



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ  
PRÓ - REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO  
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**JULIANA CHAGAS GURJÃO NUNES**

**MAPEAMENTO DE AÇAIZAIS NATIVOS COM USO DE AERONAVE  
REMOTAMENTE PILOTADA (ARP) NA COMUNIDADE ARRAIOL DO  
BAILIQUE, AMAPÁ, BRASIL.**

**MACAPÁ  
2022**

JULIANA CHAGAS GURJÃO NUNES

**MAPEAMENTO DE AÇAIZAIS NATIVOS COM USO AERONAVE  
REMOTAMENTE PILOTADA (ARP) NA COMUNIDADE ARRAIOL DO  
BAILIQUE, AMAPÁ, BRASIL.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de bacharelado em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Amapá, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Ambientais.

Orientadora: Dra. Ana Margarida Castro Euler

Coorientadora: Msc. Tatiana Pará Monteiro de Freitas

Coorientador: Dr. Sávio Luis Carmona dos Santos

**MACAPÁ**

**2022**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca Central/UNIFAP-Macapá-AP  
Elaborado por Mário das Graças Carvalho Lima Júnior – CRB-2 / 1451

---

N972 Nunes, Juliana Chagas Gurjão.

Mapeamento de açazais nativos com uso aeronave remotamente pilotada (arp) na comunidade Arraiol do Bailique, Amapá, Brasil / Juliana Chagas Gurjão Nunes. - 2022.  
1 recurso eletrônico. 46 folhas.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Curso de Bacharelado em Ciências Ambientais, Macapá, 2022.  
Orientadora: Ana Margarida Castro Euler.

Modo de acesso: World Wide Web.

Formato de arquivo: Portable Document Format (PDF).

1. Mapeamento com ARP. 2. Açai. 3. Desenvolvimento Territorial Sustentável.. I. Ana Margarida Castro Euler, orientadora. II. Universidade Federal do Amapá. III. Título.

CDD 23. ed. – 363.7

---

NUNES, Juliana Chagas Gurjão Nunes. **Mapeamento de açazais nativos com uso aeronave remotamente pilotada (arp) na comunidade Arraiol do Bailique, Amapá, Brasil**. Orientadora: Ana Margarida Castro Euler. 2022. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Coordenação do Curso de Bacharelado em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2022.

**JULIANA CHAGAS GURJÃO NUNES**

**MAPEAMENTO DE AÇAIZAIS NATIVOS COM USO DE AERONAVE  
REMOTAMENTE PILOTADA (ARP) NA COMUNIDADE ARRAIOL DO  
BAILIQUE, AMAPÁ, BRASIL.**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Dra. Ana Margarida Castro Euler (EMBRAPA)  
**Orientador (a)**

---

Msc. Tatiana Pará Monteiro de Freitas (IFPA)  
**Coorientador (a) 1**

---

Dr. Sávio Luis Carmona dos Santos (UNIFAP)  
**Coorientador (a) 2**

---

Dr. Haron Abraham Magalhães Xaud (EMBRAPA)  
**Avaliador 1**

---

Dr. Marcelino Carneiro Guedes (EMBRAPA)  
**Avaliador 2**

*A Deus por ter me mantido na trilha certa com saúde e forças para chegar até o final e a minha orientadora, Ana Euler, por ter me conduzido pelo caminho que me rendeu tantos frutos.*

## RESUMO

O açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) é um produto florestal de grande valor socioeconômico, sua produção auxilia na composição de renda de inúmeras famílias amazônicas. O aumento da demanda por frutos acarretou mudanças nos sistemas tradicionais de uso das florestas, principalmente em áreas de várzeas, ambientes de ocorrência natural dessa espécie. Neste aspecto, estudos que avaliem sua dinâmica espacial e socioambiental tornam-se fundamentais para o monitoramento desta atividade ao longo do tempo. No entanto, o mapeamento desta palmeira é difícil devido seu tamanho e sua ocorrência na floresta, tornando métodos tradicionais como inventários de campo e interpretação de imagens de satélite pouco viáveis. Considerando estes aspectos, o estudo apresenta o mapeamento de açais nativos, em uma comunidade produtora de açaí do arquipélago do Bailique, Amapá, a partir de interpretação visual das florestas de várzea combinados com dados do mapeamento participativo e classificação supervisionada com uso de Redes Neurais Artificiais (RNA) baseado na técnica de classificação orientada a objetos (GEOBIA). A metodologia adotada investigou a confiabilidade de um algoritmo livre e de código aberto para classificação em imagens de altíssima resolução (VHR) obtidas por Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARPs) para mapear a ocorrência de açais nativos nas florestas de várzea. A metodologia testada para mapeamento dos açais nativos obteve resultados satisfatórios, confirmado pelo índice Kappa de 0,68 considerado moderado, testado em diferentes tipos de amostragem (aleatória simples, amostra estratificada aleatória e amostragem sistemática). Com os resultados da interpretação visual, foi possível detectar o padrão de distribuição dos açais nativos nas áreas comunitárias sob diferentes regimes de uso, com percentuais de cobertura que variam de 5% (áreas de roçados) à 10% (áreas de manejo e SAFs). Entretanto, ainda se observa uma limitação nas classificações automáticas em relação ao mapeamento dos açais para grandes extensões de áreas, demonstrando que os resultados alcançados embora sejam um caminho para alcançar o mapeamento automatizado de florestas de várzeas, precisam ser complementados com novos levantamentos de campo.

**Palavras-Chave:** Mapeamento com ARP; Açaí; Várzeas Amazônicas, Desenvolvimento Territorial Sustentável.

## ABSTRACT

The açai (*Euterpe o Mart.*) is a forest product of great socioeconomic value, its production helps in the composition of the income of countless Amazonian families. The increase in demand for fruits has led to changes in the traditional systems of forest use, especially in floodplain areas, environments of natural occurrence of this species. In this aspect, studies that assess its spatial and socio-environmental dynamics become fundamental for monitoring this activity over time. However, the mapping of this palm tree is difficult due to its occurrence in the forest, traditional methods such as field inventories and interpretation of low-viable images. In these aspects, the study presents the mapping of native açai groves, in an açai producing community in the Bailique archipelago, Amapá, a visual interpretation of floodplain forests combined with data from participatory mapping and supervised classification using Artificial Neural Networks (ANN) based on the object-oriented classification technique (GEOBIA). The methodology adopted to invest in the security of an open site and code for classification in very high resolution images Approved for mapping the approved results, confirmed by the moderate Kapptoria index of 0.68, tested in different types of experimentation (stratified random and consistently simple). With the results of the visual interpretation, it was possible to detect the distribution pattern of native triggers in communities under different use regimes, with percentages of coverage ranging from 5% (areas of swiddens) to 10% (areas of management and SAFs). Once the paths to reach the fields of study, limits of a path to the goals will still be needed.

**Keywords:** Mapping with RPA; Açai; Amazonian floodplains, Sustainable Territorial Development.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	8
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b>	9
<b>2.1 Aspectos socioeconômicos e ambientais do açaí no Brasil e no estado do Amapá</b>	9
<b>2.2 Extrativismo e manejo dos açaizais: passado, presente e futuro</b>	11
<b>2.3 Uso de geotecnologias para o monitoramento da cobertura florestal na Amazônia</b>	16
<b>3. METODOLOGIA</b>	17
<b>3.1 Localização e caracterização da área de estudo</b>	14
<b>3.2 Obtenção e processamento de dados</b>	18
<i>3.2.1 Plano de voo</i>	18
<i>3.2.2 Processamento dos dados</i>	20
<b>3.3 Análise dos dados</b>	20
<i>3.3.1 Interpretação visual</i>	20
<i>3.3.2 Análise da cobertura e densidade de açaizais em diferentes regimes de uso</i>	21
<i>3.3.3 Classificação supervisionada</i>	21
<i>3.3.3.1 Segmentação</i>	22
<i>3.3.3.2 Classificação</i>	23
<i>3.3.3.2.1 Escolha e seleção dos polígonos de treinamento e controle</i>	23
<i>3.3.3.3 Avaliação de precisão</i>	26
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	29
<b>4.1 Interpretação visual</b>	29
<b>4.2 Classificação supervisionada</b>	32
<b>5. CONCLUSÃO</b>	35
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	38

## 1.INTRODUÇÃO

A Amazônia é a maior área contínua de floresta tropical do mundo. A Amazônia Legal no Brasil por sua vez, se estende por aproximadamente 5 milhões de quilômetros quadrados, o equivalente a 59% do território brasileiro (IMAZON, 2010). Em sua extensão, há uma série de áreas úmidas tais como as planícies inundáveis do rio Amazonas com suas florestas de várzeas, um habitat natural para uma gama de espécies, uma delas, o açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.).

Para Queiroz e Mochiutti (2001) o açaizeiro é a espécie arbórea de maior importância socioeconômica e frequência relativa em ambientes de várzeas estuarinas do Rio Amazonas, sendo responsável por cerca de 70% da renda dos ribeirinhos (LOPES e SANTANA,2005).

Segundo a CONAB (2019) desde 2015 a produção de açaí no Brasil tem sido superior a um milhão de toneladas (CONAB, 2019) com crescimento anual de 18,85% entre os anos 2016 - 2017, e um crescimento total de 38,7% no período entre 2015 e 2018. O Estado do Amapá por sua vez, produziu 19.062 toneladas de açaí e comercializou 16.404 toneladas em 2016 (IBGE, 2017).

As atividades extrativistas não madeireiras, são importantes para a economia local e possibilitam a conservação dos recursos florestais (SOUZA et al., 2019). No extrativismo tradicional, a produção ocorre sem qualquer trato silvicultural e o produto é destinado para o consumo e a subsistência das famílias, o que o caracteriza como uma atividade com riscos ambientais menores além de promover a conservação das florestas pelas populações tradicionais (TAGORE, 2017).

Se por um lado a economia do açaí tem promovido a melhoria da qualidade de vida das famílias extrativistas por meio do uso das florestas de várzea, o crescente aumento da demanda por esse produto tem motivado a sua domesticação e plantio em áreas de terra firme, e o manejo florestal em diferentes regimes (de baixo impacto ao manejo intensivo) com vistas ao aumento da produção e produtividade. Portanto, se faz necessário monitorar essas áreas de manejo e analisar os seus efeitos na biodiversidade e socioeconomia das florestas comunitárias do estuário amazônico (CARIM et al., 2008; CUNHA e COSTA, 2020).

