encontram-se as frutas amazônicas, que apresentam grande potencial nutricional e de promoção de benefícios à saúde, ainda bastante inexploradas (FERREIRA et al., 2008). Sendo assim, as frutas amazônicas representam novas perspectivas para a caracterização de alimentos funcionais que, segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), são alimentos que além das funções nutricionais básicas, quando consumidos como parte da dieta usual, produzem efeitos metabólicos e/ou fisiológicos benéficos à saúde, devendo ser seguros para consumo sem supervisão médica (BRASIL, 2012).

Dentre as espécies frutíferas existentes no bioma Amazônia que prevalecem à escassez de dados técnico-científicos encontram-se o araçá-boi (*Eugenia stipitata*), abiu grande (*Pouteria caimito*), araticum (*Annona crassiflora*), biri-biri (*Averrhoa bilimbi* L.) e mangostão amarelo (*Garcinia xanthochymus*), que podem ser consumidas *in natura* ou na forma de sucos, licores, sorvetes e geleias entre outras (AVIDOS; FERREIRA, 2000).

Acredita-se que o aumento do consumo de frutas, deriva de um processo de conscientização dos benefícios de sua ingestão, e para isso torna-se necessário a condução de estudos experimentais e clínicos que demonstrem cientificamente, por meio de biomarcadores confiáveis, os benefícios preconizados (PORTINHO; ZIMMERMANN; BRUCK, 2012). Ressalta-se que por se tratarem de novos alimentos, é importante que seja avaliado também sua segurança para o consumo.

Diante do exposto, a preocupação no âmbito da saúde pública em encontrar fontes alternativas para a redução das DCNT sem apresentar toxicidade e considerando que as poucas pesquisas no âmbito nacional avaliam o potencial benéfico das frutas amazônicas, esse trabalho objetivou estudar os efeitos do consumo das polpas das frutas amazônicas araçá-boi, abiu grande, araticum, biri-biri e mangostão amarelo sobre os parâmetros hematológicos, metabólicos, toxicidade hepática e toxicidade renal em ratos, além de analisar a composição química das polpas, visando à promoção da saúde e qualidade de vida da população e sustentabilidade da região amazônica.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1. Matéria Prima

As polpas dede araçá-boi, abiu grande, araticum, biri-biri e mangostão amarelo foram adquiridas de uma agroindústria (Latitude: 11º 26' 19" S e Longitude: 61º 26' 50" W) da cidade de Cacoal-RO, congeladas em embalagens plásticas de 100 gramas, em fevereiro de 2015. As polpas foram armazenadas em freezer a -18 ºC até o momento das análises.

2.2.2. Análises físico-químicas

Os teores de sólidos solúveis totais, acidez total titulável, açúcares redutores, açúcares não redutores, açúcares totais e pH das polpas das frutas foram determinados de acordo com metodologias descritas pela AOAC (2005). Os resultados do teor de sólidos solúveis foram expressos em ºBrix, da acidez titulável total, em g de ácido cítrico/100 g de polpa e de açúcares redutor, não redutor e total, em g glicose/100 g de polpa. A determinação do conteúdo de ácido ascórbico das polpas das frutas foi baseada na oxidação do ácido ascórbico pelo reagente 2,6-diclorofenolindofenol (BENASSI; ANTUNES, 1988; AOAC, 2005) e o resultado expresso em mg de ácido ascórbico/100 g de polpa. Foi avaliado o teor de umidade, cinzas, lipídios, proteína (nitrogênio total pelo método de Kjedahl e fator para conversão de 6,25) das polpas das frutas usando metodologias oficiais descritas na AOAC (2005).

A extração dos compostos fenólicos totais foi realizada utilizando a metodologia descrita por Macoris et al. (2012) e a determinação pelo método colorimétrico de Folin-Ciocalteau (FOLIN; CIOCALTEAU, 1927; WATERHOUSE,

2016). As leituras de absorvância foram feitas a 720 nm, em espectrofotômetro modelo Beckman DU-640 (Fullerton, California, USA). A quantificação foi realizada utilizando uma curva de calibração preparada com uma solução padrão de ácido gálico (72 a 200 µg/mL) e os resultados expressos em mg de equivalente em ácido gálico (EAG)/100 g de polpa.

A atividade antioxidante total das polpas das frutas foi avaliada pela captura do radical livre DPPH (RUFINO et al., 2007) pois segundo Virgolin (2015) este método apresenta melhores resultados para frutas do bioma Amazônia. Foi realizada a leitura a 515 nm e utilizou-se álcool metílico como branco para calibrar/zerar o espectrofotômetro modelo Beckman DU-640 (Fullerton, California, USA). A quantificação foi realizada utilizando uma curva de calibração preparada com uma solução padrão de Trolox (200 a 800 µM). Os resultados foram expressos em µmol de Trolox/mg de polpa.

Todas as análises foram realizadas em triplicata, no Laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Engenharia de Alimentos do IBILCE, São José do Rio Preto.

2.2.3. Ensaios Biológicos

Após a aprovação do projeto pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR (Protocolo número PP 020/2014 – ANEXO I), os ensaios biológicos foram realizados nas dependências do Biotério das Faculdades Integradas de Cacoal – UNESC, campus Cacoal. Foram utilizados 60 ratos *Wistar* nascidos no mesmo dia, gentilmente doados pela Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT). Os ratos recém-desmamados, do sexo masculino e com massa entre 90 a 100 g, foram separados em gaiolas de polipropileno com tampa de aço inoxidável (máximo de dois ratos por gaiola) em ambiente controlado com fotoperíodo de doze horas a 23 °C e 55% de umidade relativa. Durante sete dias, os animais receberam a dieta padrão e água potável *ad libitum*. Após este período foram separados em grupos de dez animais para compor os seis tratamentos (T): T1 - Controle; T2 – Araçá-Boi; T3 – Abiu-grande; T4 – Araticum; T5 – Biri-biri; T6 – Mangostão amarelo (IBRAHIM, 2012).

O experimento foi realizado no período de dezesseis de março a quinze de abril de 2015, com duração de 30 dias (efeito sub-crônico). Neste período, os animais tiveram livre acesso à água e a ração Presence® com composição nutricional balanceada (Anexo II, código: 05.7883.40.20; Lote: 41EX150844109)

peletizada para roedores. Para a administração das polpas das frutas aos animais, uma seringa acoplada a uma agulha curva com ponta arredondada foi introduzida até o estômago do animal por intubação gástrica (Figura 2.1), de forma que se pode controlar exatamente a quantidade administrada (ANDERSEN et al., 2001). Neste experimento, a quantidade administrada foi de 0,3214 mL de polpa/100 g de massa corpórea o que equivale à ingestão de 500 mL de suco (preparado com 45% de polpa) por um adulto de 70 kg. Os animais foram pesados diariamente e os valores obtidos foram registrados em tabela, para o cálculo da dose de polpa a ser administrada. Não foram verificadas alterações significativas na massa dos ratos neste experimento como demonstra a Figura 2.2 – H. Após o período do experimento, procedeu-se à anestesia intraperitoneal com pentobarbital sódico 50 mg/kg, seguida de laparatomia para coleta de 1 a 2 mL de amostra de sangue da aorta abdominal e eutanásia por artério-secção da aorta abnominal.

Figura 2.1. Administração por intubação gástrica em ratos

As determinações dos parâmetros hematológicos e bioquímicos nas amostras de sangue foram realizadas no Laboratório de Análises Clínicas das Faculdades Integradas de Cacoal – UNESC.

