

CRISTIANE MARIA CABRAL

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, COMPOSTOS BIOATIVOS E
COMPOSIÇÃO MINERAL DE POLPAS DE AÇAÍ ORIUNDAS DE SISTEMAS
AGROFLORESTAIS, TOMÉ-AÇU, PARÁ, BRASIL**

Botucatu

2020

CRISTIANE MARIA CABRAL

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, COMPOSTOS BIOATIVOS E
COMPOSIÇÃO MINERAL DE POLPAS DE AÇAÍ ORIUNDAS DE SISTEMAS
AGROFLORESTAIS, TOMÉ-AÇU, PARÁ, BRASIL**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Campus de Botucatu para obtenção de título de Mestre em Engenharia Agrônoma (Horticultura).

Orientador: Filipe Pereira Giardini Bonfim

Coorientadora: Débora Cristina Castellani

Botucatu

2020

C117c Cabral, Cristiane Maria
Caracterização físico-química, compostos bioativos e composição mineral de polpas de açaí oriundas de sistemas agroflorestais, Tomé-Açu, Pará, Brasil / Cristiane Maria Cabral. -- Botucatu, 2020
71 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu
Orientadora: Filipe Pereira Giardini Bonfim
Coorientadora: Debora Cristina Castellani

1. Compostos bioativos. 2. Agrofloresta. 3. Euterpe oleracea. 4. Manejo agroecológico. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, COMPOSTOS BIOATIVOS E COMPOSIÇÃO MINERAL DE POLPA DE AÇAÍ ORIUNDOS DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, TOMÉ-AÇU, PARÁ, BRASIL

AUTORA: CRISTIANE MARIA CABRAL
ORIENTADOR: FILIPE PEREIRA GIARDINI BONFIM
COORIENTADORA: DEBORA CRISTINA CASTELLANI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA (HORTICULTURA), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. FILIPE PEREIRA GIARDINI BONFIM
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP


Dr. JACKSON MIRELLYS AZEVÉDO SOUZA
Botucatu/SP / .


Prof.ª Dr.ª JORDANY APARECIDA DE OLIVEIRA GOMES
Pós-Doutoranda - Centro de P&D de Recursos Genéticos Vegetais / Instituto Agrônômico de Campinas

Botucatu, 02 de setembro de 2020

AGRADECIMENTOS

Primeiramente ao Universo, por me permitir estar aqui, crescendo a cada dia e por me proporcionar oportunidades e pessoas incríveis que fazem de mim o que sou.

Aos meus pais e irmã, pelo apoio, motivação, amor, conselhos e, principalmente, pela compreensão. Sem eles minha jornada na terra teria sido muito mais difícil.

À Faculdade de Ciências Agrônômicas, por me oferecer conhecimento e memórias que levarei para a vida.

Ao Departamento de Horticultura, por ter projetos e pesquisadores que inspiram e instigam a minha curiosidade, e aos laços afetivos que criei.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Filipe Giardini, pelas conversas, conselhos e por estar presente sempre quando precisei.

A minha coorientadora, Débora Castellani, pelas recomendações e aprendizado.

As minhas queridas, Estefânia e Isabella, que me acolheram em sua casa durante o mestrado, vivenciando comigo momentos complicados e sempre os tornando mais leves e divertidos. Sou muito grata por ter conhecido vocês.

A minha amiga Isabel Leal, que sempre esteve presente na minha vida acadêmica e durante o mestrado me recebeu em sua família. A Helena e Thais por me confortarem e encorajarem em momentos precisos.

A Márcia, Karina e Juliana do Laboratório de Pós-Colheita, pelo aprendizado, dedicação e risadas durante os vários dias de análises.

A Natura e seus colaboradores, principalmente ao time de Ingredientes Naturais, pela amizade, carinho e conhecimento compartilhado. A Noemi Vieira e Hívio Fabiano pelos ensinamentos em diferentes áreas da vida.

Aos parceiros CAMTA, Embrapa e ICRAF, por dividir as experiências no campo e agroindústria.

A USAID por financiar as viagens e equipamentos.

A minha banca, Jackson, Nathália e Jordany, pelas contribuições e empenho na correção, suas sugestões foram de grande ajuda.

Ao CNPq e IEL – Inova Talentos por fazerem possível minha participação no Projeto SAF Dendê e mestrado.

RESUMO

O açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é espécie nativa da Amazônia, seu fruto é um produto com crescente demanda no mercado, esse interesse se dá por seu alto valor nutricional e seus componentes bioativos, principalmente os flavonoides. Este trabalho tem como objetivo caracterizar a polpa de açaí e analisar possíveis influências do manejo agroecológico na composição da polpa. O material de pesquisa foi proveniente de três áreas de agrofloresta no município de Tomé-Açu, dois sistemas agrofloretais com manejo agroecológico, tratamento Unidade Demonstrativa (UD) 1 e Unidade Demonstrativa 2 do SAF Dendê e a terceira área de produção agroflorestral com adubação convencional. Como matéria-prima foi utilizada as polpas tipo A (grosso), processados na Agroindústria da CAMTA, foram realizadas análises de açúcares redutores, açúcares totais, sacarose, umidade, cinzas, fibra bruta, proteína bruta, lipídios, sólidos solúveis totais, acidez titulável, índice de maturação (SS/AT), potencial hidrogeniônico (pH), compostos fenólicos, atividade antioxidante, densidade e teor de polpa, sólidos totais, viscosidade, minerais (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn), determinação de cor (a^* , b^* , luminosidade, croma, Hue) e cromatografia de camada delgada para as classes açúcares, terpenos e flavonoides. Com base nos resultados obtidos, a amostra da UD1 apresentou maior teor para sacarose, açúcares redutores, proteína, pH e nitrogênio, para amostra da UD2 os maiores teores são para açúcares redutores, açúcares totais, compostos fenólicos e colocação superior nos cromatogramas e para a amostra convencional os maiores teores foram encontrados para o nutriente fósforo, luminosidade e croma. Foi possível notar influencia positiva do manejo agroecológico sobre a qualidade das polpas, principalmente para a característica compostos fenólicos, açúcares, pH, proteína e nos cromatogramas e sem influencia significativa na composição de macro e micronutrientes.

Palavras-chave: *Euterpe oleracea*. Compostos funcionais. Pós-colheita. Agrofloresta.

ABSTRACT

Açaízeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) is a native species of the Amazon, its fruit is a product with increasing demand in the market. This interest is due to its high nutritional value and its bioactive components, mainly of the flavonoid class. This study aims to characterize the açaí pulp and analyze possible influences of agroecological management on the composition of the pulp. The search material comes from three fields of the municipality of Tomé-Açu, which are two agroforestry systems with agroecological management, demo unit 1 (UD1) and UD2 treatment from SAF Dendê and the third area of agroforestry production with conventional fertilization, commercial treatment, as a control. As raw material, thick pulps were used, processed in the CAMTA Agroindustry, analyzes of reducing sugars, total sugars, sucrose, moisture, ashes, fiber, protein, lipids, total soluble solids, titratable acidity, maturation, pH, phenolic compounds, antioxidant activity, density and pulp content, total solids, viscosity, minerals (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn), color determination (a^* , b^* , luminosity, chroma, Hue) and thin layer chromatography for the sugar, terpene and flavonoid classes. Based on the results obtained, the UD1 sample showed the highest content for sucrose, protein, pH and the nutrient nitrogen, for the UD2 sample the highest levels are for reducing sugars, total sugars and phenolic compounds and for the commercial sample the highest levels were found for the nutrient phosphorus, luminosity and chroma. It was possible to notice a positive effect on the quality of the pulps, mainly for phenolic compounds, sugars, pH and protein and without influence on the composition of macro and micronutrients.

Keywords: *Euterpe oleracea*. Functional compounds. Post-harvest. Agroforestry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Distribuição geográfica da espécie <i>Euterpe oleracea</i> nos estados brasileiros | 19 |
| Figura 2 – Localização do município de Tomé-açu, estado do Pará e Municípios limítrofes | 30 |
| Figura 3 – Caracterização das unidades..... | 32 |
| Figura 4 – Fluxograma das etapas para obtenção das amostras de polpa de açaí..... | 33 |
| Figura 5 – Fruto do açaí maduro com o mesocarpo retirado parcialmente, à direita, cacho de açaí em ponto de colheita, à esquerda | 34 |
| Figura 6 – Fruto de açaí após etapa de amolecimento | 35 |
| Figura 7 - Círculo cromático..... | 37 |
| Figura 8 – Cromatograma da classe açúcares..... | 51 |
| Figura 9 - Cromatograma da classe de flavonoides e ácidos fenólicos..... | 56 |

LISTA DE TABELA

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Classificação e descrição dos tipos de açaí conforme o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento | 21 |
| Tabela 2 - Teores de densidade (g/cm^3), teor de polpa (TP - %), sólidos totais (ST - %) e viscosidade (VS - cP) das polpas de açaí oriundas de duas unidades demonstrativas do SAF Dendê e convencional, Tomé-Açu, 2019..... | 43 |
| Tabela 3 – Resultados das determinações a^* , b^* , luminosidade, croma e Hue..... | 44 |
| Tabela 4 – Teores de umidade (%), cinzas (%), fibra bruta (FB - %), proteína bruta (PB - %) e lipídios (%) das polpas de açaí oriundas de duas unidades demonstrativas do SAF Dendê e convencional, Tomé-Açu, 2019 | 46 |
| Tabela 5 – Teores de sólidos solúveis totais (SS - $^{\circ}\text{Brix}$), acidez titulável (AT) (g Ac. Cítrico/100g), índice de maturação (SS/AT) e potencial hidrogeniônico (pH) das polpas de açaí oriundas de duas unidades demonstrativas do SAF Dendê e convencional, Tomé-Açu, 2019 | 48 |
| Tabela 6 – Teores de açúcares redutores (AR - %), açúcares totais (AT - %) e Sacarose (SA - %) das polpas de açaí oriundos de duas unidades demonstrativas do SAF Dendê e convencional, Tomé-Açu, 2019 | 50 |
| Tabela 7 – Teores dos macronutrientes nitrogênio (N - g.kg^{-1}), fósforo (P - g.kg^{-1}), potássio (K - g.kg^{-1}), cálcio (Ca - g.kg^{-1}), magnésio (Mg - g.kg^{-1}), enxofre (S - g.kg^{-1}) das polpas de açaí oriundas de duas unidades demonstrativas do SAF Dendê e convencional, Tomé-Açu, 2019 | 52 |
| Tabela 8 – Teores dos micronutrientes boro (B - mg.kg^{-1}), cobre (Cu - mg.kg^{-1}), ferro (Fe - mg.kg^{-1}), manganês (Mn - mg.kg^{-1}) e zinco (Zn - mg.kg^{-1}) das polpas de açaí oriundas de duas unidades demonstrativas do SAF Dendê e convencional, Tomé-Açu, 2019 | 53 |
| Tabela 9 – Teores de compostos fenólicos (CF – $\text{mg de ácido gálico} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e capacidade antioxidante (AA - %DPPH) das polpas de açaí oriundas de duas unidades demonstrativas do SAF Dendê e convencional, Tomé-Açu, 2019..... | 54 |

SUMÁRIO

| | | |
|---------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 17 |
| 2 | REVISÃO DE LITERATURA | 19 |
| 2.1 | Açaizeiro..... | 19 |
| 2.2 | Sistemas agroflorestais | 22 |
| 2.3 | SAF Dendê | 26 |
| 2.4 | Compostos bioativos | 27 |
| 3 | MATERIAL E MÉTODOS | 30 |
| 3.1 | Localização..... | 30 |
| 3.1.1 | Tomé-Açu..... | 30 |
| 3.1.2 | Unidades Demonstrativas (UD's) e unidade convencional | 31 |
| 3.2 | Obtenção das amostras..... | 33 |
| 3.2.1 | Amostra De Polpa De Açaí, <i>Euterpe oleracea</i> | 33 |
| 3.2.2 | Colheita | 33 |
| 3.2.3 | Preparo e processamento | 34 |
| 3.3 | ANÁLISES | 36 |
| 3.3.1 | Caracterização física | 36 |
| 3.3.1.1 | Densidade | 36 |
| 3.3.1.2 | Teor de polpa | 36 |
| 3.3.1.3 | Sólidos totais | 36 |
| 3.3.1.4 | Parâmetros de Cor | 36 |
| 3.3.1.5 | Teor de Umidade..... | 37 |
| 3.3.1.6 | Cinzas..... | 38 |
| 3.3.1.7 | Viscosidade | 38 |
| 3.3.2 | Caracterização físico-química | 38 |
| 3.3.2.1 | Sólidos Solúveis | 38 |
| 3.3.2.2 | Acidez Total Titulável..... | 38 |
| 3.3.2.3 | Índice de maturação | 39 |
| 3.3.2.4 | Potencial Hidrogeniônico (pH) | 39 |
| 3.3.2.5 | Açúcares Totais, Açúcares Redutores e Sacarose | 39 |
| 3.3.2.6 | Fibra Bruta Alimentar..... | 39 |
| 3.3.2.7 | Teor de Proteína Bruta | 40 |

| | | |
|---------|--|----|
| 3.3.3 | Caracterização mineral | 40 |
| 3.3.3.1 | Determinação de minerais | 40 |
| 3.3.4 | Compostos bioativos | 41 |
| 3.3.4.1 | Compostos Fenólicos..... | 41 |
| 3.3.4.2 | Capacidade antioxidante..... | 41 |
| 3.3.5 | Cromatografia de camada delgada | 42 |
| 3.3.5 | Análise estatísticas | 42 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 43 |
| 4.1 | Densidade, teor de polpa, sólidos totais e viscosidade | 43 |
| 4.2 | Parâmetros de cor..... | 44 |
| 4.3 | Umidade, cinzas, fibra bruta, proteína bruta e lipídios | 46 |
| 4.4 | Sólidos solúveis, acidez titulável, índice de maturação e pH | 47 |
| 4.5 | Açúcares redutores, açúcares totais e sacarose..... | 49 |
| 4.6 | Composição mineral de macronutrientes | 51 |
| 4.7 | Composição mineral de micronutrientes | 52 |
| 4.8 | Compostos fenólicos e atividade antioxidante | 53 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 58 |
| 6 | CONCLUSÃO | 59 |
| | REFERÊNCIAS..... | 61 |

1 INTRODUÇÃO

O açaí é o fruto do açazeiro (*Euterpe oleracea* Marq.), planta nativa da região amazônica. O estado do Pará é seu maior produtor, consumidor e exportador do mundo (CONAB, 2019), sendo essa uma das frutíferas com maior crescimento de demanda no mercado (IICA, 2017). Esta palmeira dá origem a pequenos frutos de coloração violeta com polpa pouco espessa, sendo somente 17% de fruto comestível e o restante representado pelo caroço (OLIVEIRA et al., 2017). A polpa é muito apreciada por seu sabor e alto valor energético, porém é altamente perecível e apresenta deterioração após poucas horas sem refrigeração (ROGEZ, 2000).

Embora atualmente os frutos sejam o principal produto do açazeiro, antes da década de 1990 o palmito era o foco em áreas de extrativismo exploratório, após esse período houve o aumento dos projetos de manejo e plantio de açaí em sistemas agroflorestais, e o foco de produção passou a ser os frutos de açaí (CONAB, 2019; FAO, 2015). Sua rica composição sugere potencial como alimento funcional, devido ao seu alto valor nutricional e por seus componentes bioativos, responsáveis por promover benefícios à saúde, (SOUZA, 2011; ROCHA et al., 2015) tendo poder antioxidante superior a frutos semelhantes, como mirtilos e amoras (KANG, 2010).

A polpa apresenta elevado teor de fibras, proteínas e lipídeos. Os compostos bioativos presentes no açaí são principalmente da classe dos flavonoides, em destaque as antocianinas. Essa última característica torna-o de grande interesse na indústria farmacológica pelas propriedades medicinais, e está ganhando espaço na indústria de cosméticos (SOUZA, 2011; KANG, 2010), mostrando-se como um fruto de grande importância para estudo.