Alguns estudos apontam para uma tendência de intensificação da produção através do adensamento dos açaizeiros, que acentua os riscos ambientais às várzeas, alterando a paisagem natural, com riscos de provocar a erosão, o assoreamento dos rios e logo, a eliminação de espécies que protegem as margens dos rios (ARAUJO e NAVEGANTES-ALVES, 2015; TAGORE, 2017). Outros autores apontam que o manejo de mínimo impacto de açais nativos tem ajudado na conservação das florestas de várzea com a manutenção da estrutura vertical da floresta e diversidade de espécies arbóreas (EULER, 2019; QUEIROZ e MOCHIUTTI, 2001).

Por isso, as propostas para o aumento da produtividade do açaí merecem mais investigação para não gerar sistemas de monocultivo, conforme mencionado por Homma (2014).

Homma (2014) afirma que o estuário amazônico é o berço da produção de açaí no Brasil e estima que cerca de 80 mil hectares de várzea foram transformados em áreas homogêneas de açaí. Dito isso, Cunha e Costa (2020) propõe que os mapeamentos são importantes para propiciar análises da dinâmica da produção do açaí, onde a produção ainda é difícil de ser contabilizada com segurança, em função da predominância da informalidade no mercado de venda do fruto.

Nesse sentido, as imagens obtidas por aeronaves remotamente pilotadas (ARP), embora não sejam gratuitas, mostram-se alternativas viáveis para discriminar o dossel de espécies de árvores em ambientes tropicais (PECK et al., 2012; OTERO et al., 2018) e apoiar programas de monitoramento florestal comunitário (PANEQUE-GÁLVEZ et al., 2014) e que, superam métodos tradicionais, tais como as imagens de satélites que apesar de serem mais acessíveis, limitam-se na região amazônica em função da alta cobertura de nuvens e possuem um déficit temporal referente às datas de passagens programadas do satélite (FONTES; POZZETTI, 2016).

Diante disso, o objetivo deste estudo é testar o uso de imagens coletadas com ARP e submetidas a diferentes métodos de interpretação para o mapeamento do dossel de florestas de várzea e a identificação dos maciços de açaizais nativos em uma floresta comunitária localizada no estuário do rio Amazonas. Finalmente avaliar a eficácia deste método no monitoramento do manejo dos açaizais nativos gerando referências para a discussão sobre a sustentabilidade desta atividade produtiva nos ecossistemas de várzeas junto à comunidade.

Este estudo está inserido no âmbito do projeto “Conhecimento Compartilhado em Gestão Territorial Local Na Amazônia – TERRAMZ” financiado com recursos do Fundo Amazônia/BNDES e CNPQ através da Bolsa de Iniciação Científica (PIBIC) 2020-2021.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Aspectos socioeconômicos e ambientais do açaí no Brasil e no estado do Amapá**

O fruto de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) vem ganhando destaque por seu potencial mercadológico, principalmente como alimento funcional, por ter alto valor energético e conter alto teor de lipídeos como Ômega 6 e 9, além de carboidratos, fibras, vitamina E, proteínas, minerais (Mn, Fe, Zn, Cu, Cr) e grande quantidade de antioxidantes (PORTINHO et al., 2012).

Na região amazônica, adquire um papel múltiplo, se fazendo presente na alimentação (polpa processada e palmito), na construção de casas e pontes, em remédios (vermífugo e anti

diarreico), na produção de celulose (papel Kraft), na confecção de biojóias (colares, pulseiras etc.), na ração animal, adubo e etc. (OLIVEIRA et al., 2014).

A comercialização de frutos e da polpa do açaí está entre os principais produtos que contribuem com a economia da Amazônia, especialmente nos estados do Pará e Amapá, por ser um produto que compõe a base alimentar e cultural da população local e também em razão da extensa área manejada e cultivada com esse produto na região (CARVALHO; COSTA; SEGOVIA, 2017).

Nos Estados do Pará e Amapá, o mercado do açaí movimenta anualmente mais de dois bilhões de reais e mais de duzentos milhões de reais, respectivamente, sendo que no Amapá só as bateadeiras movimentam mais de 150 milhões de reais (OLIVEIRA et al., 2014)

No Amapá, em 2016 foram comercializadas 16.404 toneladas, segundo o Censo Agropecuário (IBGE, 2017). Em 2009, o arranjo produtivo local (APL) movimentou mais de R\$ 500 milhões de reais somente com as transações internas e US \$10,22 milhões de dólares com exportação (CARVALHO; COSTA; SEGOVIA, 2017).

Cerca de 89% do açaí consumido e industrializado no Amapá é extraído de áreas de várzeas do estuário do rio Amazonas do Estado do Pará. Dos 11% restantes, 9% são oriundos dos açais das várzeas do rio Amazonas, nos municípios de Macapá, Santana e Mazagão, sobrando 2% da extração em várzeas estuarinas da Costa Atlântica, nos municípios de Amapá, Calçoene e Oiapoque (CARVALHO; COSTA; SEGOVIA, 2017).

A busca por alternativas econômicas para o desenvolvimento sustentável da Amazônia, tornou o extrativismo de PFSM como o do açaí promissor devido ao baixo impacto ecológico gerado aliado a um mercado favorável (GARCIA et al., 2018). Além disso, enfatiza-se que o mercado do açaí transformou a realidade socioeconômica das famílias ribeirinhas que antes viviam em situação de miséria e agora desfrutam de melhores condições de renda.

O açaí passa então de um produto de tradição e cultura para um agente transformador da dinâmica socioeconômica das populações ribeirinhas, promovendo a qualidade de vida através de uma nova fonte de renda sem agredir os recursos naturais. O estudo de Ramos e Euler (2020) demonstra o caso do município de Afuá, que em 2017, movimentou 20 milhões de reais com a comercialização de 640 mil rasas de frutos de açaí e que possui 99% de suas florestas conservadas.

Além de distribuir renda na floresta, o açaí também impulsiona a economia verde nas capitais amazônicas. Destaca-se como exemplo a iniciativa da Cooperativa AmazonBai, primeira cooperativa comunitária localizada no Arquipélago do Bailique-AP a receber o certificado FSC para toda sua cadeia de custódia (EXAME, 2022), demonstrando seu papel

como um importante agente de valorização das populações tradicionais além do que contribui significativamente para a conservação da floresta no Amapá e Amazônia. O açaí da Amazonbai também tem certificação de serviços ecossistêmicos, vegano e está em processo de certificação orgânica.

Por outro lado, poderá o sucesso do açaí ameaçar as florestas de várzea? Estudos recentes têm levantado o alerta sobre o risco que as forças do mercado nacional e internacional podem exercer na mudança nos sistemas de manejo, com intensificação e eliminação de outras espécies com vistas ao aumento da produção como uma resposta de curto prazo. Freitas e outros (2021) sugerem que a intensificação do açaí diminui a abundância de árvores e a riqueza de espécies em 50% à medida que a densidade de touceiras de açaí aumenta (>600 touceiras por hectare). Outra questão levantada por Souza e outros (2019) é que os riscos ambientais decorrentes da intensificação da produção de açaí também podem gerar problemas relacionados com pragas como o transmissor da doença de chagas, uma doença infecciosa causada pelo protozoário *Trypanosoma cruzi*, que pode ser adquirida por meio do contato com as fezes do barbeiro, inseto vetor da doença, que se misturam à polpa durante o processamento do açaí.

Diversos autores corroboram sobre a ausência de estudos sobre os impactos do adensamento do açaí no estuário e seus efeitos sobre a composição funcional e estrutura das florestas do estuário amazônico (ANDERSON et al., 1995; WEINSTEIN; MOEGENBURG, 2004; HOMMA et al., 2006; BRONDÍZIO, 2008; FREITAS, 2019; CAMPBELL et al., 2018; SOUZA et al., 2019).

Finalmente, estudo recentemente publicado pelo projeto Amazônia 2030 (SMERALDI e SANTOS, 2021), liderado pelo pesquisador Carlos Nobre, mostra que a cadeia do açaí na Amazônia enfrenta dois grandes desafios, a perspectiva de concorrência com o açaí plantado em outros países tropicais, e a falta de garantia de que a oferta de açaí na Amazônia crescerá sem pressionar a floresta.

## **2.2 Extrativismo e manejo dos açaizais: passado, presente e futuro**

A presença humana na Amazônia data de pelo menos 16 mil anos, e sua coexistência nesse ambiente resultou em sofisticadas estratégias de manejo dos recursos naturais, capazes de produzir “hiperdiversidade” de determinadas espécies vegetais e paisagens culturais (DE OLIVEIRA et al., 2020). As paisagens cheias de histórias nos contam sobre conhecimentos e práticas milenares que foram decisivos na construção da biodiversidade hoje existente (Belée, 1989; Levis et al. 2017; Neves, 2020; Ter Steege et al., 2013). De aproximadamente 16 mil espécies de árvores catalogadas, apenas 227 delas (1,4% do total) representam metade das árvores de todo o bioma e são consideradas espécies hiperdominantes (Ter Steege et al. 2013).

O autor também completa que dentre as 10 espécies mais abundantes, seis são palmeiras, e uma delas é o açaizeiro. Essa informação nos dá indícios da importância desta espécie para as populações ameríndias e de seu processo longo de “cultivo” e disseminação por quase toda a Amazônia.

Entre os anos de 1990-2000 o consumo do “vinho de açaí”, como é conhecido popularmente, era restrito às populações amazônicas com alcance mercadológico regional. Nessa conjuntura, o palmito de açaí que era o principal produto de mercado (nacional e internacional). Foi a partir dessa produção, que requer o corte de estipe, que essa atividade econômica acarretou na exploração em larga escala de açais nativos, e desde então, essa atividade foi considerada de grande impacto para as florestas de várzea do estuário.

Essa pressão sobre a floresta levou ao surgimento do primeiro marco regulatório, a Instrução Normativa nº 05/1999 (IBAMA, 1999) que institui procedimentos de controle da exploração, transporte, industrialização, comercialização e armazenamento de palmito, e definiu a necessidade de adoção de técnicas de condução e de manejo adequadas à sustentabilidade da floresta.

Desde então, surge a necessidade do Plano de Manejo Sustentável<sup>1</sup> para exploração comercial desta espécie. Sendo que, aos pequenos produtores é autorizado efetuar a limpeza para manutenção dos açais existentes em suas propriedades, porém devendo estes estarem cadastrados no IBAMA,

O primeiro Plano de Manejo de Açais<sup>2</sup> nativos comunitário surgiu em 2001, proposto pela Associação dos Trabalhadores Rurais da Ilha de Santa Bárbara, localizada no município de Gurupá-PA e com objetivo de “ melhoria de sua qualidade de vida, através da valorização dos produtos do principal recurso natural com o qual vivem e trabalham: o açaí”, “percebendo uma sensível redução de seus estoques florestais, essas famílias iniciaram um processo de organização e uso sustentável de seus recursos naturais, tendo como impulsionador o manejo de açais nativos para obtenção de palmito e frutos”.