2.2.3.1. Análises hematológicas

A porcentagem de hematócrito foi determinada por meio da técnica do microhematócrito (centrífuga de microhematócrito Quimis®).

A contagem de plaquetas foi realizada em esfregaço sanguíneo corado com hematoxilina e eosina, e analisado por meio de microscopia óptica (microscópio monocromático) em objetiva de imersão (aumento de 100 x) contando-se 10 campos aleatórios. O valor médio de plaquetas por campo foi então multiplicado por 20.000 (fator de correção para microscópios monocromáticos).

Para a contagem total de leucócitos, foram pipetados 0,4 mL de solução de Turk em 20 uL de sangue total (diluição de 1:21) em um tubo de ensaio, depois foi fixada a lamínula na câmara de Newbauer. A contagem realizada foi nos quatro quadrantes da câmara, sendo o cálculo realizado de acordo com a equação:

$$\text{Leucócitos } (mm^3) = \frac{\text{Nº de leucócitos x 21 x 10}}{4}$$

Onde 10 foi o fator de conversão para µL, 21 o fator de conversão da diluição e a divisão por 4 (JAIN et al., 1993).

2.2.3.2. Análises Bioquímicas

O sangue obtido foi centrifugado por 10 min a 3.500 rpm para obtenção do plasma. As análises foram realizadas por espectrofotometria utilizando analisador automático para testes bioquímicos e imunoquímicos marca Labmax 240®. As enzimas hepáticas transaminase glutâmico oxalacética (TGO) e transaminase glutâmico pirúvica (TGP) foram realizadas com leitura espectrofotométrica a 340 nm. Colesterol total, triacilgliceróis e glicemia com leitura espectrofotométrica a 500 nm, creatinina e uréia com leitura espectrofotométrica a 504 nm (ALLAIN et al., 1974; TABACCO et al., 1979). Os resultados foram expressos em mg/dl.

2.2.3.3. Análises Estatísticas

Os resultados foram testados quanto à distribuição normal e à homogeneidade da variância. Na constatação de que foram satisfeitas as condições para aplicação dos testes estatísticos paramétricos de comparação de médias, a comparação entre os resultados foi realizada para amostras independentes, análise de variância (ANOVA) seguida de teste de média de Tukey adotando-se nível de significância de 5%. No conjunto de resultados em que não foram observadas distribuição normal e, principalmente, a homogeneidade das variâncias, o teste

estatístico não paramétrico de Kruskal-Wallis foi adotado. Os resultados estão expressos como média±desvio padrão. As análises estatísticas foram realizadas pelo programa Statistica 7.0.

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises físico-químicas estão apresentados na Tabela 2.1. A polpa de abiu grande apresentou os maiores teores de sólidos solúveis ($p \leq 0,05$), e a polpas de araçá-boi, os menores. Dentre os diversos componentes da fruta, os sólidos solúveis totais (ºBrix) desempenham um papel primordial para a sua qualidade, devido à influência nas propriedades termofísicas, químicas e biológicas da fruta (COSTA et al., 2004).

Tabela 2.1. Parâmetros físico-químicos das polpas das frutas do bioma Amazônia.

Parâmetro[1]	Araçá-Boi	Abiu Grande	Araticum	Biri-Biri	Mangostão-amarelo
Sólidos Solúveis (°Brix)	$3,63^{e}$±0,12	$17,50^{a}$±0,00	$8,37^{b}$±0,23	$4,83^{d}$±0,29	$7,00^{c}$±0,00
Acidez total titulável (g de ácido cítrico/100 g)	$2,34^{a}$±0,05	$0,10^{e}$±0,01	$0,66^{d}$±0,00	$1,02^{c}$±0,01	$1,41^{b}$±0,01
Ácido Ascórbico (mg ácido ascórbico/100 g)	$13,71^{b}$±0,02	$3,11^{d}$±0,31	$3,47^{d}$±0,84	$20,23^{a}$±0,22	$5,60^{c}$±0,62
Açúcares Redutores (g de glicose /100 g)	$0,27^{d}$±0,03	$5,78^{a}$±0,31	$5,18^{b}$±0,04	$2,75^{c}$±0,09	$5,86^{a}$±0,30
Açúcares não redutores (g de glicose /100 g)	$0,57^{b}$±0,07	$3,40^{a}$±0,24	$0,43^{b}$±0,16	$0,43^{b}$±0,22	$0,65^{b}$±0,020
Açúcares Totais (g de glicose /100 g)	$0,84^{e}$±0,02	$9,19^{a}$±0,32	$5,60^{c}$±0,14	$3,14^{d}$±0,12	$6,51^{b}$±0,50
pH	$2,81^{d}$±0,01	$5,84^{a}$±0,01	$4,06^{b}$±0,01	$2,15^{e}$±0,01	$2,97^{c}$±0,00
Umidade (%)	$95,35^{b}$±0,02	$81,65^{e}$±0,03	$89,25^{d}$±0,14	$96,23^{a}$±0,03	$91,65^{c}$±0,05
Cinzas (%)	$0,19^{b}$±0,01	$0,32^{b}$±0,02	$2,32^{b}$±0,30	$0,20^{a}$±0,07	$0,31^{b}$±0,00
Lipídios (%)	$0,07^{c}$±0,02	$0,13^{b}$±0,01	$0,09^{c}$±0,00	$0,06^{c}$±0,02	$0,28^{a}$±0,01
Proteína (%)	$2,30^{b}$±0,01	$4,60^{a}$±0,31	$2,52^{b}$±0,11	$1,27^{c}$±0,12	$1,19^{c}$±0,00
Compostos Fenólicos (mg EAG/100 g fruta)	$144,0^{c}$±0,06	$60,0^{d}$±0,015	$258,04^{a}$±0,036	$30,0^{e}$±0,005	$204,0^{b}$±0,03
Atividade Antioxidante (µmol Trolox/100 g)	$6,09^{a}$±0,29	$2,89^{c}$±0,00	$6,27^{a}$±0,06	$0,62^{d}$±0,00	$4,29^{b}$±0,26

[1]Media±Desvio padrão. Média dos parâmetros físico-quimicos com letras iguais na mesma linha não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) entre si pelo teste de Tukey ou Kruskal Wallis.

A polpa de araçá-boi apresentou os maiores teores de acidez total titulável ($p \leq 0,05$), indicando a presença de ácido cítrico, principal ácido orgânico presente em algumas frutas. A polpa de biri-biri apresentou os maiores teores de ácido ascórbico ($p \leq 0,05$). O teor de ácido ascórbico em polpas de frutas pode ser diminuído quando comparado ao da fruta *in natura*, pois este composto pode ser degradado durante o

preparo e armazenamento dos alimentos, por meio da ação da luz, temperatura, pH elevado, íons metálicos como o Cu^{2+} e Fe^{+3}, espécies reativas do oxigênio e umidade (DAMODARAM; PARKIN; FENNEMA, 2010). Smirnoff e Wheeler (2000) sugerem que o precursor imediato da biossíntese do ácido ascórbico é a D-glucosona e L-sorbosona, explicando assim os baixos teores de açúcares redutores, não redutores e totais nas polpas de araçá-boi e biri-biri, e altos teores nas polpas de abiu e mangostão amarelo. O teor de umidade nas polpas foi superior a 80%, sendo menor na polpa de abiu grande ($p \leq 0,05$), explicando o fato de essa polpa apresentar os maiores teores de sólidos solúveis (Tabela 2.1).