Os compostos bioativos nas plantas são favorecidos pela adubação orgânica, por ativar a microbiota do solo e fornecer nutrição completa para as plantas (DAROLT, 2015). Segundo Lairon (2009), varias frutas em cultivo orgânico apresentam maior teor de compostos fenólicos e antioxidantes, quando comparados aos alimentos de cultivo convencional. Além disso, a agricultura sustentável, que utiliza da adubação orgânica, tem sido crescente em função da preocupação com problemas sociais e ambientais, este modelo de agricultura tem o intuito de proteger

os ecossistemas e a biodiversidade, gerando menor impacto ao meio ambiente e contribuindo para a segurança alimentar (DAROLT, 2015).

Existem diversos modelos de agricultura sustentável, dentre eles a agrofloresta, que consiste em combinar indivíduos arbóreos com culturas agrícolas, podendo ter a presença de animais. Conforme Carvalho et al. (2004), o sistema de produção agroflorestal proporciona ao solo alterações físicas, entre elas menor densidade aparente, maior porosidade e menor resistência à penetração quando comparado ao cultivo convencional. Além disso, as árvores potencializam a incorporação de matéria orgânica, o que confere benefícios que influenciam diretamente na boa estrutura do solo, como a criação de agregados mais estáveis, manutenção da macroporosidade e aumento da atividade biológica que decompõe e transportam a matéria orgânica (PRIMAVESI, 2002).

Nos últimos anos, houve um aumento no consumo de alimentos orgânicos por serem considerados melhores na qualidade, sabor e não terem agroquímicos, embora nutricionalmente não haja diferença comprovada. Esse interesse por alimentação natural é uma forma de expressar a preocupação com a segurança alimentar, além de valorizar espécies nativas e resgatar tradições alimentares (DAROLT, 2015).

Neste cenário, foi criado o Projeto SAF Dendê, uma parceria entre a Natura, a Embrapa Amazônia Oriental e a Cooperativa Agrícola de Tomé-Açu. Este projeto integra várias espécies, dentre elas o açaizeiro, e tem como objetivo a implantação de um novo modelo de produção sustentável de óleo de palma, bem como a conservação dos recursos naturais e promover benefícios econômicos e socioambientais. Deste modo, o objetivo deste estudo foi caracterizar as polpas dos frutos de açaizeiro em sistemas agroflorestais de Tomé-Açu e analisar as possíveis influências do manejo agroecológico sobre a composição da polpa e suas características organolépticas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Açaizeiro

O açaizeiro pertence à família *Arecaceae*, tem origem na região amazônica e apesar de ser nativa do Brasil, não é endêmica, ocorrendo nos estados do Pará, Maranhão, Tocantins e Amapá (REFLORA, 2019) (Figura1). É uma palmeira monóica que apresenta dicogamia, com polinização entomófila, principalmente por abelhas, e anemófila, pelo vento, e tem como preferência solos alagados e várzeas (OLIVEIRA, 2017).

Figura 1 - Distribuição geográfica da espécie *Euterpe oleracea* nos estados brasileiros



Fonte: REFLORA (2018).

O caule, do tipo estipe, é cilíndrico e ereto, pode atingir até 25 m de altura e de 15 a 25 cm de diâmetro, além de ocorrer na forma de touceiras, ou seja, vários estipes juntos (LORENZI, 2016). Tem sistema radicular fasciculado, relativamente denso, superficial, com lenticelas e aerênquimas, as raízes emergem 30 cm a 40 cm da superfície do solo com coloração avermelhada (OLIVEIRA et al., 2017).

A inflorescência é do tipo racemo, onde se tem as ráquias inseridas no eixo principal, a raque. As flores são pequenas, violáceas, sésseis, com três pétalas, e distribuídas de forma espiralada, tendo em torno de quatro vezes mais flores masculinas que femininas (OLIVEIRA et al., 2017). Em uma mesma inflorescência estão presentes flores masculinas (estaminadas) e femininas (pistiladas), o período de abertura das flores ocorre em momentos diferentes para dificultar a autogamia na reprodução sexuada, iniciando pela abertura das masculinas. A reprodução assexuada do açaizeiro ocorre por meio da emissão de perfilhos na base das plantas (OLIVEIRA et al., 2017).

Os cachos são constituídos por centenas de frutos do tipo dupra globosa, com peso entre 0,5 a 2,8g, diâmetro de 1,0 a 1,5 cm e espessura do mesocarpo de 1 a 2 milímetros, possuem cor verde quando imaturo, posteriormente violeta, tornando mais intensa conforme amadurecem, não amadurecendo o cacho uniformemente. Seu ponto de colheita é identificado pelo início da queda dos frutos, que após desrama são altamente perecíveis, fermentando facilmente. Na região Amazônica, sua produção é praticamente o ano todo, com pico de safra nos meses de agosto a novembro (CONAB, 2019).

Desta palmeira é consumido como alimento tanto o fruto quanto o palmito, sendo ambos muito apreciados. Seus frutos são consumidos tradicionalmente nas comunidades locais em forma de polpa *in natura*, bebido puro ou misturado com farinha de mandioca, e comercializado em outras regiões congelado ou liofilizado (LORENZI, 2016).

Na década de 90 a polpa de açaí expandiu sua popularidade e conquistou posição de destaque na venda de polpas de fruta no mercado das regiões Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil (MENEZES, 2008), entretanto, nessas regiões o açaí é consumido congelado, semelhante ao sorvete, misturado com xarope de guaraná, pó de guaraná ou suco de laranja e adicionados

pedaços de outras frutas, como banana, morango, kiwi, abacaxi e maracujá (PEREIRA et al., 2010). Já o palmito do açaí é comercializado em vidros de conserva, para consumo predominantemente de outras regiões do país (LORENZI, 2016).

Na Amazônia brasileira o açaí é consumido em forma de licor, como é chamada a polpa, ela é obtida por meio de extração mecânica, em máquinas despulpadoras ou manualmente. No processamento a água possibilita a batida dos

frutos, pois o fruto é composto de uma pequena camada de polpa em torno de um grande caroço, resultando em diferentes consistências conforme a quantidade de água adicionada, do pastoso ao líquido. Uma batida prolongada é negativa para a qualidade do licor, porque causa remoção do tegumento do endocarpo, aumentando a adstringência, e pelo aumento da incorporação de oxigênio na polpa, acelerando o processo de oxidação (ROGEZ, 2000). O licor de açaí é dividido em tipos de acordo com a consistência e percentual de sólidos totais (Tabela 1).

Tabela 1 - Classificação e descrição dos tipos de açaí conforme o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

| Classificação | Descrição |
|----------------------------|---|
| Açaí Integral | Mais de 40% de sólidos totais e não adiciona água |
| Tipo A: Grosso ou Especial | Mais de 14% de sólidos totais e aparência muito densa |
| Tipo B: Médio ou Regular | Entre 11-14% de sólidos totais e aparência densa |
| Tipo C: Fino ou Popular | Entre 8-11% de sólidos totais e aparência pouco densa |

Fonte: BRASIL (2000).

A polpa de açaí tem elevada concentração de fibras (RUFINO et al., 2011; NEVES et al., 2015) e elevado teor de lipídeos, tornando-o altamente calórico (GORDON et al, 2012), e majoritário conteúdo de ácidos graxos insaturados na polpa, com destaque para os ácidos oléico e linoléico (MATTHAN, 2009), que tem relação positiva com a saúde, pois promovem redução dos níveis de colesterol total e da lipoproteína de baixa densidade (LDL) por aumentar a atividade de receptores de LDL no fígado (FERNANDEZ et al., 2005).

O teor de proteína chega a 25-30% da quantidade reconhecida para o consumo diário, sendo 12,6g de proteína por litro de polpa, podendo ser considerado uma das frutas mais nutritivas, recordado que geralmente frutos não apresentam teor de proteína significativo (ROGEZ, 2000).

O açaí também é rico em compostos fenólicos, principalmente da classe dos flavonoides, com destaque para as antocianinas, que são compostos que contêm hidroxilas fenólicas, conhecidas como potentes antioxidantes (KAHKONEN et al., 2003; SILVA et al., 2015). As antocianinas encontradas em maior quantidade são cianidina-3-glucosídeo e cianidina-3-rutinosídeo, e outras encontradas em menor

quantidade são as cianidina-3-sambubiosídeo, pelargonidina-3-glucosídeo, peonidina-3-rutinosídeo e a delphinidina-3-glucosídeo que propiciam elevada capacidade antioxidante, pois neutralizam os radicais livres, protegendo o organismo contra efeitos carcinogênicos e aterogênicos (CEDRIN et al., 2018; DIAS, 2012).

O Brasil é considerado o terceiro maior produtor mundial de frutas, (CARVALHO et al., 2019) e o maior produtor, consumidor e exportador de açaí do mundo. Os estados de maior produção são Pará, Maranhão, Amapá e Acre, sendo Belém responsável por 95% da produção de açaí do país. O açaí é um dos mais importantes produtos do extrativismo nacional e um dos principais responsáveis por dar visibilidade à biodiversidade da Floresta Amazônica (CONAB, 2019).

No ranking brasileiro, o açaí está como o segundo principal produto florestal não madeireiro (PFNM) (IBGE, 2018). É uma das frutíferas com maior crescimento de demanda no mercado, trazendo importante renda e desenvolvimento econômico para a Amazônia. A ampliação do mercado deste alimento implica no investimento no cultivo, na qualificação da mão de obra e nas técnicas de manejo. As mudanças na produção dessa cultura são perceptíveis desde a década de 1990, um dos fatores é o plantio de açaí em sistemas agroflorestais e projetos de recuperação nas áreas que havia extrativismo exploratório e monocultura (MENEZES, 2008).

2.2 Sistemas agroflorestais

Os sistemas agroflorestais (SAF) combinam diferentes diversidades de plantas arbóreas, culturas agrícolas, pastagem e/ou animais, de forma simultânea ou sequencial, podendo haver a entrada e saída de indivíduos durante os ciclos das demais plantas (SÁ, 1994; YOUNG, 1991).

A diversidade de espécies é determinada de forma que haja complementaridade e interações sinérgicas entre os cultivos, visando explorar a capacidade de cada indivíduo, a fim de potencializar os processos ecológicos que garantem o aumento da capacidade produtiva e levam à similaridade das condições de um ambiente natural. Em sistemas com maior diversidade de espécies, plantas ou animais, o equilíbrio ecológico é favorecido, proporcionando maior capacidade das plantas resistirem às pragas e doenças e manter a produtividade ao longo do tempo (GLIESSMAN, 2009).

Sob o ponto de vista estritamente agrônômico, os sistemas agroflorestais podem ser compreendidos como sistemas de consórcio entre dois ou mais componentes, em que pelo menos um deles seja uma planta lenhosa e perene. O componente arbóreo pode desempenhar tanto funções de produção (madeira, fruto, resina, látex) como de serviço (proteção, sombreamento, adubação), ou mesmo ambas as funções simultaneamente (OLIVEIRA *et al.*, 2004).

Segundo Righi *et al.* (2018) e Campos (2015), a agrofloresta deve ter o objetivo de maximizar o uso da energia radiante e ocupação do solo, minimizar as perdas de nutrientes pelas plantas do sistema, otimizar a eficiência de uso da água e minimizar o escoamento superficial e perda de solo por erosão.

O ideal é que, antes da implantação de um sistema agroflorestal e outros tipos de consórcio com finalidade comercial, haja planejamento agrônômico e econômico prévio, no qual são escolhidas as espécies, espaçamentos, práticas culturais, estimativa de rentabilidade, tempo de retorno do investimento e outros fatores. A implantação de agricultura em uma área muda a diversidade e dinâmica do ambiente natural, por isso deve-se realizar o planejamento de cada projeto de forma singular (ARCO-VERDE *et al.*, 2009).

Segundo o CATIE (2009) algumas das características principais do SAF são: necessidade de poucos insumos, produção constante, mão-de-obra escalonada ao longo de todo o ano, grande resistência à flutuação e insegurança do mercado, mais parecidos com os ecossistemas naturais e alta produtividade.

Esse modelo de sistema teve maior desenvolvimento a partir da década de 1970, quando surgiram as principais hipóteses do papel das árvores sobre os solos tropicais, e principalmente com a criação de instituições internacionais voltadas à pesquisa agroflorestal, com destaque ao centro canadense International Council for Research in Agroforestry (ICRAF), que promoveu muitas pesquisas nos países em desenvolvimento (ICRAF, 2018).

Hoje, sabe-se que a presença de árvores no sistema de produção traz benefícios diretos e indiretos, como, por exemplo, controle da erosão, manutenção da fertilidade e melhoria das propriedades físicas, biológicas e químicas do solo, mitigação das mudanças climáticas, aumento da biodiversidade, sequestro de carbono no acúmulo de biomassa aérea e radicular, melhor uso e manejo da água, diversificação da produção e alongamento do ciclo de manejo da área (MICCOLIS *et al.*, 2017).

Para Junqueira (2013), são muitos mais benefícios, como a descompactação, o aumento da infiltração de água, a diminuição do carreamento de sedimentos, o acúmulo de serrapilheira, o controle de processos erosivos, o proteção dos recursos hídricos, a criação de microclima ameno (controla temperatura e umidade do solo e do sistema), o aumento na população de minhocas e de outros organismos que habitam os solos, o aumento do teor de matéria orgânica, escurecimento das camadas superiores, mudança na composição de plantas espontâneas para espécies indicadoras de condições de solo, aumento da biodiversidade vegetal, aumento da resistência das plantas ao ataque de pragas e doenças, melhorias no crescimento, desenvolvimento e produção de plantas, além dos benefícios sociais.

Um dos pontos de grande importância é o acúmulo espontâneo de material orgânico na superfície do solo em diferentes estágios de decomposição, resultante da serrapilheira, das podas e das capinas realizadas no sistema agroflorestal, esse acúmulo aumenta a fertilidade e estimula a atividade microbiana, o que potencializa a formação de agregados mais estáveis à ação dos agentes degradadores, dificultando a perda de nutrientes (PELLEGRINI *et al.*, 2006; MENEZES *et al.* 2008).

Segundo Primavesi (2002) os benefícios da matéria orgânica decomposta nos solos estão relacionados ao fornecimento de substâncias agregantes, liberação de ácidos orgânicos e alcoóis que são fontes de carbono aos microrganismos livre fixadores de nitrogênio, alimento para organismos que produzem antibióticos que protegem as plantas de doenças radiculares, aumento da capacidade de troca de cátions do solo (CTC) e o poder tampão (resistência contra modificação brusca do pH).

Botelho *et al.* (2006) e Gliessman (2009) afirmam que teores mais elevados de matéria orgânica conferem uma coloração mais escura nos horizontes superficiais. Portanto, a coloração escura torna-se um indicador da presença da matéria orgânica do solo e pode ser encontrada com intensidade diferente conforme o aumento da profundidade do solo – geralmente as camadas mais superficiais possuem maior teor de matéria orgânica.

Um dos objetivos da matéria orgânica é ativar e manter a microbiota do solo, isso pode ser feito por meio de uso de técnicas de rotação de cultura, consorciação de espécies, plantio de adubos verdes, uso de adubos orgânico, como esterco, podas, capinas, compostos naturais e rochas moídas, além, da possibilidade de uso

de resíduos orgânicos disponíveis na propriedade que podem se tornar uma fonte de adubação orgânica de baixo custo (CAVALCANTI *et al.*, 2012).

O manejo agroecológico tem como finalidade produzir alimentos saudáveis, garantindo a saúde do agricultor, consumidor e ambiente, formando sistemas ecológicos mais estáveis com menor entrada de recurso externo e maior autossuficiência, quase sempre manejados sem aplicação de defensivos agrícolas, buscando aperfeiçoar o uso dos recursos locais (DAROLT, 2015). Não são usados agrotóxicos e adubos químicos porque o uso dessas substâncias pode causar desequilíbrio do ecossistema, contaminação e acidificação do solo e água, e provocar a perda da biodiversidade da fauna e flora. Apesar dos fertilizantes sintéticos serem obtidos de rochas naturais tratadas quimicamente, da origem a um adubo de disponibilização rápida de nutrientes para as plantas sem trazer benefícios para solo (KAMIHIRO, 2015).