---

<sup>1</sup> De acordo com o código florestal (Lei 12.651/2012) manejo sustentável é a administração da vegetação natural para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras ou não, de múltiplos produtos e subprodutos da flora, bem como a utilização de outros bens e serviços.

<sup>2</sup> Manejar a floresta para criação de açail requer combinar açaizeiros com as demais espécies ali existentes, utilizando-se de técnicas apropriadas, trabalho e consciência ecológica para a produção de frutos e/ou palmito de açaí (Queiroz e Mochiutti, 2012)

Posteriormente, os estados do Pará e Amapá, fizeram suas regulamentações estaduais,<sup>3</sup> com orientações normativas bem semelhantes com vistas a estabelecer regras para a limpeza de açazais nativos, manejo, transporte e armazenamento de palmito. Especificamente sobre as orientações relacionadas ao manejo destacamos: a limpeza de açazais nativos só poderá ser feita nos 20% da área total da propriedade permitida para o uso alternativo do solo; no máximo 400 touceiras/ha com 5 estipes adultos; deixar no mínimo 50 indivíduos de outras palmeiras e entre 180 e 200 árvores dicotiledôneas.

Em 2012, depois de caloroso debate público, é aprovado pelo Congresso Nacional o Novo Código Florestal (Lei 12.651/2012) e esse estabelece no art. 3º que “a coleta de produtos não madeireiros é livre e a exploração agroflorestal e o manejo florestal sustentável, comunitário e familiar, incluindo a extração de produtos florestais não madeireiros, são consideradas atividades de baixo impacto ambiental, desde que não descaracterizem a cobertura vegetal nativa existente e não prejudique a função ambiental da área”. Na esteira dessa mudança, os estados do Pará e Amapá atualizam suas normativas, porém mantendo as orientações técnicas quanto ao manejo de açazais nativos, que são baseadas nas orientações técnicas publicadas pela Embrapa (Queiroz e Mochiutti, 2001; Queiroz e Mochiutti, 2012).

Com a entrada do fruto de açaí nos mercados nacional e internacional, a extração do palmito virou atividade secundária à produção de frutos. A crescente demanda por esse produto levou a um novo fenômeno chamado “açazização”, que é a eliminação quase completa de todos os demais indivíduos e espécies, transformando algumas áreas de várzea em monoculturas de açaí.

Grossmann (2004) avaliou o manejo tradicional dos açazais de 25 agricultores em diferentes localidades no Estado do Pará e registrou quatro tipos de manejo:

1. Manejo intensivo - elimina-se toda a vegetação e deixa apenas o açaí, para aumentar a penetração de luz e diminuir a competição com outras espécies.

2. Manejo intermediário - deixa-se apenas 3-4 estipes/touceira e elimina-se apenas a vegetação de espécies sem valor econômico e preserva as que apresentam valor econômico e/ou utilidade para as famílias.

---

<sup>3</sup> Instrução Normativa SEMA/AP nº 3 de 16/11/2009 dispõe sobre procedimentos para limpeza de açazais nativos sob práticas de manejo, transporte e armazenamento de palmito no Amapá e a Instrução Normativa SEMAS/PA nº 53 de 23/09/2010 revogada pela Instrução Normativa Nº 009/2013 que visam a limpeza de açazais, com o objetivo de fortalecer a produção de frutos dos açazeiros no Pará.

3. Manejo moderado - retira-se apenas algumas espécies da flora, consideradas indesejáveis, como os que possuem acúleos ou espinhos, para facilitar o trânsito das pessoas pela floresta e deixam-se todos os estipes de açaí

4. Sem manejo - neste tipo de sistema é realizada apenas a colheita dos frutos do açaizeiro, pois, a fonte de renda e a produtividade de mão de obra são maiores em outras atividades como pesca, pequenos comércios, cerâmica, micro indústria

Segundo Brondizio e outros (1993), apesar de provocarem mudanças na composição florística da floresta de várzea, o manejo para produção de fruto e palmito é uma prática compatível com a manutenção das características funcionais e estruturais da floresta, além de propiciar ao produtor a concentração de espécies de valor econômico.

Anteriormente, o manejo tradicional dos açaizeiros, também chamado de extrativismo<sup>4</sup> do açaí, compreendia o desbaste e corte das estipes mais altas e mais velhas, além da coleta dos frutos com o auxílio da “peconha”. Todavia, atualmente, as práticas seguidas nos açazais compreendem diferentes atividades que, em geral, são mais agressivas (TAGORE, 2017).

O uso de técnicas de manejo adequadas possibilita o aumento da produção de frutos, conservação da diversidade florestal, aumento do período de safra, mais segurança, menos esforço na coleta de frutos com o aumento de renda dos ribeirinhos (QUEIROZ e MOCHIUTTI, 2001; HOMMA, 2014, OLIVEIRA et al., 2014, RODRIGUES, 2019).

Como conclusão da análise histórica do cultivo, extrativismo e manejo dos açazais nativos na Amazônia, e em especial na região do estuário do rio Amazonas, notamos que essa atividade é bastante dinâmica e que ao longo do tempo sofre grande influência do comportamento do mercado externo com relação aos diferentes produtos (palmito e frutos). Os marcos regulatórios (federal e estadual) buscam ordenar essa atividade em resposta ao risco ambiental de exploração desmedida das populações naturais, porém com pouca eficácia. As pesquisas apontam que o melhor caminho é o manejo, em todos os sentidos (ambiental, social e econômico), mas, considerando o avanço do fenômeno de açazização, é importante o desenvolvimento de ferramentas de monitoramento em larga escala desta atividade para mensurar, por um lado, potenciais mudanças na estrutura da floresta no nível da paisagem, ou no sentido contrário, a contribuição para a conservação da floresta e dos seus serviços ecossistêmicos.

### **2.3 Uso de geotecnologias para o monitoramento da cobertura florestal na Amazônia**

---

<sup>4</sup> Conceitualmente o extrativismo vegetal é o processo de exploração dos recursos vegetais nativos através da coleta ou apanha de produtos de forma racional, com obtenção de produções sustentadas ao longo do tempo ou em apenas uma única produção (IBGE, 2014).

Os instrumentos de geoprocessamento e sensoriamento remoto permitem a formulação de diagnósticos, prognósticos, avaliação de opções de ações manejos ambientais e propícia maior frequência na atualização de dados, agilidade no processamento e viabilidade econômica (CEREDA JUNIOR, 2006; FLORENZANO, 2007; VAEZA et al., 2012).

Eles auxiliam na compreensão de fenômenos complexos a partir de estudos científicos e tecnológicos, além disso, geram políticas voltadas para o monitoramento de territórios e recursos naturais (MONTEIRO, 2015). Os sensores remotos vêm sendo aplicados para o reconhecimento e mapeamento das zonas amazônicas, no entanto, há limitações de estudos com sensores remotos ópticos passivos em função do clima úmido e a alta cobertura de nuvens (FONTES; POZZETTI, 2016).

Nesse sentido, o uso da fotogrametria digital a partir de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) surge como uma alternativa viável ao monitoramento florestal (FIGUEIREDO et al., 2018) e auxilia nos processos de sustentabilidade, conforme estabelecido no artigo 225 da Constituição Federal. As Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) estão se tornando uma excelente alternativa em termos de qualidade de dados, permitindo a aquisição de imagens de alta resolução a baixo custo.

Em imagens de satélite, o açazeiro é quase sempre incluso em classes relacionadas com vegetação secundária e floresta (SOUZA et al., 2020). Para superar esses entraves, as atuais metodologias usadas pelos sistemas de monitoramento baseiam-se em técnicas de classificação digital, mas, isso ainda dificulta a diferenciação dos açazeiros em relação a outros alvos (SOUZA et al., 2019; CUNHA e COSTA, 2020), sendo também necessário, o conhecimento empírico para delimitar a área referente ao uso do solo, com o objeto presente em diferentes tipos de imagens (DURIC et al., 2014).

Toda essa conjuntura, reflete em poucos estudos técnicos-científicos com uso dessas práticas, portanto poucas políticas adequadas a essa realidade. O estudo de Ferreira e outros (2019) propõe que a identificação do açazeiro a partir de sua textura pode melhorar a precisão da classificação de espécies de árvores em função das características morfológicas distintas do açazeiro comparado ao restante da vegetação. Diante disso, o uso de imagens de resolução muito alta (VHR) (tamanho de pixel menor que 1 m) foi aclamado como uma forma de processamento para identificar espécies de árvores, incluindo palmeiras, no nível da copa da árvore individual (em inglês denominado de Individual Tree Crown - ITC) (FERREIRA, 2020).

O açazeiro ocorre entremeado na floresta de várzea, em um processo de mapeamento, empregando escalas menores, favorece sua diluição em meio a classes que predominam no ambiente (SOUZA et al., 2019). Além disso, com os dados oriundos das ARP, é possível aplicar

técnicas de aprendizado de máquinas tais como os modelos de redes neurais para processar dados de forma inovadora e eficiente (SILVA, 2020).

O estudo proposto por Ferreira e outros (2019) serviu de base para a definição metodológica das ações de monitoramento de ocorrência de palmeiras de açaí em tempo real. Nesse estudo base, foram mapeadas as espécies de palmeiras amazônicas no nível da copa individual, utilizando imagens RGB adquiridas por ARP.

Para além disso, as abordagens de análise de imagem baseada em objeto geográfico (GEOBIA) executadas por meio do delineamento e análise de objetos de imagem em vez de pixels individuais consolida-se como uma alternativa de monitoramento da cobertura vegetal (CASTILLA e HAY 2008; BLASCHKE, 2014; DE LUCA, 2019).

Todos os estudos acima mencionados, fornecem indicadores e critérios que podem ser replicados para o monitoramento da ocorrência dos açazeiros na Amazônia e serviram de base para o presente estudo conduzido no Amapá, em nível de touceiras de açazeiros, a forma natural dessa espécie encontrada na região da foz do Rio Amazonas.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 Localização e caracterização da área de estudo**

Considera-se como área de estudo uma área experimental (AE) de 399,64 ha na qual foi realizado o aerolevante. Essa área é de propriedade, uso e ocupação da Comunidade Arraiol do Bailique e compreende cerca de 10,15% de sua extensão total que possui 3.937,3 ha. A comunidade por sua vez, está inserida no território do Bailique, distrito do município de Macapá, capital do estado do Amapá, localizado na região estuarina do rio Amazonas (Figura 1).