A polpa de araticum apresentou o maior teor de cinzas ($p \leq 0,05$) quando comparado às outras polpas. Segundo Damiani et al. (2011) o mineral predominante na polpa de araticum é o magnésio (350 mg/kg) seguido pelo fósforo (220 mg/kg). Os fatores que interferem no teor de minerais em futas, verificados neste trabalho, são muitos, como por exemplo, a variedade, o estadio de maturação, tipo e condições do solo, fertilização, irrigação e a temperatura (ALLAN; TAYLOR; DICKS, 2000). Todos os frutos apresentaram baixos teores lipídicos (≤ 0,28%) e proteicos (≤ 4,60%).

Além desses parâmetros físico-químicos destaca-se nas polpas das frutas amazônicas a presença de compostos com propriedades bioativas como carotenoides, compostos fenólicos, ácido ascórbico, ácidos graxos poli-insaturados, entre outros (GORDON; JUNGFER; Da SILVA, 2011; RODRIGUES; DARNET; SILVA, 2010). As polpas de araticum, mangostão amarelo e araçá-boi apresentaram os maiores conteúdos de compostos fenólicos totais ($p \leq 0,05$) de 258,04, 204,0 e 144,0 g EAG/100 g, respectivamente, sendo classificadas com médio teor de polifenois (100-500 mg EAG/100 g) enquanto as demais polpas foram classificadas com baixo teor de polifenois (< 100 mg EAG/100 g), segundo classificação proposta por Vasco, Ruales e Kamal-Eldin (2008).

Maior valor de atividade antioxidante total ($p \leq 0,05$) foi observado para as polpas de araticum e araçá-boi, de 6,27e de 6,09 µmol de Trolox/g, respectivamente. Garzón et al. (2012) relataram valores menores de atividade antioxidante total para a polpa de araçá-boi, de 0,8 µmol de Trolox/g, para o método de DPPH. Enquanto Virgolin (2015) relatou valor de atividade antioxidante total para o araçá-boi de 13,32 µmol de Trolox/g. Souza et. al (2012) relataram valores superiores de atividade antioxidante (131,58 µmol de Trolox/g) e de compostos fenolicos totais (739,37 mg EAG/100 g) para o araticum proveniente do cerrado, além de 59,05 mg/100 g de

ácido ascórbico e de 0,57 mg de β-caroteno/100 g. Os teores de antioxidantes presentes nas frutas podem ser influenciados por fatores genéticos, condições edafoclimáticas, estádio de desenvolvimento e sistema de cultivo (MACORIS et al., 2012).

A busca por produtos naturais para auxiliar na prevenção e tratamento de doenças, vem crescendo a cada dia, o que tem impulsionado as pesquisas referentes ao potencial funcional de muitos alimentos, pois além dos aspectos nutricionais, os mesmos também apresentam efeitos fisiológicos e metabólicos benéficos à saúde (DERIVIL et al., 2002). Na Tabela 2.2 estão apresentados os resultados dos testes experimentais sobre a ingestão das polpas e seus efeitos fisiológicos em ratos.

Tabela 2.2. Resultados bioquímicos após ingestão de polpa de frutas procedentes do bioma Amazônia em ratos.

Grupos experimentais	Hematócrito (%)	Leucócitos totais (mm^3)	Glicemia (mg/dL)	Colesterol (mg/dL)	Triglicerídeos (mg/dL)	TGO (U/l)	TGP (U/l)	Uréia (mg/dL)	Creatina (mg/dL)
T1- Controle	$0,42^{a}$±0,03	7670^{a}±1381,9	97^{a}±20,1	$108,9^{a}$±7,8	$61,4^{a}$±9,3	$98^{a,b}$±18,6	$39,7^{a}$±7,1	$25,2^{a}$±5,7	$0,26^{a}$±0,04
T2 – Araçá	$0,45^{a}$±0,01	6930^{a}±506,2	96^{a}±11,2	$101,3^{a}$±22,7	$74,6^{a,b}$±11,6	82^{a}±4,6	$36,7^{a}$±4,3	$23,1^{a}$±1,8	$0,28^{a}$±0,02
T3 – Abiu	$0,43^{a}$±0,01	4167^{b}±1410,9	96^{a}±11,2	$103,2^{a}$±15,6	$74,3^{a,b}$±22,8	$85^{a,b}$±8,5	$38,1^{a}$±3,2	$22,1^{a}$±1,5	$0,30^{a}$±0,06
T4 – Araticum	$0,46^{a}$±0,02	4365^{b}±1186,3	88^{a}±28,5	119^{a}±17,0	$99,5^{b}$±36,1	$91^{a,b}$±14,4	$40,6^{a}$±5,8	$23,3^{a}$±2,4	$0,28^{a}$±0,02
T5 – Biri-biri	$0,44^{a}$±0,03	7025^{a}±1103,1	90^{a}±14,62	$105,8^{a}$±11,9	$78,5^{a,b}$±27,8	116^{b}±26,1	$37,7^{a}$±4,5	$28,17^{a}$±2,6	$0,27^{a}$±0,03
T6 – Mangostão	$0,43^{a}$±0,01	6205^{a}±779,0	99^{a}±10,7	$104,9^{a}$±18,4	$86,2^{a,b}$±32,5	81^{a}±9,9	$36,8^{a}$±4,8	$22,3^{a}$±2,6	$0,28^{a}$±0,04

[1]Media±Desvio padrão. n=10. Média das análises biológicas com letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente (p≤0,05) entre si pelo teste de Tukey ou Kruskal Wallis.

Um dos aspectos passíveis de modulação pelos compostos com propriedades bioativas presentes nas frutas amazônicos, é o sistema hematológico. Observa-se na Figura 2.2 - A que somente a ingestão da polpa de araticum (T4) aumentou mariginalmente a porcentagem de hematócrito (0,46%) em relação ao grupo controle (0,42%) em ratos, porém não significativo. Embora o hematócrito seja toda a parte celular do sangue não-coagulado, pode-se caracterizá-lo como a quantidade de hemácias presente no sangue. O aumento do hematócrito significa o aumento na quantidade de glóbulos vermelhos no sangue (JAIN, 2016). Assim, a ingestão da polpa de araticum pode apresentar benefícios na reversão de quadros de anemia e de estresses oxidativos. Estes quadros são decorrentes da diminuição dos antioxidantes endógenos ou do aumento da geração de espécies oxidantes (BARBOSA et al., 2010), pois dentre as substâncias de interesse biológico que

sofrem oxidação gerando o radical superóxido incluem-se a hemoglobina, a mioglobina e as catecolaminas (CIMEM, 2008).

As células normais são protegidas do efeito tóxico das altas concentrações de oxigênio reativo, gerado durante o metabolismo celular, por meio de defesas antioxidantes como as enzimáticas como superóxido desmutase, glutationa peroxidase e catalases e as não enzimáticas como ácido ascórbico, α-tocoferol, glutationa oxidase, carotenoides e flavonoides (OBERLEY; OBERLEY, 1997; CIMEM, 2008). Portanto, é possível que o aumento do hematócrito se dê devido á atividade antioxidante da polpa de araticum que possui compostos fenólicos totais (258,04 mg EAG/100 g), principalmente os flavonóides O-glicosídeos quercetina e peltatosídeo, alcalóide aporfínico, norestefalagina e epicatequina (LAGE et al., 2014).