Segundo Dubois *et al.* (1996), o monocultivo ocupa grandes extensões contínuas de terra e uso exagerado de produtos químicos, adubos industrializados e máquinas pesadas, caracterizando a agricultura moderna, de um modo geral, como não sendo sustentável em longo prazo, nem de forma ecológica, nem de forma econômica. Estas atividades estão causando uma forte redução das atividades biológicas presentes no solo com a erosão, progressiva acidificação/salinização e compactação da terra. A saúde biológica do solo contribui, de forma determinante, para a boa nutrição das plantas, por proporcionar melhora física do solo (NICHOLLS & ALTIERI, 2007).

No solo podem existir milhares de seres vivos de diferentes espécies, esses interagem e se complementam no processo de decomposição das matérias orgânica e mineral. Cada micro-organismo tem o seu papel, as bactérias auxiliam na decomposição, degradação das moléculas orgânicas complexas, transformações de nutrientes, interações mutualísticas (simbiótica e não-simbiótica), os fungos auxiliam na decomposição, degradação de moléculas orgânicas complexas, solubilizadores de fósforo, micorrizas e agregação do solo. Este conjunto de vida e matérias decompostas dá qualidade ao solo, que se traduz em mais fertilidade, estrutura, umidade, entre outros fatores. Porém o uso excessivo de insumos pode trazer malefícios aos seres vivos do solo, interrompendo esse ciclo (CAMPOS, 2015).

A agrofloresta também pode ser classificada como uma tecnologia socioambiental que fortalece os meios de vida dos agricultores familiares. As

práticas conservacionistas adotadas no manejo promovem a conservação dos recursos naturais como o solo, à água e a biodiversidade, além de ser um sistema que pode ser implantado na recuperação da reserva legal e na recuperação de áreas degradadas. A diversificação de espécies traz mais resiliência ao sistema, com aporte contínuo de matéria orgânica, atingindo diferentes estratos aéreos e profundidades radiculares, levando a uma melhor ocupação do solo (AGUIAR, 2008). Apresenta ainda boas perspectivas para atender a produção sustentável, e ser uma oportunidade para integrar a produção com a conservação da biodiversidade (LABARTA-CHAVARRI et al., 2005).

2.3 SAF Dendê

O projeto SAF Dendê teve início em 2006 e a implantação do sistema ocorreu em 2008, foi idealizado pela empresa Natura, com parceria no desenvolvimento da CAMTA (Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu), Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), Finep (Financiadora de Estudos e Projetos) e USAID (United States Agency for International Development). O projeto teve o intuito de buscar uma opção sustentável para substituir a monocultura da palma (*Eleais guinnenssis*), a solução encontrada foi adotar sistemas agroflorestais biodiversos com manejo agroecológico (KATO, 2011).

O interesse em produção de forma alternativa para *E. guinnenssis* foi pela produção da *commodity* óleo de palma, oleaginosa mais consumida no mercado internacional (BRASIL, 2018), ter seu cultivo em monocultura associado à impactos socioambientais negativos, destacando a emissão de gases de efeito estufa, perda de biodiversidade, desmatamento e conflitos sociais (GREENPEACE, 2017). Os maiores produtores são a Indonésia e Malásia, responsáveis por mais de 80% da produção mundial (ZEFERINO et al., 2014).

Algumas espécies presentes nas áreas desse sistema agroflorestal, além do dendê, são *Euterpe oleracea* (açai), *Theobroma cacao* (cacau), *Oenocarpus bacaba* (bacaba), *Tabebuia spp.* (ipê), *Hymenae acourbaril* (jatobá), *Piper nigrum* (pimenta do reino), *Canavalia ensiformis* (feijão de porco), *Cajanca janus* (feijão guandu), *Inga edulis* (ingá), *Crotalaria spectabilis* (crotalária) e *Pentaclethra maculoba* (pracaxi). Cada cultura está presente no sistema em diferente tempo e espaço, como, por

exemplo, os adubos verdes (crotalária, feijão de porco, feijão guandu e mucuna) foram retirados do sistema após o terceiro ano da implantação para fornecer espaço às perenes (KATO, 2011), sempre se atentando a atender as necessidades ecofisiológicas do dendê, espécie que exige elevada radiação solar (CARVALHO *et al.*, 2014).

2.4 Compostos bioativos

Os compostos bioativos são substâncias amplamente distribuída na natureza, produzidas como metabolitos secundários e com função extra nutricional (SINGH *et al.*, 2016). Esses compostos podem ser divididos em grupos, dentre os grupos o de maior importância para esse trabalho são os compostos fenólicos com cerca de 8000 compostos identificados nos vegetais, encontrados em diferentes partes das plantas e produzidos via do ácido chiquímico. A classe predominante no reino vegetal são os flavonoides, com mais de 4000 compostos identificados (WISEMAN, 2013).

Os flavonoides e ácidos fenólicos podem ser incolores ou apresentar coloração ampla do verde ao azul e as antocianidinas, classe presente nos flavonoides, que confere uma coloração do vermelho ao azul (HEIM *et al.*, 2002; KUSKOSKI, 2002).

Dentre os mais diversos benefícios dos compostos bioativos, como os compostos fenólicos, destaca-se seu poder antioxidante. Os antioxidantes atuam inibindo ou diminuindo os efeitos do estresse oxidativo no organismo desencadeado pelas espécies reativas de oxigênio (ERO) (ROCHA *et al.*, 2015) e são conhecidas por suas propriedades anti-carcinogênica, anti-inflamatória e antimicrobiana, prevenindo a oxidação de proteínas de baixa densidade (LDL), enfermidades cardiovasculares, doenças neurológicas e inflamatórias (ALASALVAR *et al.*, 2005; SOUZA, 2011; KANG, 2010). Por isso pesquisas sobre antioxidantes naturais é uma nova tendência na indústria farmacêutica e alimentícia, que além de estarem associados à manutenção da saúde e prevenção de doenças (FERRERA, 2016; TAIZ *et al.*, 2013), também podem dar origem a uma gama de corantes vegetais (FERREIRA, 2012). Entretanto, apesar do interesse por corantes naturais provenientes de plantas, esse produto ainda apresenta limitações para uso devido à dificuldade com estabilidade e purificação (GOUVEA, 2012).

Nos vegetais, os compostos fenólicos estão relacionados principalmente com as características organolépticas e pigmentos naturais, que atuam como atrativo para polinizadores e dispersores de sementes, defesa das plantas, como ataque de herbívoros e patógenos, e conferindo resposta a uma vasta possibilidade de estresses bióticos e abióticos (EVERETTE et al., 2010; AGATI et al., 2012). As antocianinas têm como característica a proteção contra danos provocados pela luz ultravioleta na folha, atuando como filtro e transformando a energia em calor inofensivo para a planta, além de atrair polinizadores (TAIZ et al., 2013). Dentre as antocianinas a cianidina-3-glucosídeo, também conhecida por Asterina ou Crisantenin, é um potente antioxidante (SEERAM, et al.2001) encontrada na amora preta, na framboesas vermelha, pitanga, morango e no açaí, sendo responsável pela cor vermelho escuro (VEBERIC, 2015).

Um grande número de fatores pode influenciar o conteúdo de compostos bioativos, dentre eles estão fatores genéticos (variedades), sazonalidade, condições climáticas, adubação, irrigação, ataque de patógenos, ponto de colheita, armazenamento, pós-colheita e sistema de cultivo (GORDON et al., 2012; DAIUTO et al, 2014), podendo haver variação na composição e teor compostos de bioativos frente a esses fatores de estresse, sua identificação e quantificação é importante para identificar a qualidade dos alimentos e potenciais benefícios a saúde (AGATI et al., 2012).

A radiação solar é um fator que influencia positivamente na produção de compostos fenólicos (flavonoides, taninos e antocianinas), porem a radiação intensa pode ocasionar na redução de compostos secundários. É necessário conhecer a espécie, sua fase de desenvolvimento e níveis de tolerância (GOBBO-NETO et al., 2007; TAIZ et al., 2013).

A presença de irrigação é outro fator, em sistemas de manejo agroecológicos o uso de irrigação é reduzido por se optar por técnicas de manutenção da umidade no solo, este estresse ambiental promove uma adaptação gradual da planta, favorecendo a produção de metabolitos secundários e deixando as plantas mais fortes e resistentes. No entanto, plantas de sistema convencional tendem a ter menor resistência em condições de estresse ambiental. (FERNANDES, 2016).

Outro fator que deve ser mencionado é o cultivo em sistemas de produção convencional, os alimentos tendem a apresentar menores taxas desses metabólitos secundários quando comparado com cultivos naturais, isso indica menos benefícios

para o desenvolvimento da planta e para quem ira comê-lo. Ademais, há relato de maior nível de contaminação por metais pesados, nitratos, nitritos e resíduos tóxicos dos agroquímicos em alimentos de cultivo convencional (BORGUINI, 2015; FERNADES, 2016).

Um exemplo na adubação é o uso de silício que influencia positivamente a produção de compostos fenólicos na parte aérea da planta de arroz, conforme a pesquisa de Mendonça et al. (2013).

Uma situação que pode influenciar fora do campo são os tratamentos com altas temperaturas, por exemplo, a pasteurização, esses processos podem afetar negativamente os compostos bioativos, a qualidade nutricional e sensorial do alimento, degradando as substâncias de interesse (HOFFMANN-RIBANI *et al.*, 2009).

Além da produção de compostos bioativos deve ser levado em conta sua absorção pelo organismo, dependendo da quantidade ingerida e da biodisponibilidade desses compostos, ou seja, fatores intrínsecos favoráveis a sua absorção.

As antocianinas e outros compostos fenólicos majoritariamente solúveis em água favorecem a biodisposição quando processados e diluídos, possuindo rápida absorção após consumo. Souza *et al.* (2011) afirma capacidade antioxidante após o consumo da polpa de açaí. Porém mesmo as substâncias em forma potencialmente biodisponível, a biodisponibilidade depende de outras variáveis fisiológicas, como absorção intestinal, a microflora, o metabolismo hepático, a natureza dos metabólitos e a variabilidade individual. Bem como, exercícios regulares, redução do consumo de álcool e abolição do tabagismo são atitudes fundamentais para a obtenção de uma vida saudável. Com isso, a biodisponibilidade real varia para cada indivíduo (PEREIRA, 2016).

3 MATERIAL E MÉTODOS

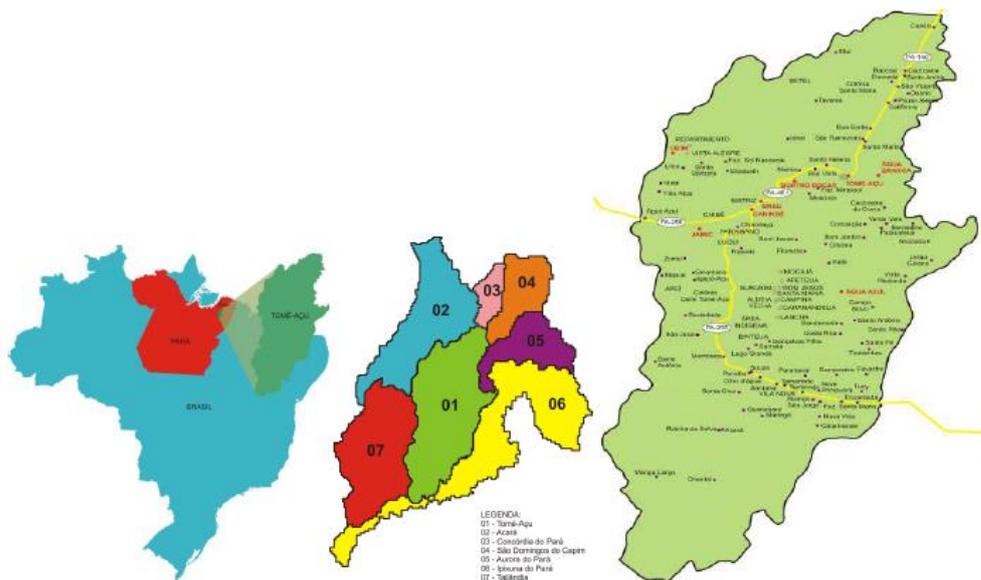
3.1 Localização

3.1.1 Tomé-Açu

A área de estudo localiza-se no município de Tomé-Açu, que está situado na porção nordeste do estado do Pará, na microrregião do Vale do Acará, (Figura 2). Nesta cidade prevalece o clima quente e úmido, enquadrando-se ao tipo climático *Ami*, conforme classificação de Köppen (PACHECO et al., 2001). As médias anuais das temperaturas máxima, média e mínima são de 28°C, 26,2°C e 21,4°C, respectivamente. A pluviometria média é de 2.300mm respectivamente (PACHECO et al., 2009).

O uso da terra em Tomé-Açu diferencia-se de outras áreas da Amazônia pelo fato de que nesta foi adotada, em sua maioria, o cultivos perenes no lugar do cultivo de hortaliças.

Figura 2 – Localização do município de Tomé-açu, estado do Pará e Municípios limítrofes



Fonte: UEPA (2010).

Os frutos de açaí possuem três origens distintas, dando ascendência aos tratamentos deste estudo, com 10 repetições cada, conforme a baixo:

Tratamento 1- Polpa de Açaí do SAF Dendê UD1 (Adubação orgânica e manejo agroecológico)

Tratamento 2- Polpa de Açaí do SAF Dendê UD2 (Adubação orgânica e manejo agroecológico)

Tratamento 3- Polpa de Açaí do SAF da CAMTA comercial (Adubação convencional)

3.1.2 Unidades Demonstrativas (UD's) e unidade convencional

Foram implantados 18 hectares de sistema agroflorestal em 2008 pelo projeto SAF Dendê, sendo considerado um sistema estabelecido e em produção em 2018. Este modelo de SAF é composto por três UD's iniciais de seis hectares cada, instalados em áreas de cooperados da CAMTA (Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu). Foram utilizadas neste estudo somente duas unidades, em função da ausência de açaizeiro em uma delas, e uma terceira área de produção convencional de cooperado da CAMTA. Tendo diferente histórico de uso do solo: pomar abandonado, capoeira e agricultura. A relação das áreas pode ser observada na (Figura 3).

Cada Unidade Demonstrativa do SAF Dendê possui uma diversidade de plantas tendo como principal as culturas do dendezeiro (*Elaeis guineensis*), açaí (*Euterpe oleracea*) e cacau (*Theobroma cacao*), também composto por outras espécies oleaginosas, frutíferas, madeireiras e adubadeiras.

Figura 3 - Caracterização das Unidades

| Trat. | Histórico | Solo | Composição perene | Tipo |
|--------------|---------------------|--------------------------------|---|-------------------------|
| 1 | Pomar Abandonado | Argiloso com má drenagem | Dendê, açaí, cacau, gliricídia, ipê, jatobá, pracaxi, ucuuba, pimenta, ingá, castanha | Complexo Orgânico |
| 2 | Capoeira | Plantita | Dendê, açaí, cacau, gliricídia, ipê, andiroba, bacaba, guanandi, taxi branco, ingá | Complexo Orgânico |
| 3 | Agricultura | - | Cacau | Simples Convencional |

- Tratamento 1: Unidade Demonstrativa 1, Tratamento: 2 Unidade Demonstrativa 2 e Tratamento 3: Convencional.

A adubação orgânica é realizada por meio de diferentes tipos de adubos orgânicos (resíduo da indústria como torta/cacho vazio de dendê, composto da CAMTA, cama de frango, torta de mamona) e complementada com adubos minerais permitidos pela agricultura orgânica, como sulfato de potássio, fosfato ARAD e produbor 10, e também a entrada de matéria orgânica por processos naturais ou manejo. Aplicação de E.M., microorganismos eficientes, foi utilizada para otimização da ciclagem dos nutrientes e ajudar na resistência das plantas a pragas e doenças. Esses microorganismos produzem substâncias orgânicas úteis às plantas, e podem produzir hormônios e vitaminas que melhoram as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (ANDRADE, 2011).