O Bailique é um arquipélago constituído por 8 ilhas estuarinas e uma área costeira localizado a aproximadamente 200 km da capital do estado, Macapá, num traslado de 12 horas de duração com acesso via transporte fluvial, onde vivem cerca de 10 mil habitantes distribuídos em 51 comunidades tradicionais (AMAPÁ, 2015).

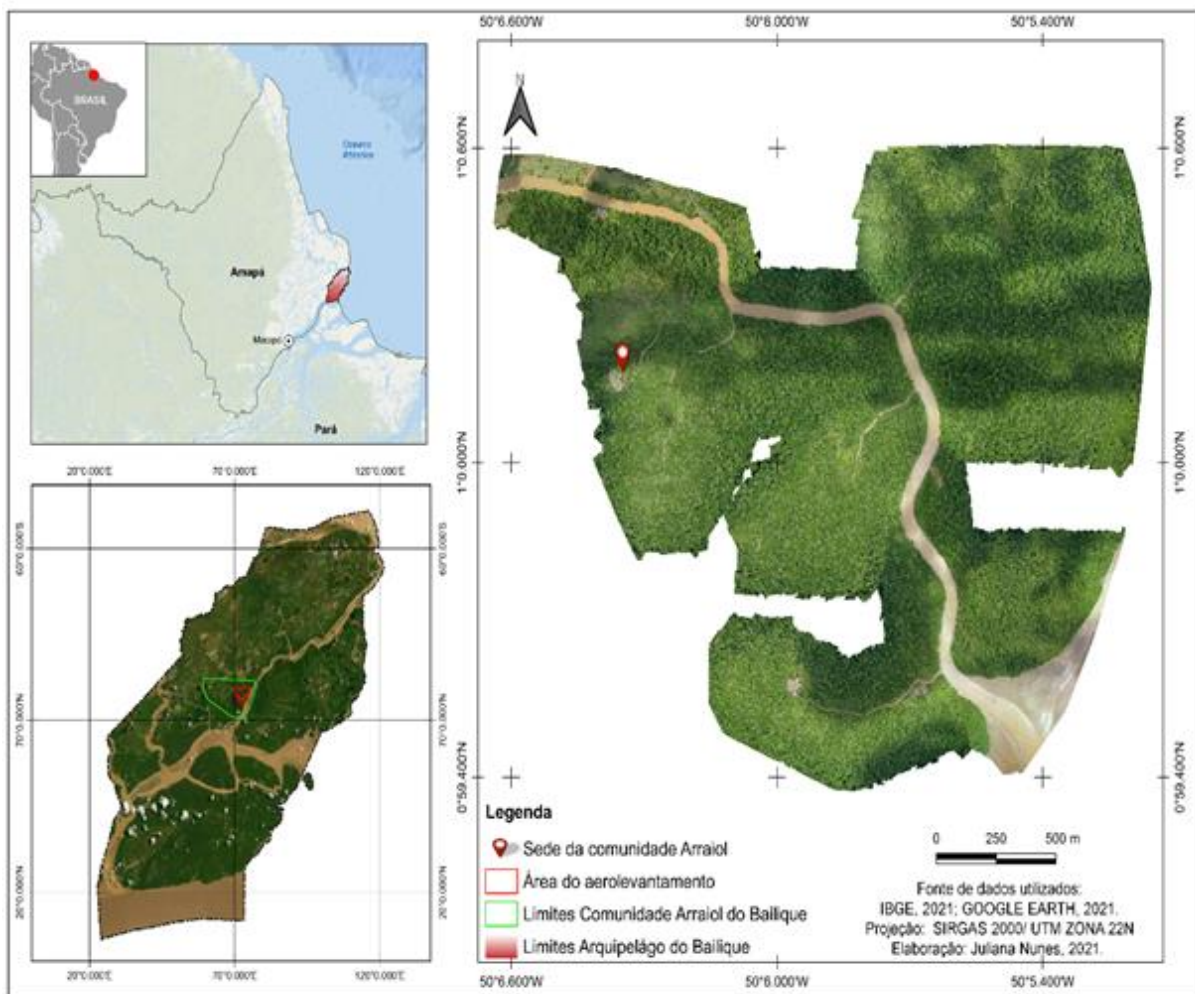
Além disso, o Bailique é uma das principais regiões produtoras de frutos de açaí do Amapá, os habitantes dependem da economia do açaí para sua reprodução social, econômica e cultural. Territorialmente, a produção de açaí revigorou os mercados nacionais e internacionais ao garantir o selo de o único açazeiro do mundo com certificado do Conselho de Manejo Florestal, o FSC (Forest Stewardship Council) concedido à cooperativa AmazonBai, a qual a comunidade do Arraiol é membro.

A comunidade Arraiol, por sua vez, tem o açaí como seu produto mais importante (Euler et al., 2019), seus frutos são a principal base da alimentação e economia familiar (Euler et al., 2018), em sua área, cerca de 119,3 hectares são destinados ao manejo de açaizais, com base nas informações do mapeamento participativo.

A comunidade se autodeclara população tradicional, reconhecida pelo artigo 3º da Lei nº 11. 284/2006. O extrativismo da floresta e a produção dos roçados estão presentes na história e cultura da comunidade, atualmente, a atenção está voltada para o açaí, sua principal expressão cultural e econômica (Euler et al., 2018).

A área experimental (AE) foco deste estudo, reúne um mosaico de áreas sob diferentes regimes de uso, tais como manejo florestal, sistemas agroflorestais, roçados, áreas de floresta sem indicação de uso. Essa área foi selecionada com orientação dos produtores da comunidade que autorizaram e acompanharam todo o processo de levantamento de campo.

Figura 1. Mapa de localização da área do aerolevanteamento (AE) executado na comunidade Arraiol do Bailique, Amapá, Brasil.



Fonte: Dados segundo IBGE (2021) e Google Earth (2021), elaborado pela autora.

### 3.2 Obtenção e processamento de dados

### 3.2.1 Plano de voo

Os planos de voo foram elaborados e executados de forma a cobrir as áreas do mapeamento participativo realizado pelos moradores da comunidade. Foram elaborados 9 planos de voo no software Litchi for DJI drones versão 2.6.7 da empresa VC Technology Ltd (Figura 2), ao final foram obtidas 934 imagens que posteriormente compuseram o ortomosaico.

O aerolevanteamento foi realizado nos dias 18 e 19 de setembro de 2019 em dias ensolarados seguindo as recomendações da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) em relação a janela de voo, o período do dia ideal para realizar o mapeamento aéreo a depender da localização geográfica e do alvo. O voo foi realizado pela equipe do Projeto Terramaz/Fundo Amazônia com o apoio dos moradores da comunidade, produtores agroextrativistas de açaí (Figura 3), foi utilizada uma voadeira para o deslocamento até as proximidades das áreas mapeadas.

Figura 2. Planos de voo e trajetória de voo (amarelo).



Fonte: Daniel Papa (2019) adaptado pela autora.

Figura 3. Equipe do projeto Terramz e produtores de açaí da Comunidade Arraiol na execução do aerolevanteamento.



Foto: Ana Euler (2019).

Utilizou-se a ARP Multirrotor modelo Mavic 2 Pro dotado da câmera digital Gimbal RGB de 20 megapixels Hasselblad L1D-20c com aparelho de posicionamento global (GPS) embutido e sensor CMOS 20MP 1" com abertura ajustável entre  $f/2.8$  a  $f/11$ . A execução do aerolevanteamento foi realizada com sobreposição lateral de 80% e longitudinal de 87% (Tabela 1) o que possibilitou a obtenção de imagens com altíssima resolução espacial de 6,0 centímetros por pixel.

Tabela 1. Características dos voos executados para obtenção das imagens aéreas

Altura do voo	120m acima do dossel
Data e hora de voo (campo inicial)	18/09/2019 às 06:23
Data e hora de voo (campo final)	19/09/2019 às 07:18
Sobreposição Longitudinal:	87%
Sobreposição Lateral:	80%
Resolução final da ortofoto:	6 cm
Distância entre linhas de voo:	75m
Velocidade de voo:	10 m/s

Intervalo de tempo entre fotos: 3 segundos

Velocidade de abertura do obturador: 1/160

#### CARACTERÍSTICAS DO SENSOR

Largura do sensor	13,23:2
Largura da imagem	5472 mm
Distância focal equivalente	28
Altura da imagem	3648 mm
FR	10,68
Altura do Sensor	8,8

Fonte: Elaborado pela autora.

#### 4.2.2 Processamento dos Dados

Para o processamento das 934 cenas, foi necessário realizar a aerotriangulação das imagens, processo de determinação precisa dos parâmetros de orientação de uma imagem no espaço para posteriormente gerar o ortomosaico, processo no qual são unidas as imagens obtidas. Para isso, foi utilizado o software Pix4D versão 4.4.12.

O procedimento foi realizado no laboratório de geoprocessamento da Embrapa Acre em função da capacidade de processamento avançada dos equipamentos. Utilizou-se um computador com processador AMD Ryzen Threadripper 3.5 GHz, placa de vídeo 256-bits e capacidade de 8GB e memória HyperX Fury, 16GB, 3000MHz. Tal configuração computacional mostrou-se extremamente eficaz tendo um grande ganho de produtividade durante toda a etapa de processamento dos dados.

Figura 4. Ortomosaico e o Modelo Digital da Superfície (MDS) gerados



Fonte: Relatório de campo do Pix4D, adaptado pela autora.

Tabela 2. Opções de processamento utilizadas no software Pix4D

Tempo para processamento inicial	55m:30s
Data e hora do processamento	21/10/2019 às 17:48h
Distância Média de Amostragem do Solo (GSD)	6,92 cm / 2,73 pol.
Resolução MDT	5 x GSD (6,92 cm/pixel)
Tempo para MDS	59m:07s
Hora da Geração Ortomosaica	01h:51m:11s
Tempo para MDT	20m:37s
Resolução do ortomosaico e MDS	6 (cm/pixel)

Fonte: Relatório de campo do Pix4D, adaptado pela autora.

A base de dados para as demais análises realizadas neste trabalho é oriunda do projeto Semear – Produção de sementes florestais e crioulas em comunidades do Arquipélago do Bailique, Amapá, Brasil publicado no estudo de Euler e outros (2019) sobre as quais foram vetorizados todos os objetos, todas as fontes foram georreferenciadas no sistema UTM, fuso 22, Hemisfério Norte.