Com relação aos leucócitos totais (Figura 2.2 - B) os resultados sugerem que a ingestão das polpas de abiu (4166,67 mm^3) e de araticum (4365,00 mm^3) promoveram uma redução significativa ($p \leq 0,05$) em relação ao grupo controle (7670,00 mm^3) em ratos. Estudo realizado por Rocha et al. (2016) com extrato etanólico de araticum demonstrou que o tratamento oral com 300 mg/kg de extrato inibiu significativamente ($p \leq 0,05$) a formação de edema induzido por carragenina e diminui ($p \leq 0,05$) a quantidade de leucócitos nos animais testados, indicando que o extrato possui potencial quimiopreventivo e anti-inflamatório, efeitos derivados da presença de campferol. Segundo Assis et al. (2009) o abiu apresenta teores elevados de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante. Neste trabalho a polpa de araticum apresentou atividade antioxidande de 2,89 µmol de Trolox/g e compostos fenólicos totais de 60 mg EAG/100 g, fato este que pode estar associado ao efeito de modulação da resposta imunológica. Resultados semelhantes foram relatados por Meira et al. (2014), onde a administração do extrato etanólico das folhas do abiu em ratos promoveu efeito contra a dor inflamatória e ação anti-hipersensível.

Os antioxidantes participam de uma série de eventos celulares como comunicação intracelular, regulação de sistemas mensageiros secundários, modulação de agentes inflamatórios e, principalmente, a regulação da apoptose celular (KARIHTALA; SOINI, 2007).

Portanto, a ingestão das polpas de abiu e de araticum podem contribuir de modo significativo para a modulação do sistema imunológico em indivíduos com respostas imunes super ativas, como é o caso de processos inflamatórios, alérgicos,

dermatites, artrite reumatóide e demais patologias auto-imunes. No entanto, deve-se ter cautela com relação à ingestão contínua e em grandes quantidades das polpas de abiu e de araticum em indivíduos imunodeprimidos, imunosuprimidos ou com processos carcinogênicos, pois estas patologias reduzem a quantidade sérica de leucócitos totais.

As polpas de frutos em geral apresentam cospostos com potencial funcional como vitaminas, carotenoides, flavonoides, esteroides (RUFINO et al., 2010), fibras (principalmente de fibra solúvel e pectina) que apresentam a capacidade de controle glicêmico as quais tem se mostrado efetivas como adjuvantes no tratamento do diabetes (WEICKERT; PFEIFFER, 2008). Segundo as diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes (2014) os valores de referência para glicemia são: jejum normal: inferior a 110 mg/dL; jejum alterada: entre 110 mg/dL e 125 mg/dL e Diabetes: igual ou superior a 126 mg/dL. Conforme observado na Figura 2.2 - C a ingestão das polpas das frutas não causou alterações na glicemia nos ratos testados, todos apresentando glicemia de jejum normal. No entanto, a ingestão das polpas de araticum (88,10 mg/dL) e de biri-biri (89,83 mg/dL) apresentou redução marginal da glicemia nos ratos testados.

Segundo Anitha, Geetha e Lakshmi (2011), o extrato etanólico das folhas de biri-biri também apresentou atividades hipoglicemiante e antibacteriana em ratos. Apesar do extrato aquoso do fruto abiu, segundo Souza et al. (2012), apresentar forte atividade inibitória da alfa-amilase (CI50 13,6 ug/ml) e da alfa-glicosidase (IC50 2,58 ug/mL), não foi observado neste trabalho o efeito na redução da glicemia após a ingestão da polpa de abiu em ratos. Não foi observado neste trabalho o efeito inibidor de enzimas do metabolismo de carboidratos de derivados de quercetina glicosilada encontradas em altos teores na polpa de araçá-boi (CLERICI; CARVALHO-SILVA, 2011).

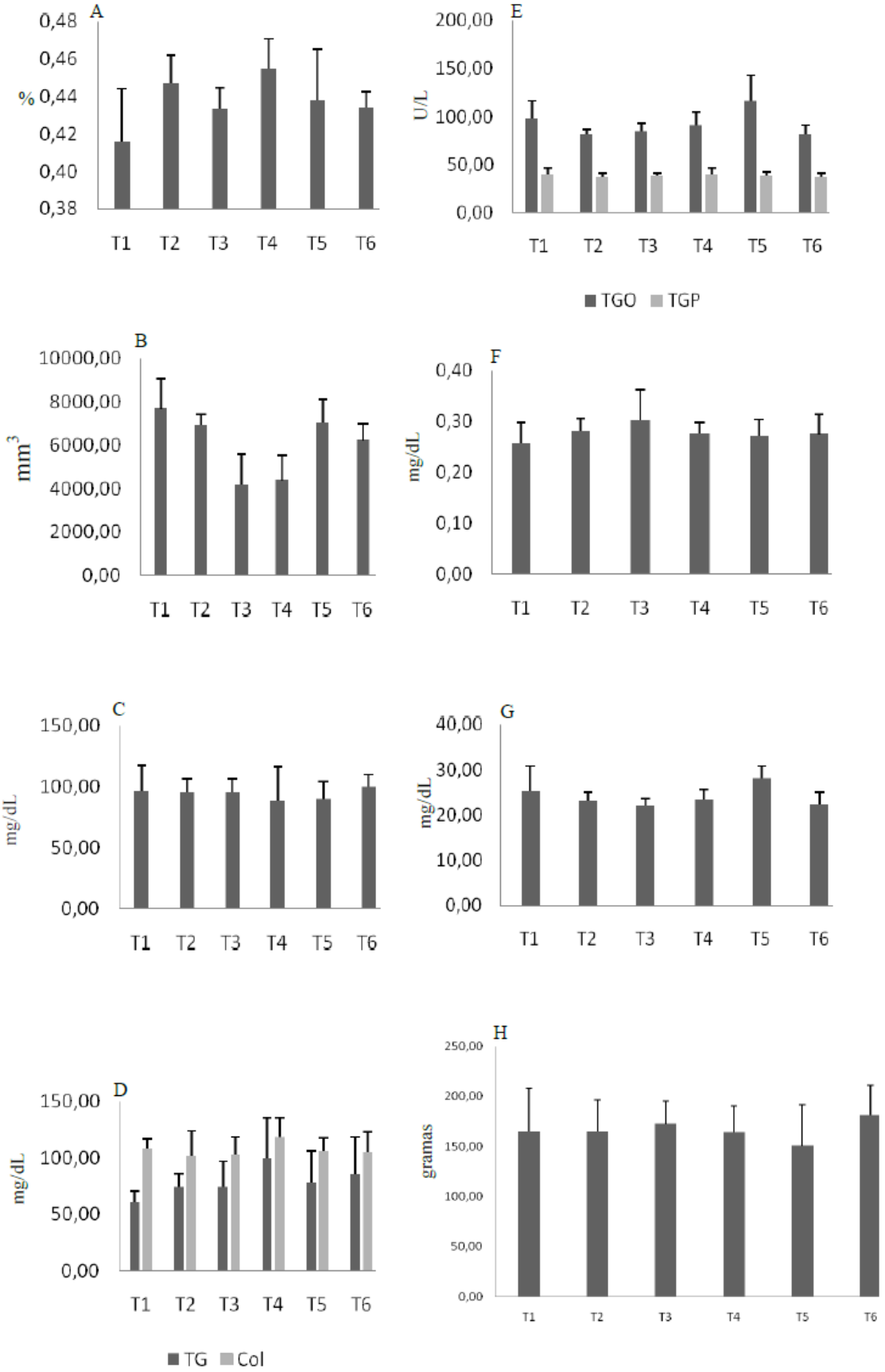

Figura 2.2. Resultados bioquímicos após ingestão de polpa de frutas procedentes do bioma Amazônia, A-Hematócrito, B-Leucócitos, C-Glicemia, D- Triacilglicerois e Colesterol, E-TGO e TGP, F-Ureia, G-Creatina, H-Massa. T1 - Controle; T2 – Araçá-Boi; T3 – Abiu-grande; T4 – Araticum; T5 – Biri-biri; T6 – Mangostão amarelo