Os manejos realizados são: capina de espontâneas, poda rasa do adubo verde, poda fitossanitária, poda de desrama das árvores, poda baixa das adubadeiras. Além de fornecerem nutrientes quando podadas, elas protegem o solo, conservam umidade e evitando a erosão superficial.

A unidade comercial possui adubação convencional com NPK, utilizando os adubos uréia, yorin e cloreto de potássio. A poda dos cacauzeiros é realizada para controlar a altura da plantas, facilitando a colheita e identificação de vassoura-de-bruxa, também são retirados os brotos laterais e deixados na área para fornecimento de nutriente e proteção do solo.

3.2 Obtenção das amostras

3.2.1 Amostra De Polpa De Açaí, *Euterpe oleracea*

As amostras de açaí foram coletadas em duas unidades do SAF Dendê e uma área convencional da CAMTA, sistema agroflorestal com adubação convencional e baixa diversidade de plantas. Os frutos das três áreas são da variedade BRS-PARÁ da Embrapa e foram colhidos no mesmo período, ponto de maturação e município. O processamento foi realizado na agroindústria da CAMTA no mesmo equipamento e com o mesmo operador, na tentativa de minimizar variações. As etapas estão mencionadas na Figura 4.

Figura 4 – Fluxograma das etapas para obtenção das amostras de polpa de açaí.



3.2.2 Colheita

Foi mantido o padrão de colheita dos cachos, selecionando aquelas em ponto de colheita, ou seja, com a maioria dos frutos do cacho maduros e começando se desprender (Figura 5). O volume de colheita utilizado para processamento nas três áreas foi de duas caixas, equivalente a 60kg de fruto de açaí. Os frutos para análise foram transportados para a agroindústria da CAMTA, onde ficaram armazenados em local sombreado até o momento do processamento.

Figura 5 – Fruto do açaí maduro com o mesocarpo retirado parcialmente, à direita, cacho de açaí em ponto de colheita, à esquerda



3.2.3 Preparo e processamento

Na agroindústria da CAMTA, os frutos passaram por duas etapas de lavagem com água em temperatura ambiente em um recipiente de 2.000 litros. A primeira lavagem tem a função de retirada dos resíduos sólidos, os de menor densidade são retirados com peneira e os de maior densidade são descartados com a água que fica no recipiente, os frutos são transferidos para água limpa. Na segunda lavagem são adicionados 25ml de hipoclorito e os frutos permanecem nesta solução por 1h:10min. Nessa etapa o mesocarpo é amolecido e formam rachaduras, que possibilitam o desprendimento no momento da batida (Figura 6).

Figura 6 – Fruto de açaí após etapa de amolecimento



Os frutos foram batidos na batedeira de aço inox 72kg, usada para menores volumes. Durante o processo de batida foram retiradas 10 amostras de um litro por tratamento. Entre o processamento dos frutos de cada tratamento (origem) o equipamento era lavado para evitar contaminação entre as amostras.

Todas as amostras foram levadas ao laboratório da agroindústria e fracionadas em três amostras menores conforme seu destino de análise (CAMTA, NATURA e UNESP), sendo duas congeladas imediatamente em embalagem plástica na câmara frigorífica (-40°C) e uma utilizada para as análises no laboratório de qualidade da CAMTA.

No total foram separados 10 litros de polpa por tratamento, cada amostra era constituída de 1 litros de polpa e fracionada em três volumes menores, 200g Laboratório de qualidade da CAMTA, 400g Laboratório de tecnologia de pós-colheita da UNESP e 400g laboratório de tecnologia da NATURA, todas devidamente etiquetadas. Ao total foram 90 subamostras e 30 subamostras para cada tratamento.

3.3 ANÁLISES

3.3.1 Caracterização física

3.3.1.1 Densidade

Utilizada para se medir o grau de concentração de massa em determinado volume de polpa. Com o uso de balança analítica foi pesado um volume conhecido de polpa a temperatura de 20°C e aplicado à fórmula de densidade.

3.3.1.2 Teor de polpa

Foi determinado o teor de polpa do açaí por meio de centrifugação da amostra e pesagem do conteúdo decantado. Este é um dos parâmetros avaliados no padrão de qualidade pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Resultado expresso em porcentagem.

3.3.1.3 Sólidos totais

Para determinação do extrato não volátil (seco), a amostra foi submetida a 100°C em banho Maria até secagem e 100° C na estufa por 30 minutos em placas de Petri metálicas previamente taradas. A leitura do peso da polpa seca foi feita após esfriamento em dessecador (AOCS, 2009). Resultados expressos em porcentagem.

3.3.1.4 Parâmetros de Cor

Determinação dos valores de L*, referente a luminosidade, expresso em porcentagem, sendo 0% escuro (preto) a 100% claro (branco), que representa o brilho. O a*, referente ao componente vermelho-verde (a* negativo = verde e a* positivo = vermelho), e b* referente ao componente amarelo-azul (b*negativo = azul e b* positivo = amarelo). Os valores foram obtidos diretamente do espectrofotômetro de bancada e utilizados para cálculo do ângulo hue (°h) e croma (C*), conforme equações:

$$^{\circ}h = \arctan \frac{b^*}{a^*} \quad (1)$$

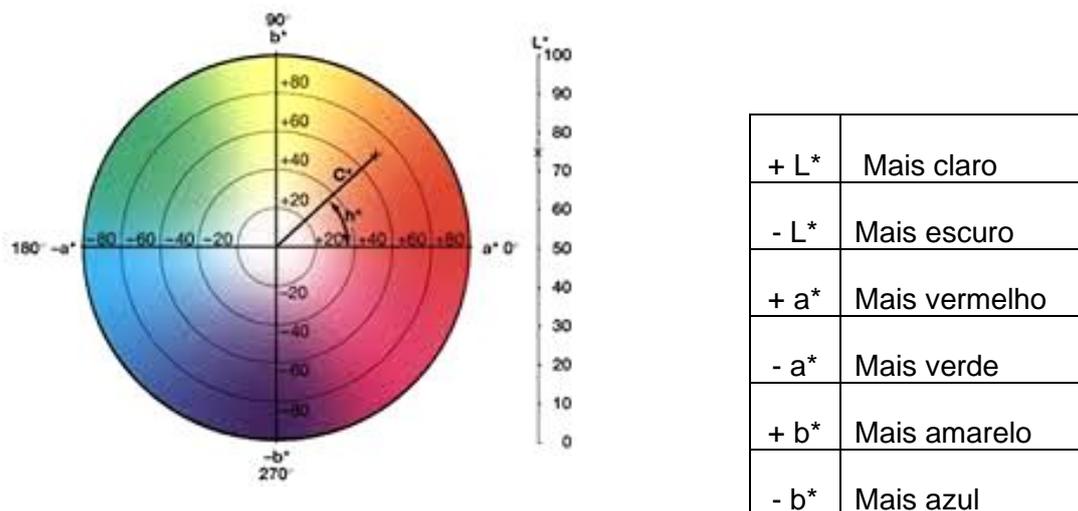
Onde, °h é o ângulo Hue e arctan é o arco tangente.

$$C^* = \left((a^*)^2 + (b^*)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

Onde, C é o croma, a^* e b^* são elevados a segunda potencia e o resultado elevado a meio.

No ângulo hue, o 0° representa vermelho puro, 90° representa o amarelo puro; 180° representa o verde puro, o 270° o azul puro e 360° vermelho puro. Conforme sua angulação a representação sofre variações, como 0 a 18° para a coloração vermelho-violeta, 19 a 54° para a coloração vermelho, 55 a 90° para a coloração laranja, 91 a 126° para a coloração amarelo, 127 a 162° para amarelo-verde, 163 a 198° para a coloração verde, 199 a 234° para azul-verde, 235 a 270° para azul, 271 a 306° para azul-violeta e 307 a 342° para violeta, 343 a 360° vermelho-violeta, perfazendo 360° (Figura 7). Com relação ao croma, quanto mais altos os valores de C^* , mais intensa é a cor observada (LAWLESS; HEYMANN, 1998).

Figura 7 - Círculo cromático



Fonte: Embrapa Instrumentação (2017)

3.3.1.5 Teor de Umidade

A umidade corresponde à perda de peso sofrida pelo produto quando aquecido, perdendo água e outras substâncias que volatilizam.

Foram pesados cerca de três gramas de cada amostra, colocados nos cadinhos e levado para estufa com aquecimento a 105°C (± 1 °C) com circulação forçada até que o peso se torne constante, depois posto para esfriar, no dessecador por 30 minutos. Os resultados foram expressos em porcentagem e o método utilizado foi o descrito nas normas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

3.3.1.6 Cinzas

As cinzas foram determinadas conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008). As amostras foram queimados em Mufla a 500 - 550°C (± 30 °C) durante 2 horas, depois posto para esfriar, com pinça, no dessecador por 60 minutos. Os resultados foram expressos em porcentagem.

3.3.1.7 Viscosidade

Realizada no viscosímetro Brookfield DV-II Pro, o viscosímetro mede a resistência do spindle a rotação no meio estudado, que recebe o nome de torque. O Spindle utilizado foi o S63, devido à baixa viscosidade, a rotação foi de 12 rpm e 20 segundos de tempo trabalho. Foram realizados testes para definição da velocidade, spindle e tempo (RABELO, 2000). O resultado foi expresso em cP.

3.3.2 Caracterização físico-química

3.3.2.1 Sólidos Solúveis

Os teores de sólidos solúveis foram determinados por leitura refratométrica direta, expressa em °Brix, conforme metodologia de AOAC (HORWITZ, 2005), utilizando-se refratômetro portátil.

3.3.2.2 Acidez Total Titulável

Foi determinada por titulometria com solução padronizada de hidróxido de sódio a 0,1 N, tendo como indicador o ponto de viragem da fenolftaleína 1%, utilizando-se dois gramas de polpa homogeneizada de açaí, diluída em 100 mL de água destilada. Os valores foram expressos em gramas de ácido cítrico por 100g de polpa, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008).

3.3.2.3 Índice de maturação

É a relação entre sólidos solúveis (°Brix) e acidez total titulável, usada para verificar o grau de maturação do fruto, essa relação é conhecida como RATIO. A equação pode ser descrita:

$$RATIO = \frac{SS}{AT} \quad (3)$$

Onde, RATIO é o índice de maturação, SS é sólidos solúveis e AT é acidez total titulável.

3.3.2.4 Potencial Hidrogeniônico (pH)

A leitura de pH foi realizada pelo método potenciométrico, utilizando equipamento pHmetro digital DMPH – 2, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008). A medida do potencial de hidrogênio é utilizada para indicar acidez, neutralidade ou alcalinidade da fruta polpa de fruta.

3.3.2.5 Açúcares Totais, Açúcares Redutores e Sacarose

A metodologia aplicada foi a de Somogy, adaptada por Nelson (1944). O aparelho utilizado para leitura foi o espectrofotômetro, sendo a leitura realizada no comprimento de onda 535nm.

Para determinar a sacarose foi necessário subtrair o resultado dos açúcares redutores dos açúcares totais e multiplicar pelo fator de correção, 0,95.

$$SACAROSE = (AT - AR) \times 0,95 \quad (4)$$

Onde, AT é açúcares totais e AR é açúcares redutores.

3.3.2.6 Fibra Bruta Alimentar

A análise foi realizada segundo a metodologia da AOAC (HORWITZ, 2005) que consiste em digestão ácida (H₂SO₄ a 1,25 %) por 30 minutos de ebulição branda e digestão alcalina (NaOH 1,25 %) por 30 minutos de ebulição branda. As amostras são filtradas e secas em estufa a 105 °C (± 2°C) por 8 h e pesados em balança analítica digital, subtraindo-se o peso do papel filtro se tem o valor da fibra. O resultado foi expresso em porcentagem de fibra bruta.

3.3.2.7 Teor de Proteína Bruta

Para a análise de proteína bruta de polpa de açaí, utilizou-se o método da AOAC (HORWITZ, 2005). A polpa foi homogeneizada e colocada no bloco digestor com a solução digestora para digestão sulfúrica. Depois de digerido levaram-se as amostras ao destilador de proteína, no aparelho de Microkjeldah, e titulou-se com Ácido sulfúrico 0,01N até viragem do verde claro para a cor rosa. O volume usado de Ácido sulfúrico foi usado para o cálculo de % Nitrogênio. Para chegar no teor de proteína bruta o valor de % Nitrogênio foi multiplicado por 6,25.

3.3.2.8 Lipídios ou extrato etéreo

Empregou-se o método de Soxhlet, segundo método do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). A amostra liofilizada foi colocada no cartucho de papel filtro do Soxhlet e preenchido com algodão, foi colocado o cartucho dentro do extrator de Soxhlet, adicionado o éter de petróleo e conectado ao condensador. O processo durou em torno de 8 horas com velocidade constante de gotejamento. Resultado é expresso em porcentagem.

$$\text{LIP (\%)} = \frac{\text{PG} \times 100}{\text{PA}} \quad (5)$$

Onde LIP é lipídios, PG é peso da gordura e PA é peso da amostra.

3.3.3 Caracterização mineral

3.3.3.1 Determinação de minerais

As amostras de polpa foram conduzidas ao Laboratório de análise química de plantas do Departamento de Solos e Recursos Ambientais da FCA/UNESP-Botucatu para obtenção dos teores de minerais.

Os minerais P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn foram determinados por digestão Nitro-perclórica. A análise de P realizou-se por meio do método do espectrofotômetro VIS. Para os minerais K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn realizou-se a determinação por meio do método espectrofotometria de absorção atômica, (RAIJ, 2001). O resultados foram expressos para os macronutrientes em g.kg⁻¹ e micronutrientes em mg.kg⁻¹.

3.3.4 Compostos bioativos

3.3.4.1 Compostos Fenólicos

Para o preparo do extrato foi pesado 0,1 g de polpa de açaí em tubos tipo Falcon onde foram adicionados 5 mL da mistura metanol:água (80:20 v/v). Os tubos contendo polpa de açaí e o metanol 80% foram submetidos à homogeneização com Turrax por alguns minutos à temperatura ambiente. Em seguida, os extratos foram levados ao banho ultrassônico por 20 minutos e em seguida centrifugados a 5000 rpm durante 15 minutos. Na sequência, foi retirado o sobrenadante e armazenado em frascos âmbar à temperatura de 8°C. Foram adicionados no tubo tipo Falcon mais 5 mL da mistura metanol:água (80:20 v/v). Os tubos contendo polpa de açaí e o metanol 80% foram novamente submetidos à homogeneização com Turrax por alguns minutos a temperatura ambiente. Em seguida, os extratos foram levados ao banho ultrassônico por 20 minutos e em seguida centrifugados a 5000 rpm durante 15 minutos. Na sequência, foi retirado o sobrenadante e armazenado em frascos âmbar juntamente com o primeiro sobrenadante retirado à temperatura de 8°C. Esse procedimento foi repetido por mais 2 vezes, totalizando 3 lavagens da polpa de açaí com o metanol 80%. Os sobrenadantes retirados eram juntados e acondicionados em frasco âmbar até o momento das análises.

Os compostos fenólicos totais do extrato de polpa de açaí foram determinados pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu (SINGLETON et al., 1999). Para a realização da análise, uma alíquota de 0,5 mL do extrato foi transferida para um tubo e adicionado 2,5 mL do reagente Folin/Ciocalteu. A mistura permaneceu em repouso por cinco minutos. Em seguida foram adicionados dois mL de carbonato de sódio 4% e os tubos deixados em repouso por 2 horas, ao abrigo da luz. A absorbância foi medida em espectrofotômetro a 765nm. Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico.100 gramas⁻¹ de polpa fresca, com base em curva de calibração.