### 3.3 Análise dos dados

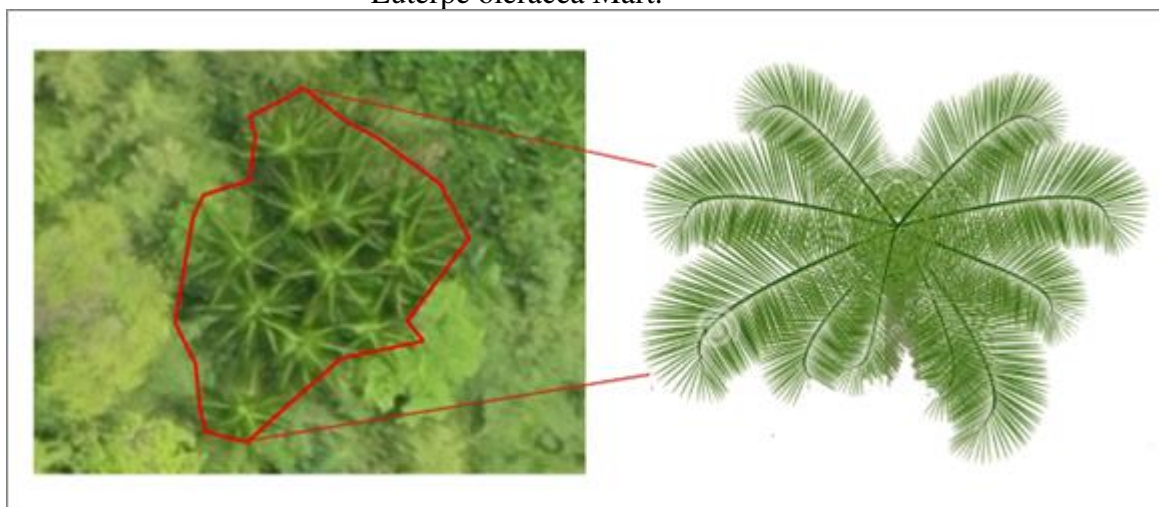
#### 3.3.1 Interpretação visual

A interpretação visual seguiu os modelos propostos por Florenzano (2007) que considera os seguintes elementos: localização, tamanho, forma das feições, textura, tonalidade, padrão, associação com aspectos do ambiente, sombras, convergência de evidências e elementos de drenagem.

Os objetos foram delineados a partir da criação de vetores no formato shapefile, sobrepostos ao ortomosaico na maior escala geográfica de 1:400. A alta resolução da imagem possibilitou a identificação individual dos alvos (açazais nativos) a partir de sua formação botânica (Figura 4). Foram delimitadas todas as áreas de açazais com dossel perceptível no ortomosaico, o que compreendem tanto áreas de touceiras individuais como de aglomerados.

A palmeira do açazeiro tem características muito peculiares. É cespitosa, com até 25 estipes por touceira em diferentes estágios de desenvolvimento. Os estipes das plantas adultas apresentam altura e diâmetro variando entre 3m e 20m e 7cm e 18cm de diâmetro, sua porção terminal, resulta em um conjunto de 8 a 14 folhas (OLIVEIRA, 2002).

Figura 5. Identificação de açaiçais em floresta densa; Formação botânica da Palmeira *Euterpe oleracea* Mart.



Fonte: Elaborado pela autora.

### 3.3.2 Análise da cobertura e densidade de açaiçais em diferentes regimes de uso

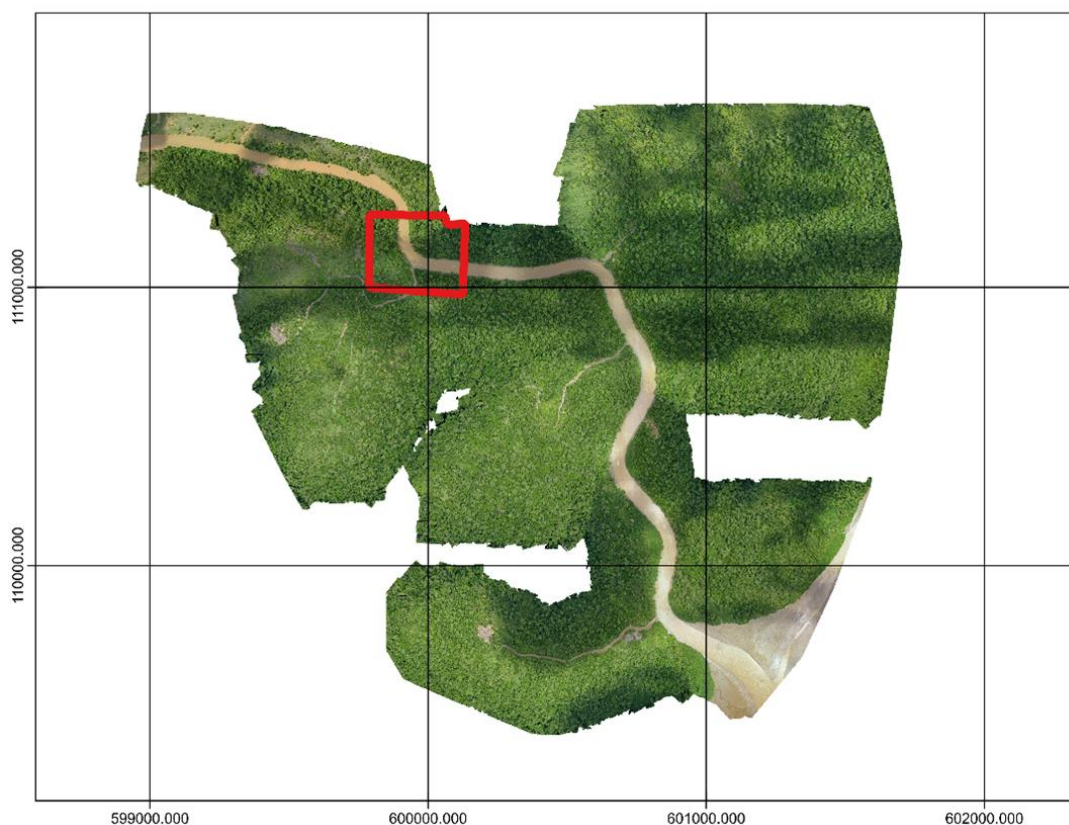
A análise da cobertura e ocorrência de açaiçais em sistemas sob diferentes regimes de uso obedeceu às seguintes etapas: a) identificação dos vetores de regime de uso (áreas de manejo florestal, sistemas agroflorestais e roçado) na base cartográfica do Projeto Semear (2019), b) vetorização dos polígonos e sobreposição na AE, c) recorte dos vetores de açaiçais em cada uma das áreas sob diferentes regimes de uso inseridos na AE. Depois desses procedimentos, calculou-se a área total e a porcentagem da área de ocorrência de açaiçais em cada uma das classes de uso e na área de não uso.

### 3.3.3 Classificação supervisionada

O fluxo de trabalho implementado pode ser simplificado em três etapas principais: segmentação, classificação e avaliação de precisão.

Obtido o ortomosaico, a primeira etapa foi a escolha da área a ser testada na classificação, denominada como área classificada (AC) (Figura 5). Essa área foi escolhida aleatoriamente dentre uma das cenas que compuseram o ortomosaico, todo o processo foi realizado no ambiente SIG do software QGIS 3.16.15. Para essa etapa, utilizou-se uma área de 9,78 hectares, que representa cerca de 2,44% da área total da ortofoto. A escolha dessa área justifica-se em função do limite de memória padrão (256 MB) para processamento utilizada pelo algoritmo.

Figura 6. Localização da Área Classificada (AC) em relação ao ortomosaico



Fonte: Elaborado pela autora.

Para a classificação, foi escolhido o Orfeo Toolbox (OTB) versão 7.1.1, um projeto de código aberto que possui uma biblioteca de ferramentas para processamento de imagens de sensoriamento remoto, desenvolvido pela agência espacial francesa Centre National d'Études Spatiales (em português: Centro Nacional de Estudos Espaciais - CNES).

Os algoritmos implementados em OTB foram aplicados neste trabalho por meio do software QGIS 3.16.15 'Hannover' que foi instalado em uma estação de trabalho no laboratório de geoprocessamento da Embrapa Amapá.

### 3.3.3.1 Segmentação

Na segmentação, as imagens originais são subdivididas em um conjunto de segmentos espacialmente adjacentes, compostos por um conjunto de pixels de significado semântico onde a forma de cada objeto notável deve ser idealmente representada por um objeto real na imagem (TORRES-SANCHEZ et al., 2013; DE LUCA et al., 2019; BLASCHKE et al., 2014).

O algoritmo de segmentação utilizado foi o LSMS (Large-Scale Mean-Shift), um método de agrupamento não paramétrico e iterativo que foi introduzido em 1975 por Fukunaga e Hostetler (MICHEL et al., 2015).

Ele permite o desempenho de segmentação em mosaico de imagens de alta resolução espacial (VHR) resultando em um arquivo vetorial no qual cada vetor corresponde a um segmento contendo a média radiométrica e a variância de cada banda (CNS, 2018).

O procedimento de segmentação OTB LSMS é composto de quatro etapas sucessivas: 1) *MeanShiftSmoothing*; 2) *LSMSSegmentation*; 3) *LSMSSmallRegionsMerging* e 4) *LSMSVectorization*.

Inicialmente, foi aplicado automaticamente o *MeanShiftSmoothing*, após isso o LSMS foi testado com diferentes valores a partir dos valores padrões dados pelo OTB. Para o raio espacial (valor padrão=5) foram testados os seguintes valores: 5, 6, 10, 16, 26 e 30, onde o parâmetro 26 foi o que melhor ajustou-se, partindo então para a segunda (*LSMSSegmentation*), implementada de forma automática.

Assim, vários testes foram realizados a fim de avaliar valores distintos do raio de alcance (*range radius*). Este parâmetro baseia-se na distância euclidiana entre os valores de pixels da assinatura espectral, ou seja, na diferença espectral (DE LUCA et al., 2019). Foram testados valores em torno das distâncias espectrais mínimas registradas (ou seja, todos os valores entre 5 e 30 com passos de 1 unidade).