No Brasil, as doenças cardiovasculares e o diabetes merecem destaque entre as doenças crônicas não transmissíveis, pois na grande maioria surge em resposta ás dislipidemias, associadas ao sobrepeso, hipertensão arterial, hiperglicemia e deterioração do perfil lipídico, fatores estes em grande parte modificáveis por meio de adequada alimentação, atividade física frequente e estilo de vida (XAVIER et al., 2013). A dislipidemia desponta como um fator predisponente ao surgimento de doenças cardiovasculares. Esta se caracteriza pelo aumento do colesterol total, lipoproteína de baixa densidade (LDL) e triglicerídeos ou ambos e/ou redução da lipoproteína de alta densidade (HDL), e seu controle pode apresentar como pilar das ações preventivas de saúde (XAVIER et al., 2013).

O consumo de frutas e seus componentes fitoquímicos, principalmente polifenóis e fibras, estão relacionados com a capacidade de reduzir ou controlar os níveis de colesterol e triglicérides sanguíneos (ROSSI, 2001). Os efeitos dos polifenóis sobre o metabolismo lipídico ainda não está completamente elucidado, entretanto, tem se observados que uma dieta rica em polifenóis leva a um aumento plasmático do HDL e redução da LDL (CAMARGO; DAGUER; BARBOSA, 2006).

Os resultados deste experimento (Figura 2.2 - D) demonstram que, com exceção da polpa de araticum (T4), a ingestão das demais polpas de frutas amazônicas apresenta uma redução marginal do colesterol plasmático e aumento marginal dos triglicérides em ratos, porém de forma não significativa.

A ingestão da polpa de araçá-boi (T2) apresentou redução marginal da concentração de colesterol plasmático (101,3 mg/dL) quando comparada as demais pospas de frutos e ao grupo controle (108,89 mg/dL) de ratos. Este fato pode estar relacionado ao conteúdo de ácido ascórbico da polpa (13,71 mg de ácido ascórbico/100 g, Tabela 2.2.), que atua como agente protetor da peroxidação lipídica (COSTA et al., 2013), ao alto teor de fibra 8,65 g/100 g (SILVA et al., 2008) e pela presença de alguns terpenos encontrados nas frutas, como os fitoesteróis (fitosterina, saponinas e beta-sitosterol) que, por apresentarem estrutura química semelhante ao colesterol, competem com a sua absorção no intestino, reduzindo os níveis séricos ou plasmáticos de colesterol total e de colesterol de baixa densidade (GERMAN; DILLARD, 2000).

Mensink et al. (2003) atribuem à redução do colesterol plasmático a capacidade das fibras solúveis em ligar-se irreversivelmente aos ácidos biliares transportando-os para as fezes, impedindo a sua absorção pelo fígado, fazendo com

que este sintetize novamente sais biliares utilizando o colesterol sanguíneo. Outro efeito fisiológico importante, promovido pelas fibras solúveis, é a formação de uma estrutura viscosa que reduz a absorção de alguns compostos, inclusive de lipídeos e de colesterol no intestino delgado (SAVAIANO, 2000). Assim, o consumo do fruto de araçá-boi pode contribuir para a modulação do colesterol.

Diferença significativa ($p \leq 0,05$) para triglicérides, em relação ao grupo controle (61,44 mg/dL) foi observada após a ingestão da polpa de araticum (99,50 mg/dL) em ratos. Este fato pode ser explicado pelos baixos teores de ácido ascórbico na polpa da fruta (3,47 mg de ác. ascórbico/100 g) aliado ao teor de açúcares totais (5,6 g de glicose/100 g) e ao mineral ferro (0,43 g/100 g, segundo Silva et al., 2008). Apesar dos efeitos benéficos dos minerais, altos teores de ferro podem levar a peroxidação lipídica pela formação de radicais livres, tornando-se um fator de risco para a aterosclerose (KIECHL et al., 1997). Assim, pode-se concluir que o consumo constante e excessivo da polpa de araticum pode implicar em um desbalanço no metabolismo lipídico.

Para se testar a hipótese de tratamento, no que tange a ingestão de alimentos, bebidas e medicamentos, faz-se necessário a experimentação animal para averiguação da toxicidade dos mesmos, antes de submeter indivíduos a sua utilização. Um dos parâmetros utilizados é a avaliação das alterações da função hepática, por meio de exame bioquímico de rotina da dosagem da atividade sérica das enzimas hepáticas transaminase glutâmica oxalacética citoplasmática (TGO) e transaminase glutâmica pirúvica citoplasmática (TGP), além de níveis séricos de creatina e uréia para avaliação de alterações nefrológicas (JAESCHKE et al., 2002; SHAO; HATHCOCK, 2006).

A TGP é uma enzima unilocular (citoplasmática), cuja maior atividade localiza-se no tecido hepático e em menor proporção nos rins, coração, músculos esqueléticos, pâncreas e eritrócitos, em ordem decrescente. Assim, a destruição da permeabilidade das membranas celulares destes tecidos, provoca a liberação de TGP na circulação sanguínea. Levando-se em conta a sua distribuição pelo organismo, os maiores aumentos da atividade de TGP no soro são decorrentes de alterações hepáticas (JAESCHKE et al., 2002).

A TGO é uma enzima bilocular - citoplasmática e mitocondrial – estando amplamente difundida no organismo em tecidos tais como o músculo esquelético, rins, cérebro e fundamentalmente no fígado e no coração, onde se encontra em maior concentração (JAESCHKE et al., 2002). Qualquer alteração nestes tecidos

pode produzir um aumento nos níveis de TGO circulante, de forma proporcional ao dano produzido. Em geral, níveis acima de 150,0 U/L sugerem fortemente hepatopatia, por atingir as organelas mitocondriais, sendo presente em maiores concentrações em pacientes com infecções hepáticas, sobretudo nos casos de hepatite com necrose (LEE, 2003).

Conforme observado na Figura 2.2 - E os níveis séricos de TGP nos diferentes grupos experimentais não apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) quando comparados ao grupo controle em ratos, sendo a gama normal de valores para TGP de 7,0 a 56,0 U/L de soro. No entanto, a ingestão da polpa do fruto de biri-biri durante 30 dias aumentou significativamente os níveis séricos de TGO (116,83 U/L) quando comparado ao grupo controle (98,00 U/L) em ratos. Níveis elevados de TGO e TGP induz um aumento de bilirrubinas particularmente da direta, da fosfatase alcalina e da gama-glutaril transferase, indicando toxicidade hepática (RUSSO; JACOBSON, 2002). Ressalta-se que em menos de trinta dias de experimento três ratos *Wistar* do grupo que ingeriram a polpa de biri-biri vieram a óbito. Os demais grupos experimentais encontraram-se dentro da normalidade onde a gama normal para valores de TGO encontram-se em 81,0 U/L (DANTAS et al., 2006).