3.3.4.2 Capacidade antioxidante

A medida da capacidade de captura foi determinada pelo método DPPH baseado no princípio de que o DPPH (1,1-difenil-2-picrilidrazil), sendo um radical estável de coloração violeta, aceita um elétron ou um radical hidrogênio para tornar-

se uma molécula estável, sendo reduzido na presença de um antioxidante e adquirindo coloração amarela.

A reação foi composta pela adição de 3,0 mL de metanol P.A., 0,5 mL do extrato de polpa de açaí e 0,3 mL do radical DPPH em solução de metanol 0,5mM e incubada por 45 minutos, em temperatura ambiente e ao abrigo a luz. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 517 nm. Os resultados foram expressos em porcentagem de DPPH reduzido (MENSOR et al., 2001).

3.3.5 Cromatografia de camada delgada

O preparo das amostras para o CAMAG (WinCATS software 2.5.18072.1) foi realizado com as polpas de açaí liofilizadas em balão volumétrico (5ml) e concentração de 10mg/ml diluído em água. Por meio de seringa com filtro de 0,45um acoplado transferir o conteúdo do balão para 2 vials (2ml) e identificados.

As classes analisadas foram de terpenóides, açúcares e flavonoides e ácidos fenólicos.

Açúcares: O eluente utilizado foi o padrão para açúcares no CAMAG, composto Acetonitrila: Acetona: Água (40: 40: 5 v/v) e revelador de 0,5g de Timol em solução de 95ml de etanol e 5ml de ácido sulfúrico.

Flavonoides e ácidos fenólicos: O eluente utilizado foi o descrito por Rumalla (2012) para análise de polpa de açaí, composto por Acetato de etila: Ácido fórmico: Ácido acético: Água (10: 1.1: 1.1: 2,6 v/v) e revelador 1% de difenilboriloxietilamina (NP/PEG) diluído em metanol e 5% de PG-4000 diluído em etanol (10: 8 v/v).

Padrões: Para todos os padrões o solvente utilizado para diluição foi o etanol.

3.3.5 Análise estatísticas

Os dados foram tabulados no programa Microsoft Office Excel e submetidos à análise de variância. Para comparação das médias foi aplicado o teste Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade, no programa estatístico SISVAR.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por intermédio da análise de variância ($p < 0,05$) pode-se verificar que a adubação orgânica e convencional promovem alterações nas características físicas, físico-químicas, composição mineral e compostos bioativos de frutos de açaí, cultivados em sistemas agroflorestais em Tomé-Açu, Pará, Brasil.

4.1 Densidade, teor de polpa, sólidos totais e viscosidade

Os valores encontrados para densidade e sólidos totais na UD1 e UD2 não diferiram estatisticamente do manejo convencional. Todavia, o teor de polpa dos frutos e viscosidade apresentaram outros resultados, a UD2, 56,65%, se diferenciando do convencional, 64,99%, e para viscosidade da UD1 (269,603 cP) e UD2 (274,307cP) se diferiram do convencional (199,393 cP) (Tabela 2).

Tabela 2 - Teores de densidade (g/cm^3), teor de polpa (TP - %), sólidos totais (ST - %) e viscosidade (VS - cP) das polpas de açaí oriundas de duas unidades demonstrativas do SAF Dendê e convencional, Tomé-Açu, 2019

| Tratamento | Densidade | TP | ST | VS |
|--------------|-----------|---------|--------|----------|
| UD1 | 0,9935 | 65,365 | 15,209 | 269,603* |
| UD2 | 0,9942 | 56,654* | 14,356 | 274,307* |
| Convencional | 0,9967 | 64,9910 | 14,124 | 199,393 |
| CV (%) | 1,20 | 11,34 | 12,42 | 48,31 |

*Significativo pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. CV (%) – Coeficiente de Variação.

A determinação do teor de sólidos totais da polpa de açaí permite classificá-la de acordo com a legislação vigente para os Padrões de Identidade e Qualidade. A classificação é realizada em três tipos distintos: tipo A, grosso ou especial (acima de 14% de sólidos totais), Silva (2017) encontrou para o tipo grosso, 14,64%. Os teores de sólidos totais variam com a quantidade de água adicionada no despulpamento, afetando a aparência na textura da polpa. As polpas em estudo são do Tipo A e

elas se encontram no padrão exigido pela legislação apresentando mais de 14% de sólidos totais, o que dá uma aparência mais grossa.

Teor de polpa é uma análise feita especificamente na indústria de processamento de polpa de fruta, o açaí deve estar na faixa 42 – 75%, as três amostras em estudo se encontram dentro desta faixa.

Para densidade a faixa é de 0,98 – 1,01 g/cm³, as três amostras em estudo se encontram dentro desta faixa, 0,9935 - 0,9967. Na literatura é encontrado valores próximos entre 0,99- 1,01g/cm³ (GONÇALVES, 2017).

As amostras apresentam viscosidades com diferença significativa da convencional, variando de 199,39 – 274,31, essa diferença é notada visualmente e confirmada com a análise reológica.

4.2 Parâmetros de cor

A polpa dos frutos da UD2 apresentou menores valores de b* (0,794), a*, (5,844) e Hue (7,74) comparado com o convencional, para croma, a UD (134,408) e UD2 (26,552) apresentaram valores inferiores ao convencional e não houve diferença para luminosidade.

Por outro lado a polpa convencional obtiveram-se maiores médias para a*, 7,701, luminosidade, 25,953, e croma, 37,508 (Tabela 3), esse resultado demonstra que é uma polpa mais clara e com mais brilho.

Tabela 3 – Resultados das determinações a*, b*, luminosidade (L), croma (Cr) e Hue das polpas de açaí oriundas de duas unidades demonstrativas do SAF Dendê e convencional, Tomé-Açu, 2019

| Tratamento | a* | b* | L* | Cr* | Hue |
|--------------|--------|--------|--------|---------|-------|
| UD1 | 7,033 | 1,569 | 24,837 | 34,408* | 12,98 |
| UD2 | 5,844* | 0,794* | 23,042 | 26,552* | 7,74* |
| Convencional | 7,701 | 1,676 | 25,953 | 37,508 | 12,28 |
| CV (%) | 5,30 | 25,77 | 3,88 | 6,66 | 27,23 |

*Significativo pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. CV (%) – Coeficiente de Variação.

Em relação ao parâmetro a^* , com valores de 5,8-7,7, tem-se o indicativo que as amostras tendem ao vermelho. Os valores encontrados nas amostras de Cipriano (2011) foram inferiores, que corresponde a 1,02. Os valores para o parâmetro b^* são superiores aos encontrados por Soares (2017) e por Cipriano (2011), -0,29.

As amostras apresentaram valores para a coordenada L^* , 23,04 – 25,95, semelhantes ao encontra na literatura, segundo Cipriano (2011), é de 25,46 e 23,59 por Hubinger et al. (2004). Por serem baixos, indicam que as amostras tendem à coloração preta.

Para Cr^* , os valores mais altos representam uma cor mais intensa e valores mais baixos indicam uma cor opaca, resultando em uma polpa de açaí com coloração mais intensa para o presente estudo, 37,408 – 26,552, quando comparado com a literatura, 12,9 (CANUTO, 2010) e 1,6 (CAPRIANO, 2011).

Nos valores encontrados para Hue representa uma tonalidade avermelhada, e quanto mais próximo ao zero mais vermelho, os valores deste estudo, 7,74 - 12,98, são inferiores ao da literatura, 48,7 (CANUTO, 2010). A UD2 foi o tratamento com tonalidade mais próxima do vermelho, esse resultado pode ser relacionado com o maior teor de compostos fenólicos, pois as antocianinas são responsáveis por manifestar esse coloração.

Os paremos de cor são mais bem interpretados de forma qualitativa, pois não apresentam valores absolutos e somente a definição de cor roxa violáceo conforme o MAPA(BRASIL, 2018) pensando em aceitabilidade do consumidor, os resultados indicam que todas as polpas estariam em padrão para consumo porem o fato da polpa da UD2 apresentar coloração mais avermelhada a tornaria mais atrativa por ter aspecto de mais fresco, diferente do tom acastanhado que representa um aspecto de oxidado. Esse parâmetro pode ter sido influenciado pelo teor de compostos fenólicos.

Os parâmetros a^* , b^* e L^* se encontram dentro dos padrões da Agroindústria da CAMTA, apresentando resultados similares a polpa recém processada. Comparando os parâmetros de cor com os presentes em literatura, pode-se observar grandes diferenças entre os resultados, possivelmente seja pelo tempo entre o processamento e a análise de determinação de cor, procedimentos com temperatura (pasteurização), condições de armazenamento e adulteração.

4.3 Umidade, cinzas, fibra bruta, proteína bruta e lipídios

Os frutos dos açazeiros da UD1 e UD2 não diferiram estatisticamente da convencional quanto aos teores de umidade, cinzas e lipídios. No caso da fibra bruta a polpa dos frutos da UD2 apresentam maior média, 7,523%, e para proteína o destaque foi para os frutos da UD1, 1,839%, com relação ao convencional (Tabela 4).

Tabela 4 – Teores de umidade (%), cinzas (%), fibra bruta (FB - %), proteína bruta (PB - %) e lipídios (%) das polpas de açaí oriundas de duas unidades demonstrativas do SAF Dendê e convencional, Tomé-Açu, 2019

| Tratamento | Umidade | Cinzas | FB | PB | Lipídios |
|--------------|---------|--------|--------|--------|----------|
| UD1 | 85,275 | 0,561 | 5,815 | 1,839* | 41,640 |
| UD2 | 85,942 | 0,566 | 7,523* | 1,462 | 41,530 |
| Convencional | 86,221 | 0,606 | 6,291 | 1,572 | 42,280 |
| CV (%) | 1,63 | 12,46 | 18,28 | 13,45 | 11,21 |

*Significativo pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. CV (%) – Coeficiente de Variação.

Os resultados encontrados para umidade nessa pesquisa (85,27- 86,22%) são dados semelhantes às referencias, Fregonesi et al. (2010) encontrou conteúdo médio de umidade no açaí de 89,50% e Rufino et al. (2011) encontrou 85,7%, para o tipo grosso, esse alto teor de umidade é explicado pela quantidade de água colocada no processamento dos frutos para retirada da polpa.

Com a análise de cinzas se tem o conteúdo de substancias inorgânicas (minerais) presentes na amostra, esse resultado varia na literatura. Segundo Rogez (2000) a diferença desses valores esta de acordo com a variedade, origem e época de colheita. Como resultado dessa pesquisa se teve um teor de 0,57% de cinzas, porem na literatura podemos encontrar os valores de 0,15% a 0,43% (FREGONESI et al., 2010).

Os teores encontrados para fibra bruta nesse trabalho, foram 5,8-7,5% em polpa úmida, segundo Yuyama et al. (2002) foram de 5,9 - 7,7% em polpa úmida, diferente de Carvalho (2010) que encontrou um teor de 40,27% em base seca.

Compararmos os resultados citados, percebe-se que o resultado é semelhante com a primeira referencia em base úmida e superior valor de fibra bruta em base seca. Rufino (2008) verificou que há correlação positiva entre polifenóis e atividade antioxidante com o teor de fibras, ou seja, maior valor de fibras esta associado a maior teor de compostos fenólicos, explicando os maiores valores para UD2 nesta análise devido aos resultados de compostos fenólicos.

O resultado de proteína bruta, quando considerado massa seca, apresentam valores semelhantes aos da literatura, com teores de 10% - 12% nesta pesquisa, 12% foi encontrado por Gordon et al. (2012), que supera o valor de 6,27% quando comparado com Ruffino et al. (2011). A UD1 apresentou diferença significativa no teor de proteína quando comparado ao convencional, assim como o nitrogênio que esta diretamente relacionada, possivelmente houve uma maior fornecimento de nitrogênio pela biomassa das podas ou maior disponibilidade devido a retenção hídrica, levando ao aumento destes teores (OLIVEIRA, 2011). Segundo a Instrução Normativa nº 37, de 1º de outubro de 2018 (BRASIL, 2018), o percentual mínimo de proteínas que a polpa deve conter é de 7%. Vieira et al., 2014 também encontrou maiores teores de proteína bruta no cultivo orgânico de tomate e Khatarpaul (2008) na cultura do trigo comparado com o convencional. De acordo com os valores encontrados neste trabalho e na literatura, a polpa de açaí apresenta elevado valor nutricional e é uma boa fonte de proteína quando comparado com outras frutas.

Os resultados obtidos para o teor de lipídios foram entre 41,53 – 42,28%, mostram-se próximos dos valores encontrados por Gordon et al. (2012), 48%, e superiores a Ruffino et al (2011), 20,82%. A polpa de açaí tem elevado teor de ácidos graxos insaturados, 68 a 71%, outro fator que o torna atraente ao mercado de alimentos funcionais (Nascimento et al., 2008). Segundo Rogez (2000) o perfil de ácidos graxos do óleo de açaí é semelhante ao perfil do óleo de oliva.

4.4 Sólidos solúveis, acidez titulável, índice de maturação e pH

As variáveis SS, AT, SS/AT não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), tendo significância apenas no pH, com o maior resultado para UD1, com 5,231 (Tabela 5).

Tabela 5 – Teores de sólidos solúveis totais (SS - °Brix), acidez titulável (AT) (g Ac. Cítrico/100g), índice de maturação (SS/AT) e potencial hidrogeniônico (pH) das polpas de açaí oriundas de duas unidades demonstrativas do SAF Dendê e convencional, Tomé-Açu, 2019

| Tratamento | SS | AT | SS/AT | pH |
|--------------|-------|-------|--------|--------|
| UD1 | 6,180 | 0,175 | 35,789 | 5,231* |
| UD2 | 6,110 | 0,191 | 32,211 | 5,164 |
| Convencional | 6,040 | 0,181 | 33,665 | 5,147 |
| CV (%) | 17,23 | 16,02 | 16,07 | 0,94 |

*Significativo pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. CV (%) – Coeficiente de Variação.

Os valores obtidos para acidez titulável nas polpas de açaí situam-se dentro do Programa de Identidade e Qualidade do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Instrução Normativa nº 37, de 1º de outubro de 2018) (BRASIL, 2018), tendo como limite 3,2 g de ácido cítrico por 100 g de polpa. Os resultados encontrados foram entre 0,75 e 0,90 g de ácido cítrico por 100 g de polpa e em outros trabalho foi encontrado 2,5 g de ácido cítrico por 100 g de polpa (OLIVEIRA et al, 2011). Assim como Sarmento et al. (2012) não foram observadas diferença na acidez titulável em culturas hortícolas sob manejo orgânico e convencional.

O teor de sólidos solúveis totais apresenta correlação com teores açúcares e ácidos orgânicos, tendo constituição de 65 a 85% do valor total pelos açúcares. Os baixos valores de sólidos solúveis indicam pouco teor de açúcares, porem dentro da faixa de especificação, sendo em torno de 6 °Brix nesse estudo, 5,8 °Brix por Carvalho et al. (2010) e 2,5°Brix por Oliveira et al. (2011).

Apesar dos trabalhos Nascimento et al. (2013) e Petry et al. (2012) mostrarem maiores teores de sólidos solúveis no sistema orgânico comparado ao convencional, neste trabalho não houve diferença significativa entre os manejos.

A relação SS/AT, índice de maturação, indica a doçura dos frutos sendo uma das formas mais utilizadas para a avaliação do sabor, maiores valores refletem melhor equilíbrio entre o doce e o ácido (NEVES, 2015). Esse parâmetro é importante do ponto de vista tecnológico, pois fornece um indicativo do sabor para o

consumo in natura e frutos de sabor mais doce apresentam melhor aceitação dos consumidores no consumo (LIMA, 2012). Os valores encontrados no índice de maturação foram superiores aos de Gonçalves (2017), variando de 32,2 – 35,8 nesta pesquisa comparado com 20 - 25 na literatura.