Após o resultado da segmentação empregou-se a terceira etapa (*LSMSSmallRegionsMerging*), que trata da fusão de objetos pequenos com objetos adjacentes maiores com a radiometria mais próxima. O parâmetro *minsize* (região de tamanho mínimo) permite a especificação do limite para o tamanho (em pixel) das regiões a serem mescladas. Nesse caso, utilizou-se o padrão dado pelo OTB (valor padrão: 50) visto que a configuração deste parâmetro é opcional.

A última etapa é a vetorização (*LSMSVectorization*), na qual a imagem segmentada é convertida em um arquivo vetorial que contém um polígono por segmento.

### **3.3.3.2 Classificação**

A classificação foi implementada para 3 classes que correspondem a: Água (Azul escuro), Açaizais (Verde Claro) e Floresta (Verde Escuro). Foi utilizado o método de classificação supervisionada baseada em GEOBIA (Geographic Object-Based Image Analysis), sua escolha foi em função de seu alto desempenho para classificação de imagens VHR (DE LUCA et al., 2019).

Foi realizado um mapeamento com interpretação visual, onde também foram implementadas 3 classes correspondentes a: Água (Azul escuro), Açaizais (Verde Claro) e Floresta (Verde Escuro). Esse mapeamento foi utilizado como mapa de referência para testar a confiabilidade da classificação posteriormente.

Li e outros, (2016) apontam para a gama de algoritmos de excelência para a classificação orientada a objetos, tanto para classificação supervisionada como para a não-supervisionada contidos na biblioteca do OTB, exemplos: Randon Forest (RF), Support Vector Machines (SVM), Bayes normais, árvore de decisão, k-vizinhos mais próximos.

Nesse caso, o classificador utilizado foi o TrainVectorClassifier (TVC) e VectorClassifier (VC), esta aplicação baseia-se em Support Vector Machines (SVM) uma abordagem de aprendizado supervisionado não paramétrico de maior sucesso nessa aplicação.

O TVC e VC executam a classificação com base em geometrias rotuladas a partir de uma lista de recursos a serem considerados (OTB, 2018). Nesse caso, utilizou-se como recurso a Rede Neural Artificial (RNA) e o tipo de método de treino usado foi Algoritmo de Retro-propagação Resiliente (REG).

O algoritmo RNA compreende um conjunto de camadas de informações interligadas, onde cada conexão possui um peso associado (RICHARDS e JIA, 2006). Os RNAs aprendem modelando os pesos das conexões entre as camadas, o que resulta na melhoria do desempenho da rede. No entanto, esse processo requer uma função de ativação devido a toda a rede possuir um erro que é retro propagado recursivamente, nesse caso, a função foi ativada pelo algoritmo REG.

O REG é um método para calcular o gradiente da função de perda e ajustar os pesos na rede para otimizar o resultado sem levar em consideração a magnitude da derivada parcial (coordenada do gradiente) e sim apenas seu sinal (OTB, 2018).

Executado o TVC, gera-se como produto um arquivo de modelo de texto e a matriz de confusão, nesta etapa não há saída de dados de imagem nem de vetor, e sim somente o treinamento do vetor para classificação (Tabela 2).

Tabela 3. Parâmetros utilizados no algoritmo de classificação TrainVectorClassifier (TVC)

Nomes de campos para recursos de treinamento	“meanB0 meanB1 meanB2” (campos referentes as bandas 0, 1 e 2)
Dados do vetor de validação	Polígonos de controle
Campo da classe para supervisão	“id_class”
Classificador de treinamento	Rede Neural Artificial
Número de neurônios em cada camada intermediária	80
Tipo de função de ativação do neurônio	SIG

Parâmetro alfa da função de ativação	0,9
Valor inicial delta	0,02
Número máximo de interações usadas nos critérios de rescisão	900

Fonte: Elaborado pela autora.

O resultado é gerado após a aplicação do algoritmo de complemento do TVC, o VectorClassifier (VC). Ele executa uma classificação dos dados vetoriais de entrada de acordo com um arquivo de modelo produzido pelo TVC. Como resultado, gera-se um recurso de saída de dados vetoriais que contém os rótulos de classe apontados pelo classificador TVC.

Nos algoritmos supervisionados, as regras de decisão desenvolvidas durante a fase de treinamento são usadas para associar cada segmento da imagem a uma das classes predefinidas (DE LUCA et al., 2019)

A classificação supervisionada tornou-se o tipo mais comum usados para a análise quantitativa de imagens de sensoriamento remoto, pois a avaliação resultante é mais precisa quando dados precisos de verdade do terreno estão disponíveis para comparação (BELGIU E DRĂGUȚ, 2014; COSTA et al., 2018).

#### 3.3.3.2.1 Escolha e seleção dos polígonos de treinamento e controle

Fase que antecede a classificação, nesta etapa, é necessária a escolha e seleção de amostras de treinamento e controle. A bibliografia pressupõe a indicação manual de um número mínimo de segmentos representativos para cada uma das classes. Nesse estudo, utilizou-se como referência o quantitativo indicado por De Luca e outros., (2019), que em seu processo selecionou para treinamento uma quantidade que representasse ao menos 2% do total de segmentos da imagem, distribuídos de maneira uniforme entre as classes, nesse caso, utilizou-se cerca de 10% dos segmentos para trazer maior confiabilidade aos resultados.

As amostras foram selecionadas através de “seleção por localização” no SIG QGIS, onde foram indicadas a partir da localização dos segmentos a serem selecionados, feito pela distribuição de pequenos polígonos em formato regular, dimensionados de acordo com o objeto que se deseja indicar (Tabela 4).

Tabela 4. Quantitativos mínimo de amostras necessárias, de acordo com o número de segmentos obtidos em cada área de interesse e segmentos utilizados neste trabalho

Classe	Total de Segmentos	Mínimo de 2%
Açaizais	17.385	347,7
Corpo Hídrico	933	18,66

<b>Floresta</b>	77.775	555,5
<b>Total</b>	96093	

Fonte: Elaborado pela autora.

### 3.3.3.3 Avaliação de Precisão

Para verificar se uma classificação automatizada produz resultados satisfatórios quando comparados à interpretação visual, estatisticamente, verificamos o grau de autocorrelação espacial entre as classificações. Para isto, Congalton e Green (2009) apontam a matriz de similaridade como avaliador do desempenho da classificação através da estatística Kappa (K).

Rosenfield e Fitzpatrick-Lins (1986) reforçam que esta produz uma boa avaliação do grau de concordância entre classes, sendo bastante utilizada como uma medida de exatidão de classificação em imagens de satélite. Essa estatística inclui, ao mesmo tempo, a porcentagem de identificação correta da classificação e o erro de inclusão (DALLEMAND, 1987). Os valores de Kappa podem ser ordenados de acordo com a Tabela 4, mesmo que arbitrárias, elas fornecem "referências" úteis para análise da exatidão de classificação, segundo Landis e Koch (1977).

Tabela 5. Nível de concordância a partir da Estatística Kappa.

Valor do Coeficiente	Nível de Concordância
< 0	Não existe
0 – 0,20	Mínima
0,21 – 0,40	Razoável
0,41 – 0,60	Moderada
0,61 – 0,80	Substancial
0,81 – 1,0	Perfeita

Fonte: Adaptado de Cunha e Da Costa (2020)

Landis e Koch (1977) explicam que o cálculo da estatística Kappa é realizada, conforme mostra a Equação 1, onde K é o índice Kappa,  $p_o$  é a taxa de aceitação relativa,  $p_e$  é a taxa hipotética de aceitação.

$$K = \frac{p_o - p_e}{1 - p_e}$$

$$= 1 \frac{1 - p_o}{1 - p_e}$$

Fonte: Adaptado de Landis e Koch (1977)

Trata-se de uma técnica multivariada discreta usada na avaliação da precisão temática e utiliza todos os elementos da matriz de confusão no seu cálculo. Figueiredo e Vieira (2007) apontam o coeficiente Kappa (K) como uma medida da concordância real, ou seja, é uma medida do quanto à classificação está de acordo com os dados de referência. O coeficiente pode ser calculado através da seguinte equação:

$$k = \frac{N \sum X_{ii} - \sum X_{i+} X_{+i}}{N^2 - \sum X_{i+} X_{+i}}$$

Fonte: Figueiredo e Vieira (2007)

Onde K = estimativa do coeficiente Kappa;

N = número total de amostras;

$\sum X_{ii}$  = soma do número das amostras corretas nas linhas e colunas;

$X_{i+}$  = soma linear;



$X_{+i}$  = soma linear;

Nesta etapa, utilizou-se o plugin *Thematic Accuracy* acoplado no SIG QGIS. Essa ferramenta avalia a precisão temática na cartografia vetorial verificando a autocorrelação espacial entre vetores e entre campos cujos atributos representam as classes avaliadas a partir da estatística Kappa (K).

Como instrumento de avaliação, o *Thematic Accuracy* calcula as estimativas gerais de precisão do usuário e do produtor junto com seus intervalos de confiança e fornece um estimador de área ajustado ao erro a partir da matriz de confusão.

Foram avaliadas as autocorrelações espaciais para as 3 classes (açai, água e floresta) com distribuição de pontos amostrais através dos esquemas de amostragem: 1) aleatório simples; 2) amostra estratificada aleatória e 3) amostragem sistemática conforme evidencia a tabela a seguir:

Tabela 6. Amostragens, quantidade de pontos amostrais e a distribuição espacial dos mesmos aplicadas com o plugin *Thematic Accuracy*.

Tipo de Amostragem	Pontos Amostrais	Distribuição espacial
Aleatória simples	423	
Estratificada aleatória	388	

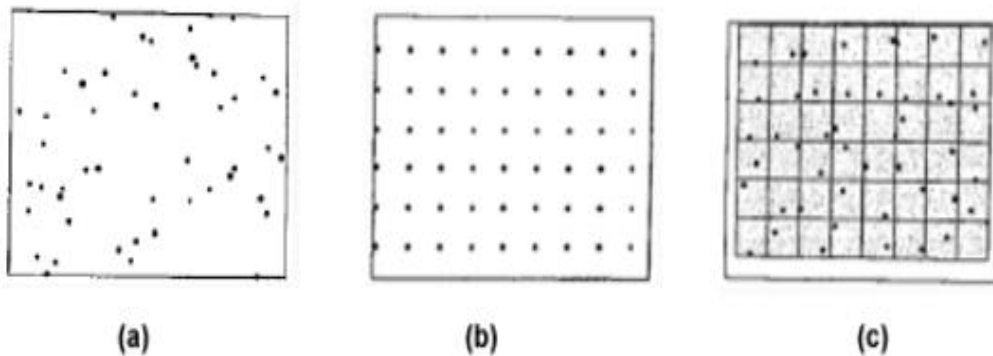
Amostragem sistemática

474



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 5. Tipos de Amostragens espaciais. Na área a) tem-se uma amostragem aleatória simples a); em b) uma amostragem sistemática e c) a estratificada aleatória.