Atualmente, creatina e uréia são utilizadas como biomarcadores séricos para taxa de filtração glomerular (TFG), que é definida como a capacidade renal de depurar uma substância a partir do sangue e é expressa como o volume de plasma que pode ser completamente depurado na unidade de tempo. Normalmente, o rim filtra 120 mL/min de sangue e o depura a produtos finais do metabolismo protéico, enquanto previne a perda de solutos específicos, proteína (albumina) e os componentes celulares encontrados no sangue (WYSS; KADDURAH-DAOUK, 2000). A creatina é um catabólito do metabolismo muscular da creatina-fosfato, eliminada preferencialmente por filtração glomerular e uma pequena parte é por secreção tubular e tem sido utilizada como biomarcador de doença renal crônica (DRC) e injuria renal aguda (IRA) (FRAYN, 2003). Com relação à creatina nenhuma diferença significativa ($p \leq 0,05$) foi observada após a ingestão das polpas das futas em relação ao grupo controle (Figura 2.2 - F) em ratos. Todos os grupos experimentais apresentaram valores normais (0,6 a 1,3 mg/dL) para este parâmetro.

A uréia é, em essência, um produto de excreção removido pela urina. Porém, a uréia também desempenha um papel muito importante na fisiologia humana auxiliando a ação dos nefrónios, que são estruturas microscópicas capazes de eliminar resíduos do metabolismo do sangue, manter o equilíbrio hidroelectrolítico e

ácido-básico do corpo humano, controlar a quantidade de líquidos no organismo, regular a pressão arterial e secretar hormônios, além de produzir a urina. O valor normal de uréia varia de 20-40 mg/dL (RIELLA ,1996). Os resultados para uréia (Figura 2.2 - G) demonstram que somente o grupo experimental que ingeriu a polpa de biri-biri apresentou aumento marginal da excreção de uréia (28,17 mg/dL) ou redução da eliminação renal. As polpas de abiu e mangostão demostraram também uma possível eliminação renal.

O resultado obtido neste trabalho corrobora com estudo de Bakul et al. (2013), pois o biri-biri possui teor elevado de ácido oxálico e o seu consumo exerce um elevado risco de desenvolvimento de insuficiência renal aguda por deposição de cristais de oxalato de cálcio nos túbulos renais. Paschoalin et al. (2014) relataram em um estudo de caso, quadro de lesão renal aguda associado a dores lombares, soluços e diarreia em um paciente de 50 anos, hipertenso, com função renal normal, que ingeriu uma grande quantidade de suco de biri-biri em jejum para tratamento de hipertensão.

Assim, podemos concluir, que dentre as polpas de frutas amazônicas avaliadas, somente a polpa de biri-biri pode ser considerada tóxica, e seu consumo deve ser evitado principalmente por nefropatas.

2.4. CONCLUSÃO

A polpa de abiu apresentou os maiores teores de sólidos solúveis, açúcares totais e redutores, pH e menor umidade. A polpa de biri-biri apresentou maiores teores de ácido ascórbico, acidez total titulável e baixo pH. A polpa de araticum apresentou maior teor de cinzas, compostos fenolicos totais e atividade antioxidante quando comparado às outras polpas analisadas. Todas as polpas das frutas apresentaram baixos teores lipídicos e protéicos.

A ingestão das polpas de abiu e de araticum promoveu uma redução significativa ($p \leq 0,05$) dos leucócitos totais em relação ao grupo controle em ratos. A polpa de araticum apresentou aumento significativo dos triacilgliceróis em relação ao grupo controle em ratos. O mangostão amarelo não apresentou alterações significativas nas análises bioquímicas realizadas neste estudo em ratos.

A polpa de biri-biri promoveu um aumento significativo das enzimas TGO, promovendo um aumento de danos hepáticos e indícios de danos renais em ratos.

2.5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALLAIN, C. C.; POON, L. S.; CHAN, C. S. G.; RICHMOND, W.; FU, P. C. Enzymatic determination of serum total cholesterol. **Clinical Chemistry**, v. 20, p. 470, 1974.

ALLAN, P.; TAYLOR, N.; DICKS, H. Fertilization of 'Solo' papayas with nitrogen, phosphorus and potassium. **ActaHorticulturae**, n. 511, p. 27-33, 2000.

ANDERSEN, J. B. et al. Progenitor-derived hepato cellular carcinoma model in the rat. **Hepatology**, v. 51, n. 4, p. 1401-09, 2001.

ANITHA, R. O. Y.; GEETHA, R. V.; LAKSHMI, T. Averrhoa bilimbi Linn – Nature's Drug Store - A Pharmacological Review. **International Journal of Drug Development & Research**, v. 3, n.3, p. 944-75, 2011.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of AOAC International.** 18.Ed. Washington, D.C., USA: AOAC International, 2005.

ASSIS, S. A. et al. Antioxidant activity, ascorbic acid and total phenol of exotic fruits occurring in Brazil. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 60, n. 5, p. 439-448, 2009.

AVIDOS, D. M.; FERREIRA, L. T. **Frutos do Cerrado: preservação gera muitos frutos**. Biotecnologia: ciência & desenvolvimento. Ano III. N 15. Julho/agosto de 2000.

BAKUL, G. et al. Acute oxalate nephropathy due to 'Averrhoa bilimbi' fruit juice ingestion. **Indian J. Nephrol**., v. 23, p. 297-300, 2013.

BARBOSA, K. B. F.; COSTA, N. M. B.; ALFENAS, R. C. G.; DE PAULA, S. O.; MINIM, V. P. R.; BRESSAN, J. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 4, p. 629-643, 2010.

BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A comparison of metaphosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 31, n. 4, p. 507-513, 1988.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC Nº 54, **Regulamento Técnico Mercosul sobre Informação Nutricional Complementar (Declarações de Propriedades Nutricionais).** 12 de Novembro de 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde. **Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) no Brasil, 2011-2022** [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; 2011.

CAMARGO, A. E. I.; DAGUER, D. A. E.; BARBOSA, D. S. Green tea exerts antioxidant action in vitro and its consumption increases total serum antioxidant potential in normal and dyslipidemic subjects. **Nutrition Research**, v. 26, p. 626-631, 2006.

CHAABANE, F. et al. **Antioxidant, genotoxic and antigenotoxic activities of daphnegnidium leaf extracts**. BMC Complementary and Alternative, 2012.

CIMEM, M. Y. B. Free radical metabolism in human erythrocytes. **Clinica Chimica Acta**, v. 390, p. 1-11, 2008.

CLERICI, M. T. P. S.; CARVALHO-SILVA, L. B. Nutritional bioactive compounds and technological aspects of minor fruits grown Brazil. **Food Research International**, v. 44, p. 1658-1670, 2011.

COSTA, W. S. et al. Influência da concentração de sólidos solúveis totais no sinal fotoacústico de polpa de manga. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 6, n.2, p.141-147, 2004.

COSTA, A. G. V. et al. Bioactive compounds and health benefits of exotic tropical red-black berries. **Journal Functional Foods**, v. 5, p. 539-549, 2013.

DAMIANI, C. et al. Characterization of fruits from the savanna: araçá (*Psidium guinnensis* SW.) and marolo (*Annona Crassiflora mart.*). **Ciênc. Tecnol. Aliment**., v. 31, p. 723–729, 2011.

DAMODARAM S.; PARKIN L. K.; FENNEMA R. O. **Química dos Alimentos de Fennema**. Livro Traduzido. 4° ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DANTAS, J. A.; AMBIEL, C. R.; CUMAN, R. K. N.; BARONI, S.; BERSANI-AMADO, C. A. Valores de referência de alguns parâmetros fisiológicos de ratos do Biotério Central da Universidade Estadual de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Sci. Health Sci**., n. 28, v. 2, p. 165-170, 2006.