Os valores de pH e acidez titulável mostram que a polpa de açaí tem pouca acidez, tornando o mais suscetível a microrganismos, incluindo os patogênicos e exigindo maior controle no armazenamento (MENEZES et al., 2008). Os valores de pH estão dentro das normas estabelecida pela Instrução Normativa nº 37, de 1º de outubro de 2018 (BRASIL, 2018), na faixa de pH 4 – 6,2. Os resultados encontrados, 5,23 – 5,47, são semelhantes ao encontrado por Oliveira et al. (2011), de 5,05.

O pH influencia na cor das antocianinas, quando entre 4,0- 6,5 a cor se expressa em púrpura (Falcão et al., 2003), determinando a cor característica do açaí, o roxo.

Ferreira (2010) mencionou em seu estudo com hortícolas, que o cultivo orgânico apresentou maiores valores de pH, quando comparados ao sistema convencional, levando a crer que as amostras cultivadas nesse sistema apresentam menor acidez, característica importante para a aceitação do produto, o mesmo foi observado por Nascimento et al. (2013) em diferentes olerícolas.

4.5 Açúcares redutores, açúcares totais e sacarose

Observa-se diferença estatística para os teores de açúcares redutores, totais e sacarose em relação ao convencional. Os frutos oriundos da UD2 apresentam maiores médias que a convencional de açúcares redutores (0,8649%) e açúcares totais (1,095%). Enquanto a UD1 apresenta diferença significativa para a sacarose (0,338%) e açúcares totais (0,977%) (Tabela 6).

Tabela 6 – Teores de açúcares redutores (AR - %), açúcares totais (AT - %) e Sacarose (SA - %) das polpas de açaí oriundos de duas unidades demonstrativas do SAF Dendê e convencional, Tomé-Açu, 2019

| Análises | AR | AT | SA |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| UD1 | 0,620 | 0,977* | 0,338* |
| UD2 | 0,864* | 1,095* | 0,218 |
| Convencional | 0,527 | 0,763 | 0,226 |
| CV (%) | 27,64 | 23,53 | 34,53 |

*Significativo pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. CV (%) – Coeficiente de Variação.

Os valores de açúcares totais (0,763-1,095%) se encontram menores quando comparado com Neves (2015), que foram em média 1,90%. O valor obtido por Cesar (2007) para açúcares redutores na polpa de açaí foi de 1,36%, superiores aos resultados encontrados (0,52-0,86%). Como esperado, os resultados encontrados demonstram que não houve adição de açúcar ou xarope de guaraná nas polpas de açaí analisadas.

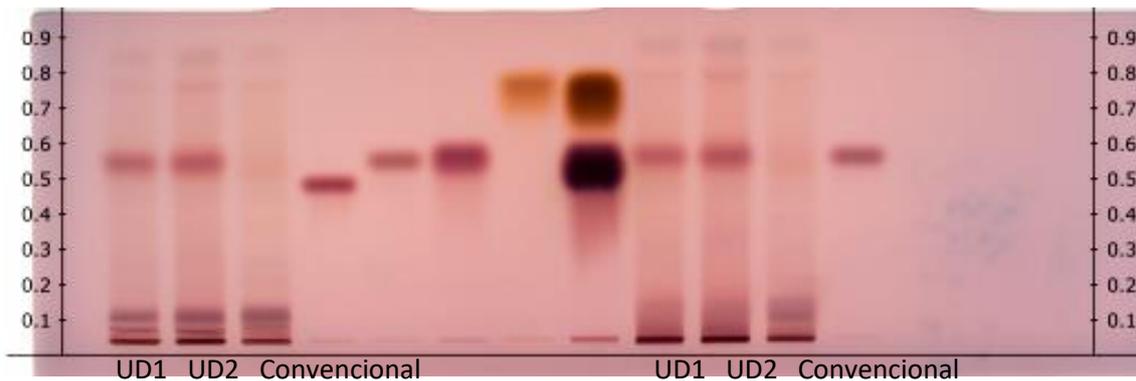
A presença de açúcares confere estabilidade às antocianinas, pois esta relacionado a estrutura da parece celular, favorecendo uma degradação mais lenta do roxo para o marrom, característica indesejada (RIBEIRO e SERAVALLI, 2004).

Conforme TAIZ (2009), solos muito secos levam ao fechamento dos estômatos, diminuindo a fotossíntese, o que poderia explicar de forma fisiológica os resultados da UD1 e UD2, pois a presença de uma grossa camada de serrapilheira favorece a retenção da umidade, e elevação da taxa fotossintética, resultando no aumento de açúcares na polpa. O menor teor de polpa da UD2 pode ser outro fator físico que potencializou os resultados encontrados.

Analisando o cromatograma de açúcares na luz RT White (Figura 8) foi possível observar os açúcares que revelam na coloração roxa em diferentes pontos com RF semelhantes aos padrões analisados, isso mostra a possível presença dos açúcares estudados. Devido à altura do RF 0,55 semelhante ao padrão da glicose e frutose, pode-se sugerir a presença desses açúcares, e na altura do RF 0,8, semelhante ao padrão de raminose, pode-se sugerir possível presença. Além de observar outros compostos que não foram estudados nessa pesquisa.

Entre as amostras de polpa de açaí pode-se identificar a provável diferença na intensidade da coloração, a UD2 apresenta coloração mais intensa, UD1 coloração intermediária e a convencional coloração menos intensa, ou quase inexistente, comparadas ao padrão glicose e frutose na altura 0,55 e raminose 0,8.

Figura 8 – Cromatograma da classe açúcares



- Cromatograma da classe açúcares com a sequência de padrões sacarose 1mg/ml, glicose 1mg/ml, frutose 1mg/ml e raminose 1mg/ml em luz RT White das polpas de açaí oriundos de duas unidades demonstrativas do SAF Dendê e convencional, Tomé-Açu, 2019.

4.6 Composição mineral de macronutrientes

Os resultados do estudo mostram que a polpa da UD1 apresentou diferença significativa para nitrogênio, $0,29 \text{ g.kg}^{-1}$. A polpa de açaí convencional apresentou resultados superiores para fósforo, $0,23 \text{ g.kg}^{-1}$, e não houve diferença para os nutrientes cálcio, enxofre e potássio (Tabela 7).

Tabela 7 – Teores dos macronutrientes nitrogênio (N - g.kg⁻¹), fósforo (P - g.kg⁻¹), potássio (K - g.kg⁻¹), cálcio (Ca - g.kg⁻¹), magnésio (Mg - g.kg⁻¹), enxofre (S - g.kg⁻¹) das polpas de açaí oriundas de duas unidades demonstrativas do SAF Dendê e convencional, Tomé-Açu, 2019

| Tratamento | N | P | K | Ca | Mg | S |
|--------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| UD1 | 0,29* | 0,15* | 1,55 | 0,42 | 0,22 | 0,26 |
| UD2 | 0,23 | 0,16* | 1,63 | 0,46 | 0,21 | 0,29 |
| Convencional | 0,25 | 0,23 | 1,56 | 0,64 | 0,18 | 0,33 |
| CV (%) | 13,44 | 28,28 | 30,29 | 125,31 | 16,13 | 18,00 |

*Significativo pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. CV (%) – Coeficiente de Variação.

Segundo Bourn et al. (2002) não há nenhuma evidência forte que alimentos de cultivo orgânicos e convencionais diferem significativamente nas concentrações de macro e micronutrientes.

Os menos resultados para fósforo da UD1 e UD2 comparados com o convencional podem ser relacionados ao tipo de adubação, na adubação convencional o nutriente está prontamente disponível para planta, facilitando a absorção do fósforo.

As fontes consultadas para composição mineral apresentam divergências acentuadas, referente aos valores e unidades empregadas. É necessário padronização dos métodos e unidade de medida utilizada para poder realizar comparações adequadas entre as pesquisas.

4.7 Composição mineral de micronutrientes

Não foi observada diferença estatística para o boro, cobre, ferro, manganês e zinco em relação a convencional (Tabela 8).

Tabela 8 – Teores dos micronutrientes boro (B - mg.kg⁻¹), cobre (Cu - mg.kg⁻¹), ferro (Fe - mg.kg⁻¹), manganês (Mn - mg.kg⁻¹) e zinco (Zn - mg.kg⁻¹) das polpas de açaí oriundas de duas unidades demonstrativas do SAF Dendê e convencional, Tomé-Açu, 2019

| Tratamento | B | Cu | Fe | Mn | Zn |
|-------------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| UD1 | 2,29 | 0,26 | 0,80 | 7,19 | 4,71 |
| UD2 | 2,27 | 1,03 | 0,38 | 4,14 | 4,06 |
| Convencional | 2,08 | 0,93 | 0,39 | 4,98 | 4,43 |
| CV (%) | 14,49 | 105,70 | 54,45 | 57,25 | 18,03 |

*Significativo pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. CV (%) – Coeficiente de Variação.

A literatura menciona que a adubação orgânica favorece o aumento de micronutrientes nos alimentos porém, neste estudo, não foram encontradas diferenças entre os tratamentos.

Com os resultados pode-se perceber que o tipo de adubação não afetou a nutrição das plantas estudadas, mostrando que a adubação orgânica é tão eficiente quando a mineral, além de ser benéfica para o meio ambiente.

Diferentemente do que se popularizou, o açaí não é uma grande fonte de ferro (ROGEZ, 2000), os trabalhos vem desmistificando essa informação, além de este nutriente não estar em uma forma prontamente disponível para o organismo humano (YUYAMA, 2002).

4.8 Compostos fenólicos e atividade antioxidante

Os frutos da UD2 apresentaram médias superiores de compostos fenólicos, com 953,22 mg de ácido gálico.100g⁻¹, diferindo-se da convencional. No caso da capacidade antioxidante, a polpa da UD1 (82,26%) apresentou diferença significativa da convencional (90,91%) com valor menor (Tabela 9).

Tabela 9 – Teores de compostos fenólicos (CF – mg de ácido gálico .100g⁻¹) e capacidade antioxidante (AA - %DPPH) das polpas de açaí oriundas de duas unidades demonstrativas do SAF Dendê e convencional, Tomé-Açu, 2019

| Tratamento | CF | AA |
|--------------|---------|--------|
| UD 1 | 681,16 | 82,26* |
| UD 2 | 953,22* | 92,27 |
| Convencional | 661,69 | 90,91 |
| CV (%) | 19,68 | 5,76 |

*Significativo pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. CV (%) – Coeficiente de Variação.

Os teores de compostos fenólicos neste trabalho variaram 660-950 mg de ácido gálico.100g⁻¹. As avaliações de Cruz et al. (2011) mostram valores inferiores de compostos fenólicos, com teor de 331,3 mg de ácido gálico 100g⁻¹, assim como o de Rufino et al. (2011), 454 mg de ácido gálico 100g⁻¹. Marrietto et al. (2012) observam valores variando de 197,52 a 418,89 mg de ácido gálico.100g⁻¹ e Souza (2007) apresentou 528 – 691 mg de ácido gálico.100g⁻¹.

Assim como neste estudo, Novello (2015), Luthria et al. (2010), Arbos (2010) e Rigueira (2016) encontram teores de compostos fenólicos superiores significativamente no cultivo orgânico de uvas e outras culturas hortícolas quando comparados aos teores das convencionais.

Apesar de plantas com sombreamento apresentam maiores valores de compostos fenólicos e a interação com plantas de mesmo ou maior porte no SAF favoreceria o teor de compostos fenólicos (Filho et al., 2017), possivelmente o solo argiloso e a elevada retenção de água desfavoreceu a biossíntese de compostos fenólicos na UD1, que apresentou valor baixo similar ao convencional.

O açaí se destaca com relação teor de compostos fenólicos quando comparado com outras frutas Amazônicas como abiu, 172,75 mg de ácido gálico 100g⁻¹, biri-biri 40,16 mg de ácido gálico 100g⁻¹, araçá-boi 122,78 mg de ácido gálico 100g⁻¹, mangostão-amarelo 100,55 mg de ácido gálico 100g⁻¹ (VIRGOLIN, 2017).

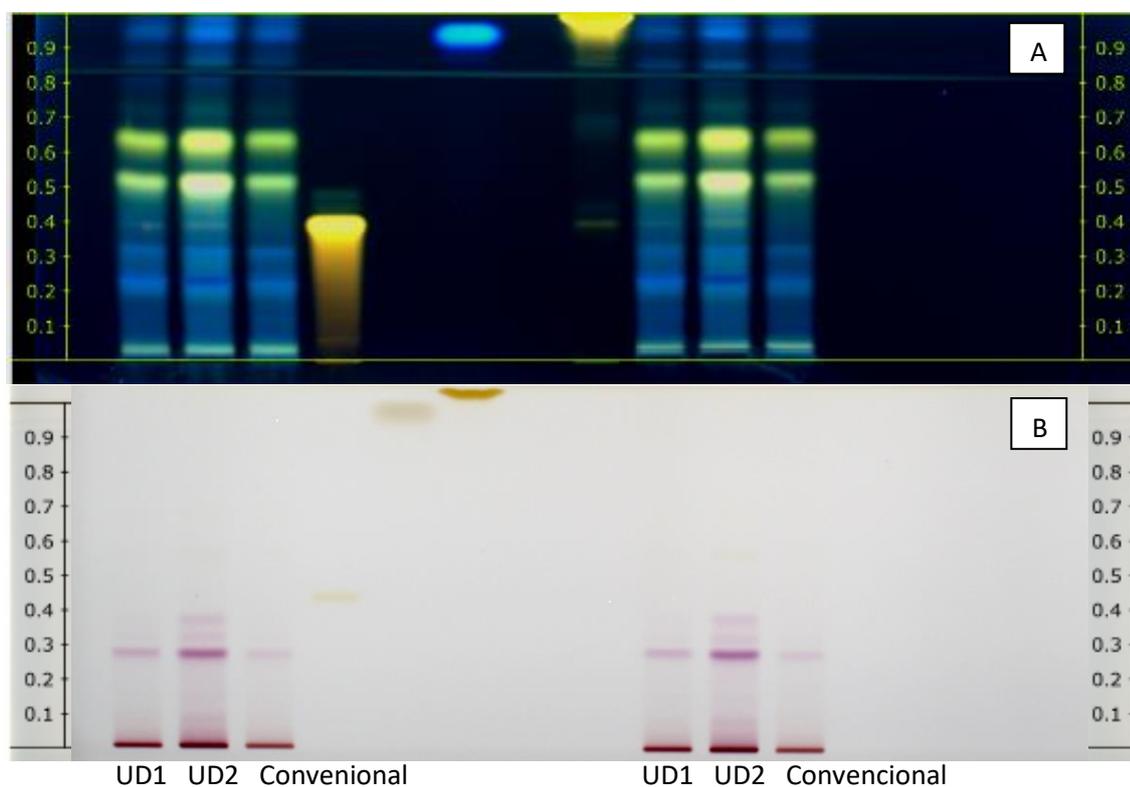
No açaí, as antocianinas figuram como os principais compostos fenólicos presentes na sua composição e são responsáveis por grande parte da capacidade

antioxidante, a antocianina também é responsável pela cor vermelha escura do açaí, quanto mais escuro o tom vermelho da polpa do açaí, maior será a concentração de antocianinas (PORTINHO et al., 2012).

Os resultados obtidos para as polpas de açaí dos três tratamentos variaram de 82,26 – 92,27% de captura por DPPH, o valor encontrado por Malcher (2011) foi 89% de captura de DPPH que ressalta que deve considerada a época de colheita, técnica de produção e região, e Yamaguchi (2015) encontrou os valores variando de 64,09 – 74,59 % de captura de DPPH. Assim como Arbos (2010) e Rocha (2011), em espécies hortícolas o maior resultado para compostos fenólicos também foi o maior para atividade antioxidante, porém, neste estudo não são diretamente proporcionais. Possivelmente o valor na UD1 foi inferior devido ao maior pH e a presença de ferro na amostra, dois fatores capazes de degradar substâncias antioxidantes (CHITARRA & CHITARRA, 2005) e a unidade convencional provavelmente possui maior teor de vitamina C, substância naturalmente encontrada na polpa de açaí que contribui para a capacidade antioxidante, 17mg/100g (ROGEZ, 2000), porém não foram quantificados neste estudo.