Fonte: Wong e Lee (2005)

O levantamento de campo normalmente determina a qualidade ou a confiabilidade dos dados analisados. Nesse sentido, para avaliar se os tipos de classificação em sua forma mais fidedigna possível representam a realidade da área de estudo em questão, foi proposto o levantamento de verdade de campo com visitas às unidades amostrais. Entretanto, todas as viagens a campo foram suspensas nos anos de 2020/2021 pela Embrapa. Acrescenta-se ainda que quando houve a liberação de viagens por parte da instituição, o território do Bailique enfrentou o período de salinização, com pouca disponibilidade de água potável. A maior parte do trabalho teve que ser feita de forma remota, tendo como referência informações do mapeamento participativo. Por esse motivo, não houve tempo hábil para o processamento do ortomosaico de imagens como um todo e nem como avaliar os pontos amostrais com visitas *in loco*.

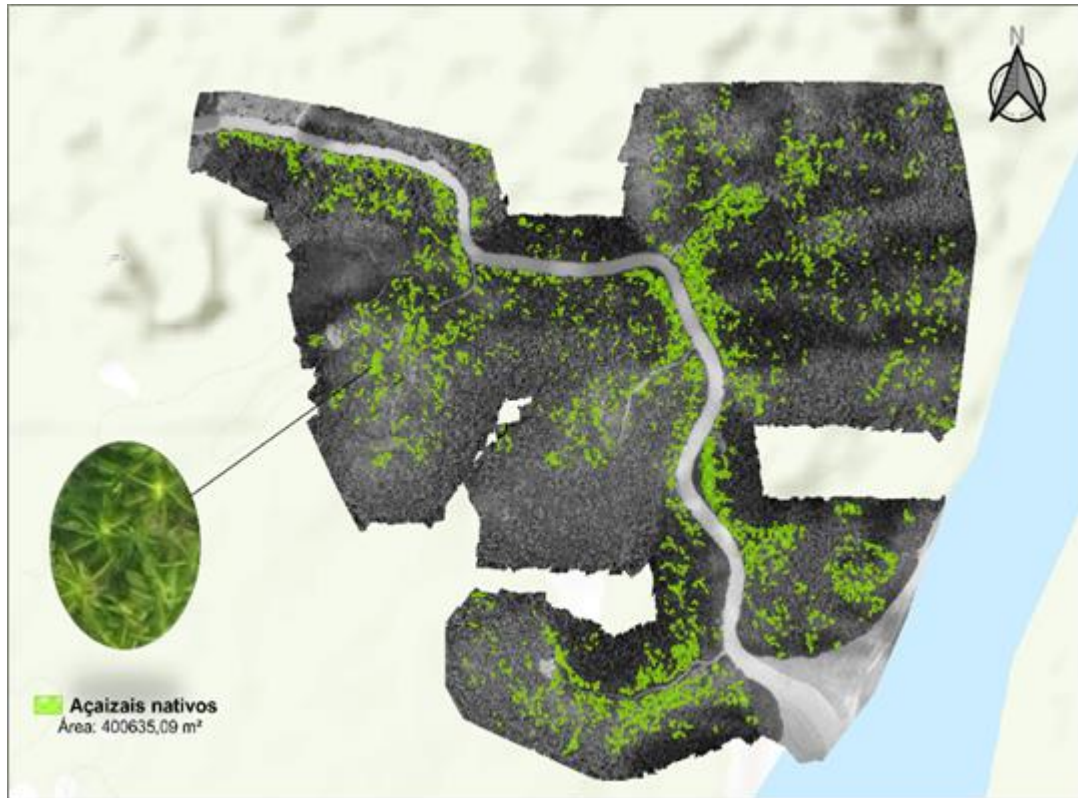
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Interpretação visual

O mapeamento manual das palmeiras entouceiradas realizado no presente estudo gerou 2.389 polígonos, os quais representam uma área de 40,15 hectares de açaiçais nativos (10%) da área experimental (Figura 6). O açazeiro é uma das espécies de maior abundância em várzeas

estuarinas, com densidade relativa de mais de 50% em indivíduos (touceiras) em 5 hectares da várzea baixa (JARDIM et al., 2007).

Figura 6. Mapeamento manual da ocorrência de açaiçais nativos na área experimental



Fonte: Elaborado pela autora.

Após identificadas as áreas de roçado, manejo florestal e sistemas agroflorestais na base de dados do projeto Semear (2019) e recortá-los para o limite da AE, gerou-se dados quantitativos sobre a área de cobertura do dossel dessas áreas em relação à área experimental conforme tabela a seguir.

Tabela 7. Uso e ocupação da terra na Área Experimental

Regime de uso	Área (m <sup>2</sup> )	Percentual %
SAFs	561.697,63	14,1%
Manejo Florestal	789.251,79	19,8%
Roçado	133.898,00	3,4%
Áreas de não-uso	2.520.262,77	63,1%
Total Área Experimental	3.994.293,00	100%

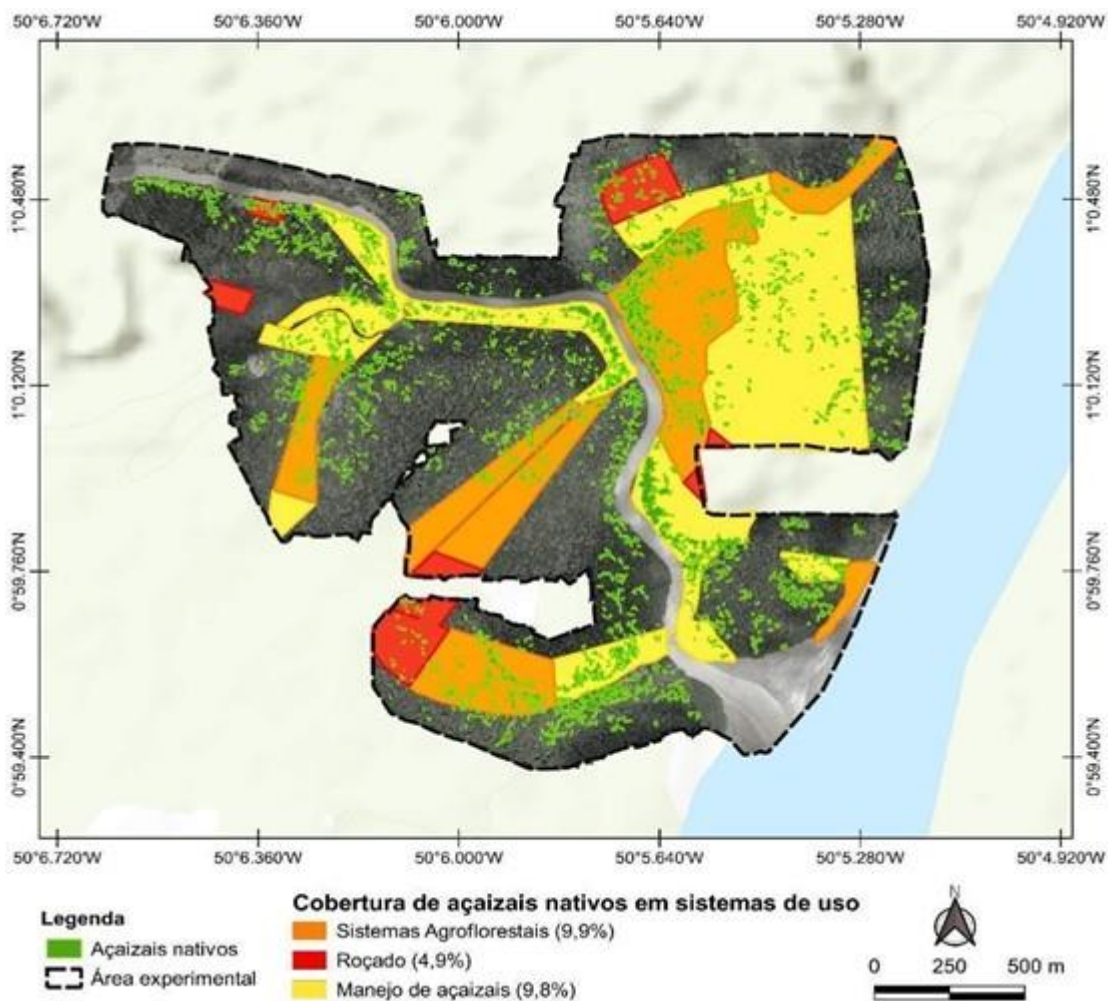
Fonte: Elaborado pela autora.

Os dados demonstram que a área em questão se encontra em excelente estado de conservação com 63,1% de áreas sem qualquer tipo de uso e somente 3,4% de áreas de florestas

convertidas em roçados de subsistência. A comunidade respeita a Lei nº 12.651/12 em seu artigo 12º referente a Proteção de Florestas Nativas que define que, para o bioma Amazônia, 80% da área da propriedade rural deve ser mantida com cobertura florestal e 20% apta para a conversão em outros regimes de uso. Nesse caso, as famílias conservam mais do que a lei exige.

A seguir apresentamos os resultados da interpretação visual de açaçais dentro das áreas sob diferentes regimes de uso. Onde gerou-se dados percentuais sobre a distribuição de açaçais nas respectivas áreas, conforme evidenciam a Figura 7 e Tabela 8.

Figura 7. Mapa de uso e ocupação na área experimental



Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 8. Cobertura de açaçais dentro das diferentes tipologias de uso e ocupação da terra na Área Experimental

Regime de uso	Cobertura açaçais (m <sup>2</sup> )	Percentual %
SAFs	55.493,44	9,9%
Manejo Florestal	77.688,05	9,8%
Roçado	6.589,50	4,9%

Áreas de não-uso	114.856,92	4,6%
------------------	------------	------

Fonte: Elaborado pela autora.

Primeiramente analisamos a ocorrência de açazais nativos nas áreas de não uso, pois consideramos, para fins de comparação com os demais regimes de uso, como um parâmetro de ocorrência natural. Nessas áreas encontramos uma área média de cobertura de dossel com açazais nativos de 4,6%.

Embora a interpretação visual seja eficiente, é necessário automatizar o processo de identificação principalmente em áreas de grandes extensões. A partir dessa constatação, optou-se por testar uma classificação automatizada a fim de verificar se esse procedimento fornece um mapeamento mais rápido e tão eficiente quanto a interpretação visual.