DERIVIL, S. C. N.; MENDEZI, M. H. M.; FRANCISCONI, A. D.; SILVA, C. S.; CASTRO, A. F.; LUZ, D. P. Efeito hipoglicêmico de rações à base de berinjela (*Solanum melongena*,L.) em ratos. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 22, n. 2, p. 164-169, 2002.

DUCAN, B. B. et al. Doenças crônicas não transmissíveis no Brasil: prioridade para enfrentamento e investigação. Rev Saúde Pública, v. 46(Supl), p.126-34, 2012.

FERREIRA, E. S.; LUCIEN, V. G.; AMARAL, A. S.; SILVEIRA, C. S. Caracterização Físico-química do Fruto e do óleo extraído de tucumã. **Alim. Nutr. Araraquara**, v. 19, n. 4, p. 427-433, 2008.

FOLIN, C.; CIOCALTEAU, V. Tyrosine and tryptophan determination in proteins. **Journal of Biological Chemistry,** v. 73, p. 627-650, 1927.

FRAYN, K. N. **Metabolic regulation. A human perspective**. 2 ed. Blackwell Science: Oxford, 2003.

GARZÓN, G. A. et al. Determination of carotenoids, total phenolic content, and antioxidant activity of Arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) an Amazonian fruit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, p. 4709-4717, 2012.

GERMAN, B.; DILLARD, C. J. Phytochemicals: nutraceutical and human health. **Reviews. J. Sci. Food Agric**., v. 80, p. 1744-56, 2000.

GORDON, A.; JUNGFER, E.; Da SILVA, B. A. Phenolic constituents and antioxidant capacity of four underutilized fruits from the Amazon region. **J. Agric. Food Chem**., v. 59, n. 14, p. 7688-7699, 2011.

IBRAHIM, T. **Nutrição Experimental**. Rio de Janeiro: Rubio, 2012.

JAESCHKE, H.; GORES, G. J.; CEDERBAUM, A. I.; HINSON, J. A.; PESSAYRE, D.; LEMASTERS, J. J. Mechanisms of Hepatotoxicity. **Toxicological Sciences**, v. 65, p. 166-176, 2002.

JAIN, N. C. **Essentials of veterinary hematology**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993.

JAIN, B. J. **Células Sanguíneas**: Um guia Prático. 5 ed. São Paulo: Artmed, 2016.

JARDIM, T. S. V.; JARDIM, P. C. B. V.; WATTUSY, A. E. C.; JARDIM, L. M. S. S. V.; SALGADO, C. M. Fatores de Risco Cardiovascular em Coorte de Profissionais da Área Médica - 15 Anos de Evolução. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 95, p. 332-338, 2010.

KARIHTALA, P.; SOINI, Y. Reactive oxygen species and antioxidant mechanisms in human tissues and their relation to malignancies. **APMIS**, v. 115, n. 2, p. 81-103, 2007.

KIECHL, S. et al. Body iron stores and the risk of carotid atherosclerosis: prospective results from the Bruneck study. **Circulation**, v. 96, n. 18, p. 3300-3307, 1997.

LAGE, G. A.; MEDEIROS, F. D.; FURTADO, W. D.; TAKAHASHI, J. A.; DE SOUZA, J. D.; PIMENTA, L. P. S. The first report on flavonoid isolation from *Annona crassiflora* Mart. **Natural Product Research**, v. 28, n. 11, p. 808-811, 2014.

LEE, W. M. Drug-induced hepatotoxicity.**N Engl J Med**. v. 349, p. 474-485, 2003.

MACORIS, M. et al. The influence of ripening stage and cultivation system on the total antioxidant activity and total phenolic compounds of yellow passion fruit pulp. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, p. 1886-1891, 2012.

MEIRA, N. A. et al. Anti-inflammatory and anti-hypersensitive effects of the crude extract, fractions and triterpenes obtained from Chrysophyllum cainito leaves in mice. **J. Ethnopharmacol**. v. 151, n. 2, p. 975-83, 2014.

MENSINK, R. P.; ZOCK, P. L.; KESTER, A. D.; KATAN, M. B. Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials. **Am. J. Clin. Nutr**., v. 77, n. 5, p. 1146-55, 2003.

OBERLEY, T. D.; OBERLEY, L. W. Antioxidant enzyme levels in câncer. **Histol Histopathol.,** v. 12, n. 2, p. 525-35, 1997.

PASCHOALIN, R. P.; JESUS, L. A. S.; PASCHOALIN, N. P.; CARVALHO, T. C.; DA SILVA, C. A. B.; MOYSES NETO, M. Lesão renal aguda como complicação da ingestão excessiva de suco do fruto biribiri (*Averrhoa bilimbi*). **J. Bras. Nefrol**., v. 36, n. 4, p.545-548, 2014.

PORTINHO, J. A,; ZIMMERMANN, L. M,; BRUCK, M. R. Efeitos Benéficos do Açaí Beneficial effects of açaí. **International Journal of Nutrology**, v. 5, n. 1, p. 15-20, 2012.

RIELLA, M. C. **Insuficiência renal crônica: fisiopatologia da uremia**. In: Princípios de nefrologia e distúrbios hidroeletrolíticos. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.

ROCHA, R. S. et al. Analysis of the anti-inflammatory and chemopreventive potential and description of the antimutagenic mode of action of the Annona crassiflora methanolic extract. **Pharmaceutical Biology**, v. 54, n. 1, p. 35-47, 2016.

RODRIGUES, A. M. C.; DARNET, S.; SILVA, L. H. M. Fatty Acid Profiles and Tocopherol Contents of Buriti (*Mauritia flexuosa*), Patawa (*Oenocarpus bataua*),

Tucuma (*Astrocaryum vulgare*), Mari (*Poraqueiba paraensis*) and Inaja (*Maximilian amaripa*) Fruits. **J. Braz. Chem. Soc**., v. 21, n. 10, p. 2000-2004, 2010.

ROSSI, E. A. Alimentos funcionais. In: DÂMASO, A. (Coord.). **Nutrição e exercício na prevenção de doenças**. Rio de janeiro: MEDI, 2001. cap. 14, p. 337-362.

RUFINO, M. S. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 nontraditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, p. 996-1022, 2010.

RUFINO, M. S. M. et al. Metodologia Científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. **Comunicado Técnico 127**. Embrapa Fortaleza, Julho, 2007.

RUSSO, M. W.; JACOBSON, I. M. How to use statins in patients with chronic liver disease. **Cleve Clin J Med**. v. 71, p. 58-62, 2002.

SAVIANO, D. A. Cardiovascular disease and fiber: is insulin resistance the missing link? **Nutrition Reviews**, v. 58, n. 11, p. 356-58, 2000.

SHAO, A.; HATHCOCK, J. N. Risk assessment for creatine monohydrate. **Regul Toxicol Pharmacol**., v. 45, p. 242-51, 2006.

SILVA, M. R.; LACERDA, D. B. C. L.; SANTOS, G. G.; MARTINS, D. M. O. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, p. 1790-1793, 2008.

SMIRNOFF, N.; WHEELER, G. L. Ascorbic acid in plants: biosynthesis and function. **Crit. Ver. Biochem. Mol. Biol.**, v. 35, n. 4, p. 291-314, 2000.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes: 2013-2014**. São Paulo: AC Farmacêutica, 2014.

SOUZA, P. M.; SALES, P. M.; SIMEONI, L. A.; SILVA, E. C.; SILVEIRA, D.; MAGALHÃES, P. D. E. O. Inhibitoryactivityof α-amylaseand α-glucosidase by plant extracts from the Brazilian cerrado. **Planta Med**., v. 78, n. 4, p. 393-9, 2012.