Os cromatogramas para identificação de flavonoides e ácidos fenólicos e antocianina, mostraram que entre as amostras de polpa de açaí pode-se identificar a possível diferença na intensidade da coloração, a UD2 apresenta coloração mais intensa, UD1 coloração intermediária e a convencional coloração menos intensa, ou quase inexistente, comportamento semelhante ao encontrado na determinação de compostos compostos cianidin-3-O-rutinoside, 1 e cianidin-3-O-glucoside. Como pode ser observado na (Figura 9).

Figura 9 – Cromatograma da classe de flavonoides e ácidos fenólicos



- 7 A. Cromatograma com a sequência de padrões rutina 1mg/ml, glicose 1mg/ml, ácido gálico 1mg/ml, timol 1mg/ml e quercetina 1mg/ml em luz R 366 das polpas de açaí. 7 B. Cromatograma da em luz R White sem revelação das polpas de açaí para identificação de antocianinas.

No cromatograma A, de flavonoides e ácidos fenólicos, foi possível observar no comprimento de onda 366 compostos fenólicos que apresentam coloração azul/violeta fluorescente e foram revelados de forma semelhante ao padrão de ácido gálico, bem como é possível observar flavonoides que revelam em coloração amarelo fluorescente para os padrões utilizados de quercetina e rutina.

Devido à altura do RF 0,4, semelhante ao padrão da rutina, podemos sugerir a presença de flavonoides glicosilados que apresentam maior afinidade pela fase estacionária, a sílica. Pela avaliação do RF 0,4 podemos sugerir que haja uma pequena quantidade de rutina, com provável diferença na intensidade da coloração, UD2 apresenta coloração mais intensa, UD1 coloração intermediária e a Convencional coloração menos intensa. Na altura do RF 0,95, semelhante ao padrão ácido gálico, se encontra o possível padrão de intensidade, UD2 coloração mais intensa que a UD1 e a Convencional. Essa informação pode ser confirmada pela análise química de compostos fenólicos realizada anteriormente.

O cromatograma B, de flavonoides e ácidos fenólicos sem revelação tem o objetivo de indicar a possível presença dos compostos cyanidin-3-O-rutinoside, 1 e cyanidin-3-O-glucoside, 2, que são antocianinas presentes nos frutos de açaí. Conforme Rumula (2012) a altura encontrada foi RF 0,29 para a presença de cyanidin-3-O-rutinoside e na altura RF 0,37 para a presença de cyanidin-3-O-glucoside. Pela avaliação dos RF, podemos sugerir que haja cyanidin-3-O-rutinoside 1 e cyanidin-3-O-glucoside, 2, com provável diferença na intensidade da coloração, UD2 apresenta coloração mais intensa, UD1 coloração intermediária e a Convencional coloração menos intensa.

Para confirmação dos compostos químicos cyanidin-3-O-rutinoside, 1 e cyanidin-3-O-glucoside é necessário aplicar de técnicas de identificação, como espectrometria de massas de alta resolução, nas bandas com altura referente a antocianina que se deseja identificar.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A polpa de açaí apresentou aumento na concentração de compostos fenólicos em sistemas com maior diversidade de plantas e manejo agroecológico, porém é necessário mais estudos comparativos entre o sistema agroflorestais, produtos orgânicos e produtos convencionais para ter resultados robustos. Vale ressaltar que práticas sustentáveis, independente do aumento de nutrientes, são interessantes pelo não uso de agrotóxicos e fertilizantes nocivos, não contaminando o solo e água, favorecendo qualidade da estrutura do solo e microbiota.

Ao estabelecer um manejo agroecológico em um sistema agroflorestal se tem a junção perfeita de duas práticas sustentáveis, que garantem condições favoráveis para o desenvolvimento da cultura, como cobertura vegetal, retenção de água no solo e aumento da resistência. Para natureza, com controle de erosão, aumento da biodiversidade, acúmulo de matéria orgânica. Para o agricultor, com o sombreamento, temperatura amena para trabalho, pagamento por serviços ambientais, valorização da produção local e diversidade de alimento com segurança alimentar. E para a fauna, que possui alimento, abrigo e corredores ecológicos.

6 CONCLUSÃO

As polpas de açaí oriundas de Sistemas Agroflorestais com adubação orgânica apresentam diferença quando comparado ao convencional, se mostrando um alimento com equivalência nutricional e outros atributos superiores.

A polpa dos frutos da UD2 (manejo agroecológico) apresentou diferença significativa superior para compostos fenólicos, tanto na análise físico-química quanto na cromatografia de camada delgada, maiores médias de açúcares redutores e açúcares totais e fibra bruta, e analisando qualitativamente essa polpa apresenta melhor aspecto para cor e textura. Enquanto a polpa da UD1 (manejo agroecológico) apresenta maiores resultados para sacarose, açúcares totais, proteína, pH e nitrogênio. A polpa convencional se destacou apenas para o nutriente fósforo, que pode ser explicado pela adubação com nutrientes prontamente disponíveis.

REFERÊNCIAS

- AGATI, G., AZZARELLO, E., POLLASTRI, S. & TATTINI, M. Flavonoides as antioxidants in plants: Location and functional significance. **Plant Science**, 196, 67–76. 2012.
- AGUIAR, M. I. **Qualidade física do solo em sistemas agroflorestais**. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). 2008. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.
- ALASALVAR, C. et al. Effect of chill storage and modified atmosphere packaging (MAP) on antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids, phenolics and sensory quality of ready-to-eat shredded orange and purple carrots. **Food Chemistry**, New York, v. 89, p. 69-76, 2005.
- AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY (AOCS). Official Methods and Recommended Practices of the AOCS. 6th ed. Danvers, MA: The Society. 2009.
- ANDRADE, F. M. C. Caderno dos microrganismos eficientes (EM), Instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM. Departamento de Fitotecnia Campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 32, 2011.
- ARBOS, K. A.; FREITAS, R. J. S.; STERTZ, S. C.; DORNAS, M. F. Atividade antioxidante e teor de fenólicos totais em hortaliças orgânicas e convencionais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 30(2): 501-506, 2010.
- ARCO-VERDE, M. F.; SILVA, I. C; MOURÃO JÚNIOR, M. Aporte de nutrientes e produtividade de espécies arbóreas e de cultivos agrícolas em sistemas agroflorestais na Amazônia. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 1, p. 11-22, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diagnóstico da Produção Sustentável da Palma de Óleo no Brasil / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. – Brasília : Mapa/ACE, 2018.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DO ABASTECIMENTO – MAPA. Instrução Normativa nº 01, de 07 de janeiro de 2000. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/> Acesso em: 09 jan. 2019.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DO ABASTECIMENTO – MAPA Instrução Normativa nº 37, de 1º de outubro de 2018. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/instrucao-normativa-no-37-de-1o-de-outubro-de-2018.pdf/view> Acesso em: 09 jan. 2019.
- BOURN, D. & PRESCOTT, J. A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods. University of Otago: New Zealand. **Crit. Rev. Food Science Nutrition**; 42(1): 1-34. Jan de 2002.

BORGUINI, R.G. et al. Alimentos Orgânicos: Qualidade Nutritiva e Segurança do Alimento. Segurança Alimentar e Nutrição; e-ISSN 2316-297X, 2015.

BOTELHO, M. R. *et al.* Medida da cor em solos do Rio Grande do Sul com a carta de Munsell e por colorimetria. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1179-1185, 2006.

CAMPOS, H. F. Solos e nutrição de plantas com foco em sistemas agroflorestais. In: RIGHI, C. A.; BERNARDES, M. S. (ed.). **Cadernos da Disciplina Sistemas Agroflorestais**. Piracicaba: Os autores, v. 1, 79 p. 2015.

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. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1196-1205. 2010.

CARVALHO, A. V.; MATTIETTO, R.A.; SILVA, P.A.; ARAÚJO, E.A.F. Otimização dos parâmetros tecnológicos para produção de estruturado a partir de polpa de açaí. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v.13, n.4, p.232-241, 2010.

CARVALHO, C.; KIST, B. B.; BELING, R. R. **Anuário brasileiro de horti&fruti 2020**. Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz, 96 p. 2019.

CARVALHO, R.; GOEDERT, W. J.; ARMANDO, M. S. Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1153-1155, 2004.

CARVALHO, W. R. *et al.* Short-term changes in the soil carbon stocks of young oil palm-based agroforestry systems in the eastern Amazon. **Agroforestry Systems**, v. 88, n. 2, p. 357-368, 2014. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10457-014-9689-2>. Acesso em: 29 abr. 2018.

CATIE - Tropical Agricultural Research and Higher Education Center. Modelling Agroforestry Systems. San Jose: Organización para Estudios Tropicales, Costa Rica, 2009.

CALVACANTI, V. S.; SANTOS, V. R.; NETO, A. L. DOS S.; SANTOS, M. A. L. DOS; SANTOS, C. G. DOS; COSTA, L. C. Biomassa e extração de nutrientes por plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, v.16, n.5, p.521–528, 2012.

CEDRIM, P. C. A. S.; BARROS, E. M. A.; NASCIMENTO, T. G. Propriedades antioxidantes do açaí (*Euterpe oleracea*) na síndrome metabólica. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 21, e2017092, 2018.

CENTRO INTERNACIONAL DE PESQUISA AGROFLORESTAL - ICRAF. Disponível em: <http://www.worldagroforestry.org/>. Acesso em: 20 maio 2018.

CIPRIANO, P. DE A. Antocianinas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) e casca de jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) na formulação de bebidas isotônicas (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2011.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Análise mensal – Fruto de açaí. Rios Serra, 2019. Disponível em: [www.conab.gov.br › historico-mensal-de-acai › item › download](http://www.conab.gov.br/historico-mensal-de-acai/item/download) Acesso em: 25 fev. 2020.

CRETU G.C., MORLOCK G.E. Analysis of anthocyanins in powdered berry extracts by planar chromatography linked with bioassay and mass spectrometry. **Food chemistry**. p.146:104-112. Mar. 2014.

CRUZ, A. P. G.; MATTIETTO, R. A.; DIB TAXI, C. M. A.; CABRAL, L. M. C.; DONANGELO, C. M.; MATTA, V. M. Effect of microfiltration on bioactive components and antioxidant activity of açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). **Desalination and Water Treatment**, v.27, n.1-3, p.97-102, 2011.

DAROLT, M. **Guia do consumidor orgânico**: como reconhecer, escolher e consumir alimentos saudáveis. Rio de Janeiro: Sociedade Nacional de Agricultura; Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas; Centro de Inteligência em Orgânicos, 72 p. 2015.

DAIUTO, E. R., TREMOCOLDI, M. A., ALENCAR, S. M., VIEITES, R. L. & MINARELLI, P. H. Composição química e atividade antioxidante da polpa e resíduos de abacate 'Hass'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 36, 417 - 424. 2014.

DIAS, A.L, ROZET, E., CHATAIGNÉ, G., OLIVEIRA, A.C, RABELO, C.A, HUBERT, P. A rapid validated UHPLC–PDA method for anthocyanins quantification from *Euterpe oleracea* fruits. **Journal of Chromatography**, 108– 116. 2012.

DUBOIS, J. C.; VIANA, V. M.; ANDERSON, A. B. **Manual agroflorestal para a Amazônia**. Rio de Janeiro: REBRAF, 228 p. 1996.

EMBRAPA; ERREIRA, M. D. (Ed.). Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças, 4. Análises não destrutivas: Capítulo 1. Colorimetria - Princípios e aplicação na agricultura. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 284 p. 2017.

EVERETTE, J. D.; BRYANT, Q. M.; GREEN, A. M.; ABBEY, Y. A.; WANGILA, G. W.; WALKER, R. B. Estudo completo da reatividade de várias classes de compostos para o reagente de Folin-Ciocalteu. **Jornal da Química Agrícola e Alimentar**. Washington, v.58, p.8.139- 8.144, 2010.

FALCÃO,L,D; BARROS,D.M.Copigmentação intra e intermolecular de antocianinas: Uma revisão. Bol. Centro Pesquisa Process. Alimentos 21(2); pg:351-36, 2003.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Promotion of fruit and vegetables for health**. 2015. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i4935e.pdf>. Acesso em: 20 set. 2018.

FERREIRA, R.M.S. Qualidade do tomate de mesa cultivado no sistema convencional e orgânico. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 30(1): 224-230, jan./mar. 2010.

FERNANDES, J.; GONÇALVES, G.; DUARTE, A. Sustentabilidade ambiental e humana da produção de alimentos: uma análise comparativa entre agricultura biológica e convencional. **Actas Portuguesas de Horticultura**; v. 25. 2016.

FERNANDEZ, M. L.; WEST, K. L. Mechanisms by which dietary fatty acids modulate plasma lipids. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 135, n. 9, p. 2075-2078, 2005.

FERREIRA DA SILVA, P. *et al.* Photoprotection and the photophysics of acylated anthocyanins. **Chemistry European Journal**. v. 18. 2012.

FERRERA, T.S.; HELDWEIN, A.B.; DOS SANTOS, C.O.; SOMAVILLA, J.C.; SAUTTER, C.K.. Substâncias fenólicas, flavonoides e capacidade antioxidante em erva-mate sob diferentes coberturas do solo e sombreamentos. **Revista Brasileira de Plantas Medicináveis**, Campinas, v.18, n.2, supl. I, p.588-596, 2016.

FREGONESI, B. M. *et al.* Polpa de açaí congelada: características nutricionais, físico-químicas, microscópicas e avaliação de rotulagem. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 3, p. 387-395, 2010.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. 4. ed. Porto Alegre: UFRGS, 654 p. 2009

GREENPEACE. **How the palm oil industry is cooking the climate**. 2007. Disponível em: <http://www.greenpeace.org/archive-international/Global/international/planet-2/report/2007/11/cooking-the-climate-full.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2017.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.

GONÇALVES, D.C.; BIBIANO, J.N.; PENA, J.V.C.; GOMES, P.W.P.; GOMES, P.W.P.; MARTINS, L.H.S.; RIBEIRO, C.F.A. Caracterização físico-química da polpa de *Euterpe oleracea* mart. comercializada no município de Salvaterra, Ilha do Marajó, Pará. **Congresso Brasileiro de Química**, Gramado-RS. 2017.

GORDON, A. *et al.* Chemical characterization and evaluation of antioxidant properties of açaí fruits (*Euterpe oleraceae* Mart.) during ripening. **Food Chemistry**, v. 133, n. 2, p. 256-263, 2012. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25683393>. Acesso em: 28 abr. 2019.

GORDON, A.; CRUZ, A.P.G.; CABRAL, L.M.C.; FREITAS, S.C.; DIB TAXI, C.M.A.; DONANGELO, C.M.; MATTIETTO, R.A.; FRIEDRICH, M.; MATTA, V.M.; MARX, F. Chemical characterization and evaluation of antioxidant properties of Açaí fruits (*Euterpe oleraceae* Mart.) during ripening. **Food Chemistry**, v.133, p.256-263, 2012.

GOUVÊA, A. C. M. S.; ARAUJO, M. C. P.; SCHULZ, D.; F.; PACHECO, S.; GODOY, R. I. O. ; CABRAL, L. M. C. Anthocyanins standards (cyanidin-3-O-glucoside and cyanidin-3-O-rutinoside) isolation from freeze-dried açai (*Euterpe oleraceae* Mart.) by HPLC. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, 32(1): 43-46, jan.-mar. 2012.

HEIM K.E., TAGLIAFERRO A.R., BOBILYA D.J. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. **Journal of Nutritional Biochemistry**, 13: 572-584. 2002.

HOFFMANN-RIBANI, R.; HUBER, L. S.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Flavonols in fresh and processed brazilian fruits. **Journal of Food Composition and Analysis**, London, v. 22, p. 263–268, 2009.

HORWITZ, W. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry international**. 20. ed. Gaithersburg: AOAC International, 2005.

HUBINGER, M. D.; CUNHA, R. L.; ALEXANDRE, D. Conservação do açai pela tecnologia de obstáculos. **Ciências e tecnologia de alimentos**, Campinas, 24(1): 114-119, jan-mar. 2004.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físicos e químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo, 1020 p. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Produção agrícola. 2018. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 02 ago. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS - IBRAF. 2016. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/>. Acesso em: 12 ago. 2018.

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA – IICA. OLIVEIRA, M. do S. P. de; FARIAS NETO, J. T. de; MATTIETTO, R. de A.; MOCHIUTTI, S. CARVALHO, A. V. **Açai: Euterpe oleracea. Embrapa Amazônia Oriental** [Buenos Aires]: IICA/PROCISUR, P 7-14.2017.

JUNQUEIRA, A. C. *et al.* Sistemas agroflorestais e mudanças na qualidade do solo em assentamento de reforma agrária. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v. 8, n.1, p. 102-115, 2013.

KAHKONEN, M. P.; HEINONEN, M. Antioxidant activity of anthocyanins and their aglycons. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 51, n. 3, p. 628-633, 2003.

KANG, J. *et al.* Anti-oxidant capacities of flavonoid compounds isolated from acai pulp (*Euterpe oleracea* Mart.). **Food Chemistry**, New York, v. 122, n. 3, p. 610-617, 2010.

KAMIHIRO, S. *et al.* Meat quality and health implications of organic and conventional beef production. **Meat Science**, Barking, v. 100, p. 306-318, 2015.

KATO, O. R.; VASCONCELOS, S. S.; CAPELA, C. J.; MIRANDA, I. de S.; LEMOS, W. de P.; MAUES, M. M.; AZEVEDO, R. de; CASTELLANI, D. C.; THOM, G. Projeto Dendê em sistemas agroflorestais na agricultura familiar. **Artigo em Anais de Congresso BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS**, Belém, PA. 2011.

KUSKOSKI, E. M.; FETT, P.; ASUERO, A. G. Antocianos: un grupo de pigmentos naturales: aislamiento, identificación y propiedades. **Alimentaria**, Bogota, v. 2, n. 61, p. 61-74. 2002.

LABARTA-CHAVARRI, R.; LANSING, E. Rentabilidade Econômica. In: Iniciativas Promissoras e Fatores Limitantes para o Desenvolvimento de Sistemas Agroflorestais como Alternativa à Degradação Ambiental na Amazônia, 2005. **Memórias, Resultados e Encaminhamentos**, 2005.

LAIRO D. Nutritional quality and safety of organic food. A review. **Agron Sustain**;30(1):33-41. Dez. 2009

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food**. New York: Chapman & Hall, 819 p. 1998.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Editora Plantarum. v. 1, 280 p. 2016.

LUTHRIA, D.; SINGH, A.P.; WILSON, T.; VORSA, N.; BANUELOS, G.S.; VINYARD, B.T. Influence of conventional and organic agricultural practices on the phenolic content in eggplant pulp: Plant-to-plant variation. **Journal Food Chemistry**, v. 121, p. 406- 411, 2010.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 319 p. 1997.

MALCHER, E. S. L.T. Influência da sazonalidade sobre a composição química e atividade antioxidante do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). Tese de doutorado em Biodiversidade tropical da Universidade Federal do Amapá. p. 207. 2011

MATTHAN, N. R. *et al.* Effects of dietary palmitoleic acid on plasma lipoprotein profile and aortic cholesterol accumulation are similar to those of other unsaturated fatty acids in the F1B golden syrian hamster. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 139, n. 2, p. 215-221, 2009.

MENDONÇA A.O.; TAVARES L. C.; BRUNES A.P.; MONZÓN D. L. R. Accumulation Of Silicon And Phenolic Compounds In Plant Shoots Of Wheat After Silicon Fertilization. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 5, p. 1154-1162. 2013.

MENEZES, E. M S.; TORRES, A. T.; SABAA SRUR, A. U. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada. *Acta Amaz.*, Manaus , v. 38, n. 2, p. 311-316, 2008.

MENEZES, J. M. T. *et al.* Comparação entre solos sob uso agroflorestral e em florestas remanescentes adjacentes, no norte de Rondônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 893-898, 2008.

MENSOR, L.L.; MENEZES, F.S.; LEITÃO, G.G.; REIS AS, DOS SANTOS, T.C.; COUBE CS, LEITÃO S.G. Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. **Phytother Res** 15: p. 127-130. 2001

MICCOLIS, A. *et al.* **Restauração ecológica com sistemas agroflorestrais: como conciliar conservação com produção (opções para cerrado e caatinga)**. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza; ICRAF, 2017.

NASCIMENTO, B. L. M.; SILVA, L. D.; OLIVEIRA, J. D. Quantificação de Ferro e Cobre em Olerícolas oriundas das de sistema orgânico e convencional. ACSA – Agropecuária Científica no Semiárido, v.8, n.4, p 49-54, 2012.

NOVELLO, A.; PIEMOLINI-BARRETO, L. T. Efeito do processamento do suco sobre os compostos fenólicos e antocianinas presentes em uva cultivada em sistema convencional e orgânico. XXVII SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRGS. Porto Alegre- RS. 2015.

NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of Glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 153, p. 375-380, 1944.

NEVES, L. T. B. C.; CAMPOS, D. C. S.; MENDES, J. K. S.; URNHANI, K. O.; ARAÚJO, K. G. M. Qualidade De Frutos Processados Artesanalmente De Açaí (Euterpe Oleracea Mart.) E Bacaba (Oenocarpus Bacaba Mart.). **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 37, n. 3, p. 729-738. 2015.

NICHOLLS, C. I.; ALTIERI, M. A. Projeção e implantação de uma estratégia de manejo de habitats para melhorar o controle biológico de pragas em Agroecossistemas. In: NICHOLLS, C. L. *et al.* **Controle biológico de pragas através do manejo de agroecossistemas**. Brasília: MDA, cap.1, p. 2-16. 2007.

OLIVEIRA, C. J.; PEREIRA, W. E.; MESQUITA, F. O.; MEDEIROS, J. S.; ALVES, A. S. Crescimento inicial de mudas de açaizeiro em resposta a doses de nitrogênio e potássio. **Revista Verde** (Mossoró – RN – Brasil) v.6, n.2, p.227 – 237. 2011.

OLIVEIRA, E.N.A.; SANTOS, D.C. Processamento e avaliação da qualidade de licor de açaí (Euterpe oleracea Mart.). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.70, n.4, p.534-41, 2011.

OLIVEIRA, M. do S. P. de; FARIAS NETO, J. T. de; MATTIETTO, R. de A.; MOCHIUTTI, S. CARVALHO, A. V. Açaí: Euterpe oleracea. Embrapa Amazônia Oriental [Buenos Aires]: **IICA/PROCISUR**, P 7-14. 2017.

OLIVEIRA, G. C. Caracterização química e físico-hídrica de um Latossolo Vermelho após vinte anos de manejo e cultivo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 327-336. 2004.

PACHECO, N. A.; BASTOS, T. X. **Informativo agrometeorológico**. Belém, Embrapa Amazônia Oriental, p 57. 2001.

PACHECO, N. A.; BASTOS, T. X.; CREÃO, L. G. C. **Boletim agrometeorológico 2008 Tomé-Açu, PA**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental Belém, 2009.

PELLEGRINI, J. B. L. *et al.* Qualidade física do solo de um sistema agroflorestal sucessional comparado à cultura de cana-de-açúcar. 2006. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/131085/1/2006AA-054.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2019.

PEREIRA, A. P. A. Efeito da adição de amoras-pretas (*Rubus* sp) em cookies de grãos inteiros : avaliação das propriedades funcionais, tecnológicas e sensoriais / Ana Paula Aparecida Pereira (Mestrado). – Campinas, SP : [s.n.], 2016.

PEREIRA, K.S., SCHMIDT, F.L. O açaí como veículo de transmissão da Doença de Chagas Aguda (DCA) pela via oral. *Higiene Alimentar*. v. 24, n. 180 – 181, p. 73 – 77, 2010.

PETRY, H.B. *et al.* Qualidade de laranjas ‘valência’ produzidas sob sistemas de cultivo orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 34, n. 1, p. 167-174, Março 2012.

PORTINHO, A., ZIMMERMANN L. M., BRUCK M. R. Efeitos Benéficos do Açaí Beneficial effects of açaí. **International Journal of Nutrology**, 5(1), 15-20. 2012.

RABELO, J. *et al.* Viscosity prediction for fatty systems. **Journal of American Oil Chemists Society**, v. 77, n. 12, p. 1255-1262. 2000.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel 2002, 549 p. 2002

RAIJ, B. ANDRADE, J. C. de; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. Análise Química para Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicail. **Instituto Agrônômico de Campinas - IAC**. 285p. 2001.

REFLORA. LEITMAN, P. *et al.* Arecaceae. Lista de espécies da flora do Brasil. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, 2015. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB15713>. Acesso em: 15 maio 2019.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. Química de Alimentos. São Paulo: Editor Edgar Blücher: **Instituto Mauá de Tecnologia**, 184p. 2004.

RIGHI, C. A.; BERNARDES, M. S. (org.). **Cadernos da disciplina sistemas agrolorestais**. Piracicaba: Os Autores, 2018. v. 2. 208 p. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/biblioteca/pdf/Cadernos-da-Disciplina-SAFs-2018.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2019.

RIGUEIRA, G. D. J.; BANDEIRA, A. V. M.; CHAGAS, C. G. O.; MILAGRES, R. C. R. M. Atividade antioxidante e teor de fenólicos em couve-manteiga (*brassica oleracea* l. var. *acephala*) submetida a diferentes sistemas de cultivo e métodos de preparo. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 37, n. 2, p. 3-12. 2016.

ROCHA, S. M. B. M.; OLIVEIRA, A. G.; COSTA, M. C. D. Benefícios funcionais do açaí na prevenção de doenças cardiovasculares. **Journal of Amazon Health Science**, Manaus, v. 1, n. 1, p. 1-10, 2015.

ROCHA, C. B. e SILVA, J. Atividade antioxidante total em tomates produzidos por cultivos orgânico e convencional. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 27-30. 2011.

ROGEZ, H. **Açaí: preparo, composição e melhoramento da conservação**. Belém: **EDUFPA**, 313 p. 2000.

RUFINO, M.S. Propriedades funcionais de frutas tropicais Brasileiras não tradicionais. Universidade Federal Rural Semi-Arido, Mossoró-RN, 237p. 2008.

RUFINO, M.S.M.; JIMENEZ, J.P.; ARRANZ, S.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; OLIVEIRA, M.S.P.; SAURA-CALIXTO, F. Açaí (*Euterpe oleracea*) 'BRS Pará': A tropical fruit source of antioxidante dietary fiber and high antioxidant capacity oil. **Food Research International**, v.44, p.2100-2106, 2011.

RUMALLA, C.; AVULA, B.; WANG, Y. H.; SMILLIE, T.; KHAN, I. Densitometric-HPTLC Method Development and Analysis of Anthocyanins from Acai (*Euterpe oleracea* Mart.) Berries and Commercial Products. JPC - **Journal of Planar Chromatography - Modern TLC**. 25. 409-414. 10.1556/JPC.25.2012.5.4. 2012

SÁ, T. D. A. Aspectos climáticos associados a sistemas agroflorestais: implicações no planejamento e manejo em regiões tropicais. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ECOSSISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 1994, Porto Velho. **Anais...** Colombo: Embrapa-CNPQ, p. 391-431. 1994.

SARMENTO, J. D. A.; MORAIS, P. L. D. de; ALMEIDA, M. L.B.; SILVA, G. G. da; SARMENTO, D. H. A.; BATALHA, S. de A. Qualidade pós-colheita de banana submetida ao cultivo orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.14, n.1, p.85-93, 2012.

SEERAM, N. P.; MOMIN, R. A.; NAIR, M. G.; BOURQUIN, L. D. Cyclooxygenase inhibitory and antioxidant cyaniding glycosides in cherries and berries. **Phytomedicine**, v.8, p. 362-369, 2001.

SILVA, M. G.C.P; BARRETO, W. S.; SERÔDIO, M. H. Comparação nutricional da polpa dos frutos de juçara e de açaí. Ilhéus: **Ceplac/Ceped**, 2004. Disponível em: [HTTP://www.inaceres.com.br/downloads/artigos/acai_jucara.pdf](http://www.inaceres.com.br/downloads/artigos/acai_jucara.pdf). Acesso em: 20 fev. 2020.

SILVA, A. K. N.; BECKMAN, J. C.; RODRIGUES, A. M. C.; SILVA, L. H. M. Avaliação da composição nutricional e capacidade antioxidante de compostos bioativos da

polpa de açaí. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 11, n. 1: p. 2205-2216. 2017.

SILVA, R. B., SILVA-JÚNIOR, E. V., RODRIGUES, L. C., ANDRADE, L. H. C., SILVA, S. I. DA, HARAND, W. & OLIVEIRA, A. F. M. A comparative study of nutritional composition and potential use of some underutilized tropical fruits of Arecaceae. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 87,1701-1709. 2015.

SINGH, B. et al. Bioactive compounds in banana and their associated health benefits - A review. **Food Chemistry**, v. 206, p. 1–11, 2016.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA, R. M. Analysis of total phenol and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, New York, v. 299, p. 152-178, 1999.

SOMOGY, M. Determination of blooded sugar. **Journal of Biologic Chemical**, Baltimore, n. 160, p. 69-73, 1945.

SOUZA, M. O.; SANTOS, R. C.; SILVA, M. E.; PEDROSA, M. L. Açaí (*Euterpe oleraceae* Mart) como alimento funcional. **Nutrire: Revista Sociedade Brasileira de Alimentos e Nutrição**. J. Brazilian Soc. Food Nutr., São Paulo, SP, v. 36, n. 2, p. 161-169, ago. 2011.

VEBERIC, R.; SLATNAR, A.; BIZJAK, J. Anthocyanin composition of different wild and cultivated berry species. **LWT - Food Science and Technology**, v.60, n.1, p.509-517, 2015.

VIEIRA D. A. P.; CARDOSO, K. C. R., DOURADO, K. K. F.; CALIARI, M.; SOARES JÚNIOR, M. S. Qualidade física e química de mini-tomates Sweet Grape produzidos em cultivo orgânico e convencional. **Revista Verde** (Pombal - PB - Brasil), v 9, n. 3, p. 100 -108, 2014.

VIRGOLIN, L. B.; SEIXAS, R. F. F.; JANZANTTI, N. S. Composition, content of bioactive compounds, and antioxidant activity of fruit pulps from the Brazilian Amazon biome. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.52, n.10, p.933-941, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Trad.: Eliane R. Santarém et al., 4 ed., Porto Alegre: Artmed, 848p. 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 820p. 2013.

WISEMAN H. Phytochemicals: Health Effects. In: Caballero B, Allen L, Prentice A (Ed.). **Encyclopedia of Human Nutrition**. Third Edition. Elsevier. p. 1396-1400. 2013.

YAMAGUCHI, K. K. L. Caracterização de substâncias fenólicas de resíduos de frutas Amazônicas e avaliação para uso biotecnológico. Tese de doutorado em química – Universidade Federal do Amazonas. 198 p. 2015.

YOUNG, A. **Agroforestry for soil conservation**. Wallingford: CAB International, 275 p. 1191.

YUYAMA, L. K.; AGUIAR, J. P. L.; MELO, T.; BARROS, S. E.; YUYAMA, K.; FAVARO, D. I. T.; VASCONCELLOS, M.; PIMENTEL, S. A.; BADOLATO, E. S. G. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.): Qual o seu potencial nutricional? In: **XVII Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 2002, Belém - PA. Anais do Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2002.

ZEFERINO, M.; BUENO, R. F. **Perspectivas para o mercado mundial de alimentos**. 2014. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/TerTexto.php?CodTexto=13381>. Acesso em: 28 abr. 2017.