TABACCO, A.; MEIATTINE, F.; MODA, E.; TARLI, P. Symplicit enzymic/colorimetric serum urea nitrogen determination. **ClinicalChemistry**, v. 25, p. 336-337, 1979.

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

VIRGOLIN, L. B. **Caracterização físico-química de polpas de frutas do bioma Amazônia** (dissertação). São José do Rio Preto: Universidade Estadual Paulista - IBILCE, 2015.

WATERHOUSE, A. L. Folin-Ciocalteau Micro Methodfor Total Phenol in Wine, [Online]. Disponível em: http://waterhouse.ucdavis.edu/faqs/folin-ciocalteau-micro-method-for-totalphenol-in-wine. Acesso em: 2016.

WEICKERT, M. O.; PFEIFFER, A. F. Metabolic effects of dietary fiber consumption and prevention of diabetes. **J. Nutr**., v. 138, n. 3, p. 439-42, 2008.

WYSS, M.; KADDURAH-DAOUK, R. Creatine and creatinine metabolism. **Physiol Rev**., v. 80, p. 1107-213, 2000.

XAVIER, H. T. et al. Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 101, n. 4, p. 1-20, 2013.

4. CONCLUSÃO GERAL

A análise das características físico-químicas das polpas de araçá-boi, abiu gigante, araticum, biri-biri e mangostão-amarelo procedentes do Bioma Amazônia em diferentes safras permitiu gerar subsídios para a elaboração de um padrão de indentidade e qualidade (PIQ). As variações dos parâmetros fisico-químico das polpas avaliadas durante as safras podem ser atribuídas às condições edafoclimáticas do bioma Amazônia no período da coleta das frutas.

Por meio dos testes biológicos foi possível elucidar os efeitos fisiológicos do consumo destas polpas sobre os parâmetros hematológicos, metabólicos, toxicidade hepática e toxicidade renal em ratos, bem como apontar as polpas que possam apresentam benefícios na redução dos riscos das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT).

Assim, a polpa de araçá-boi foi caracterizada de coloração amarelada e opaca, ácida, com alto teor de umidade e baixos teores de açúcares, sólidos solúveis, cinzas e lipídios, presença de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante. A ingestão desta polpa por ratos promoveu uma reduziu marginalmente o colesterol total e o consumo da polpa da fruta apresentou-se seguro com relação à fisiologia do organismo de mamíferos.

A polpa de abiu grande foi caracterizada por cor amarelada e opaca, levemente ácida, com alto teor de açúcares e sólidos solúveis e baixo teor de lipídios, ácido ascórbico, proteína, compostos fenólicos totais e de atividade antioxidante total. Nos ensaios biológicos, foi obervado que sua ingestão promoveu uma redução significativa dos leucócitos totais, sem ocasionar danos hepático e renal em ratos. Assim, embora se deva ter cautela com relação à ingestão contínua e em grandes quantidades por indivíduos imunodeprimidos, imunosuprimidos ou com processos carcinogênicos, a administração da mesma pode contribuir de modo significativo para a modulação do sistema imunológico em indivíduos com respostas imunes super ativas.

A polpa de araticum foi caracterizada como de cor amarelada, opaca e ácida, com alto teor de açúcares e umidade e baixo teor lipídico, protéico, de ácido ascórbico e maiores valores de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante total quando comparada as outras polpas. A sua ingestão promoveu redução significativa de leucócitos e aumento dos triacilgliceróis e marginalmente a redução da glicemia e aumento no hematócrito e colesterol em ratos. Portanto, a ingestão da

polpa de araticum apresente benefícios na reversão de quadros de anemia e também no controle do *Diabetes mellitus*, desde que com ponderação, pois, o consumo constante pode implicar em um desbalanço no metabolismo lipídico.

A polpa de biri-biri foi caracterizada com cor esverdeada e opaca, com baixo teor de acidez, lipídios, proteína e açúcares. Apresentou baixo teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante. Sua ingestão promoveu um aumento significativo de TGO, ocasionando danos hepáticos e indícios de danos renais em ratos, pelo aumento marginal da uréia, não sendo seguro seu consumo principalmente por nefropatas.

A polpa de mangostão amarelo, procedente do bioma Amazônia, foi caracterizada por cor amarelada e opaca, com baixo teor de acidez, teor de lipídios e proteína, e alto teor de umidade. A polpa apresentou teores médios de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante. Sua ingestão não apresentou alterações significativas nas análises bioquímicas realizadas neste estudo.

ANEXO I

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
CAMPUS ROLIM DE MOURA
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA

UNIR

Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR

CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo número PP 020/2014 do projeto de pesquisa intitulado: **"Avaliação do efeito da ingestão de frutos amazônicos sobre parâmetros fisiológicos e metabólicos de ratos"**, sob responsabilidade do Profa. Dra. Bruna Kempfer Bassoli, está de acordo com o disposto na Lei Federal nº 11.794 de 8 de Outubro de 2008 (Lei AROUCA). O referido projeto cumpre, também, as exigências da Resolução n. 879, de 15/02/2008 do CFMV; Decreto 6.899, de 15/07/2009; Resolução Normativa n.1, de 09/07/2010 do CONCEA; Resolução normativa nº 3, de 14/12/2011 do CONCEA e "Princípios Éticos na Experimentação Animal", elaborado pela Sociedade Brasileira de Ciência em Animais de Laboratório – SBCAL. Portanto, o projeto supracitado foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR, em reunião ordinária realizada em 07 de novembro de 2014.

Rolim de Moura (RO), 19 de novembro de 2014.

Profa. Dra. Ilhais Rabelo dos Santos
Presidente da CEUA

Av. Norte Sul nº. 7300, Nova Morada, Rolim de Moura/RO - CEP: 76940-000
Fone/Fax (069) 3442-1119 - E-mail: fsantos@unir.br

Anexo II – Composição Nutricional da Ração para Roedores

Composto	Quantidade
Umidade	130 g/kg
Proteína Bruta	220 g/kg
Extrato Etério	35 g/kg
Fibra Bruta	120 g/kg
Matéria Mineral	100 g/kg
Cálcio	12 g/kg
Fósforo	7000 mg/kg
Sódio	2500 mg/kg
Ferro	180 mg/kg
Cobre	30 mg/kg
Manganês	110 mg/kg
Zinco	110 mg/kg
Iodo	1 mg/kg
Cobalto	2,0 mg/kg
Selênio	0,20 mg/kg
Vitamina A	32000 UI/kg
Vitamina D3	5000 UI/kg
Vitamina E	100 UI/kg
Vitamina K3	8,0 mg/kg
Vitamina B1	13,7 mg/kg
Vitamina B2	15 mg/kg
Niacina	270 mg/kg
Ácido Pantotênico	112 mg/kg
Vitamina B6	13,5 mg/kg
Ácido Fólico	16,20 mg/kg
Biotina	0,20 mg/kg
Vitamina B12	50 mcg/kg
Vitamina C	882 mg/kg
Colina	740 mg/kg
Lisina	10,9 g/kg
Metionina	3200 mg/kg

TERMO DE REPRODUÇÃO XEROGRÁFICA

Autorizo a reprodução xerográfica do presente Trabalho de Conclusão, na íntegra ou em partes, para fins de pesquisa.

São José do Rio Preto, 23/07/2017

Fernanda R.F. Seixas

Fernanda Rosan Fortunato Seixas

Assinatura do autor