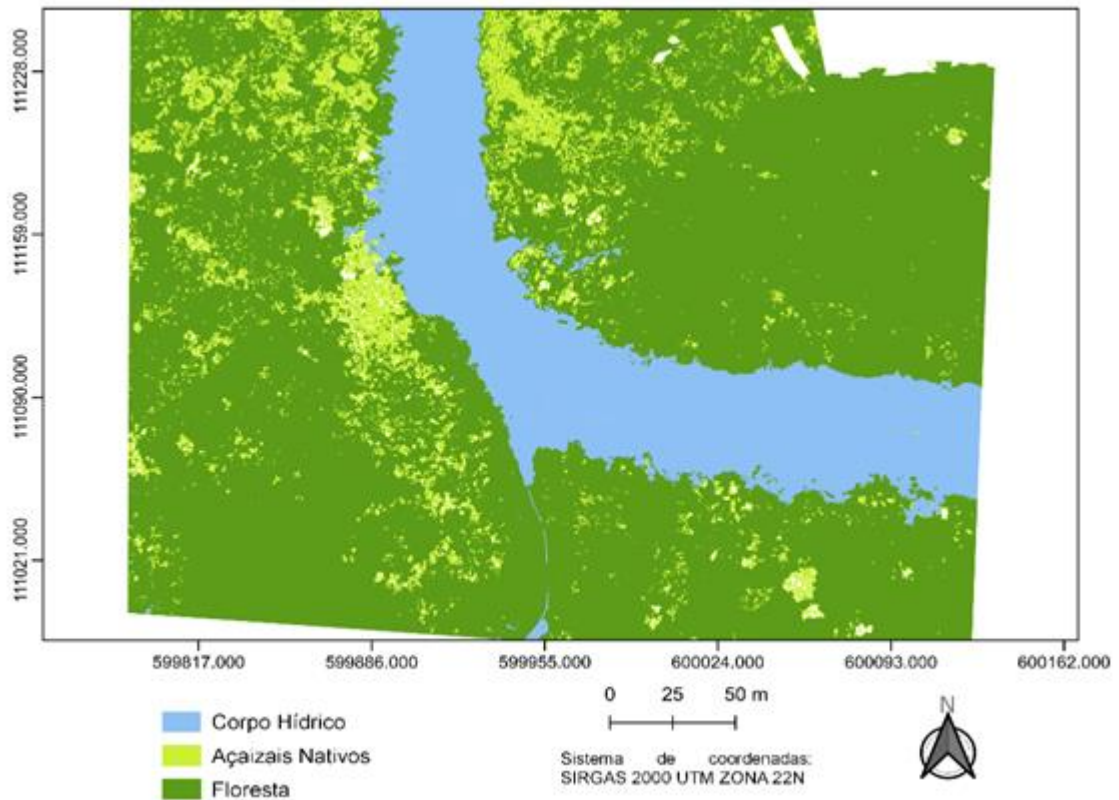
#### 4.2 Classificação supervisionada

Da aplicação do algoritmo TrainVectorClassifier (TVC) e VectorClassifier (VC) foi adquirida a classificação de uso e ocupação da área de estudo, exposto na Figura 8. A área é bem representativa quanto as classes contidas na imagem e além disso, obedece aos parâmetros de processamento impostos pelo OTB, o que possibilitou o processamento da mesma.

Em sensoriamento remoto, as imagens contêm grandes massas de dados principalmente em imagens VHR. Geralmente, seu tamanho é superior à memória disponível para o programa, deste modo, se uma imagem for totalmente carregada na memória, o algoritmo trava. Segundo o comitê diretor do projeto OTB (<https://forum.orfeo-toolbox.org/>) o algoritmo estima o tamanho de memória utilizada na entrada e saída que serão calculadas no parâmetro “*Available RAM parâmetro*”, onde a memória padrão utilizada é de 256 MB evidenciada no comando “*RAM disponível (mb) com um valor padrão de 256*”. Por esse motivo, não foi possível aplicar o processo para toda a extensão da AE pois nesse caso, há uma limitação para o processamento em larga escala.

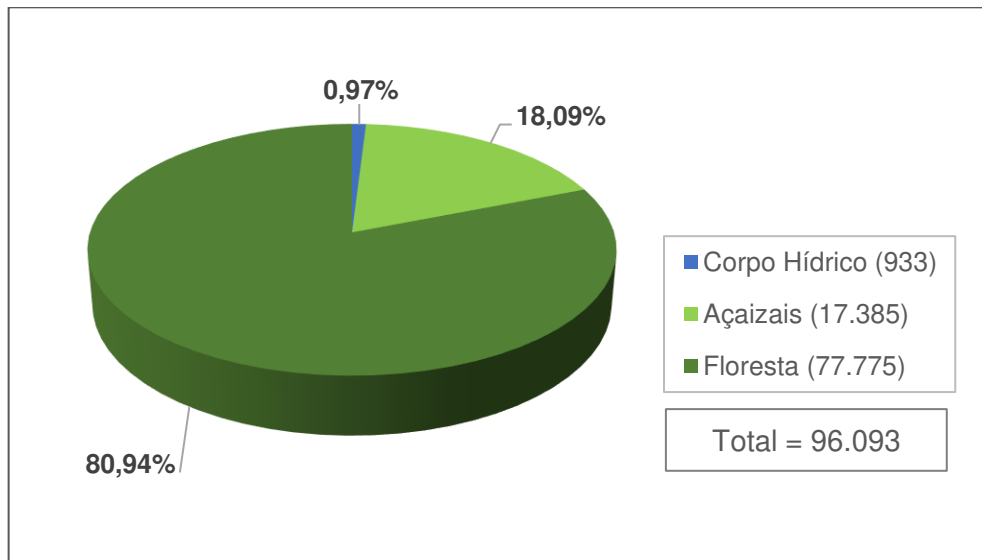
No OTB, as imagens são processadas por bloco de pixels (denominado “streaming”), havendo ainda a alternativa de aumentar o parâmetro RAM, mas nesse caso, deve aumentar o tempo de processamento das imagens. A segmentação realizada para a classificação, gerou 96.093 segmentos distribuídos entre as classes de corpo hídrico, açazais e floresta (gráfico 1). De Luca e outros (2019) recomendam que ao menos 2% do total de segmentos gerados seja usados em amostras de treinamento e controle para gerar uma classificação de maior confiabilidade, nesse caso, utilizou-se cerca de 10%, conforme indicados na tabela 9.

Figura 8. Mapa uso e cobertura da área classificada (AC)



Fonte: Elaborado pela autora.

Gráfico 1. Distribuição por classe dos segmentos gerados na segmentação



Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 9. Quantidade de segmentos por classe e percentual utilizados para gerar a classificação supervisionada

Classe	Mínimo de 2%	Segmentos utilizados	Percentual %
Açaizais	347,7	1.738	10,00%

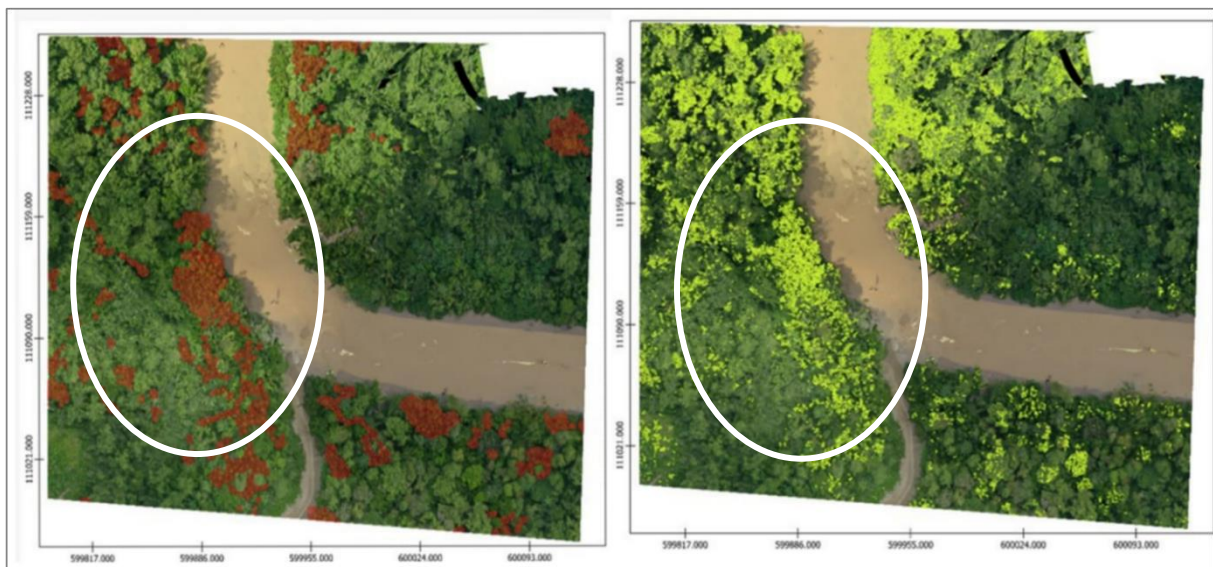
<b>Corpo Hídrico</b>	18,66	93	10,08%
<b>Floresta</b>	555,5	7.777	10,00%

Fonte: Elaborado pela autora.

Na segunda etapa (*LSMSSegmentation*), foram consultadas bases bibliográficas para se obter valores de parâmetros bases. Entretanto, todas as publicações analisadas foram aplicadas para o meio urbano e pouco foram testadas para classificação em ambiente rural e tampouco em espécies de palmeiras. O fato mencionado destaca a lacuna na aplicação do método para a classificação de espécies nativas da Amazônia com imagens oriundas de ARP. Para o raio de alcance (*range radius*) foram testados vários valores em torno das distâncias espectrais mínimas registradas (ou seja, todos os valores entre 5 e 30 com passos de 1 unidade) sendo o valor 6 o que apresentou melhor resultado.

Mediante aos dois tipos de mapeamento realizados (semiautomático e manual), com foco na classe de açaí o objeto alvo, comparamos visualmente como o alvo reagiu conforme evidencia a Figura 9. Constatamos, uma aproximação entre as classes de açaí nas duas formas de mapeamento realizadas nesse estudo. Destaca-se que classificação automatizada visualmente abrangeu uma área superior de açaizais em relação à interpretação visual, o que pode ser um indicativo de ajuste nas configurações de mapeamento.

Figura 9. A) Classificação automatizada com OTB B) Interpretação visual

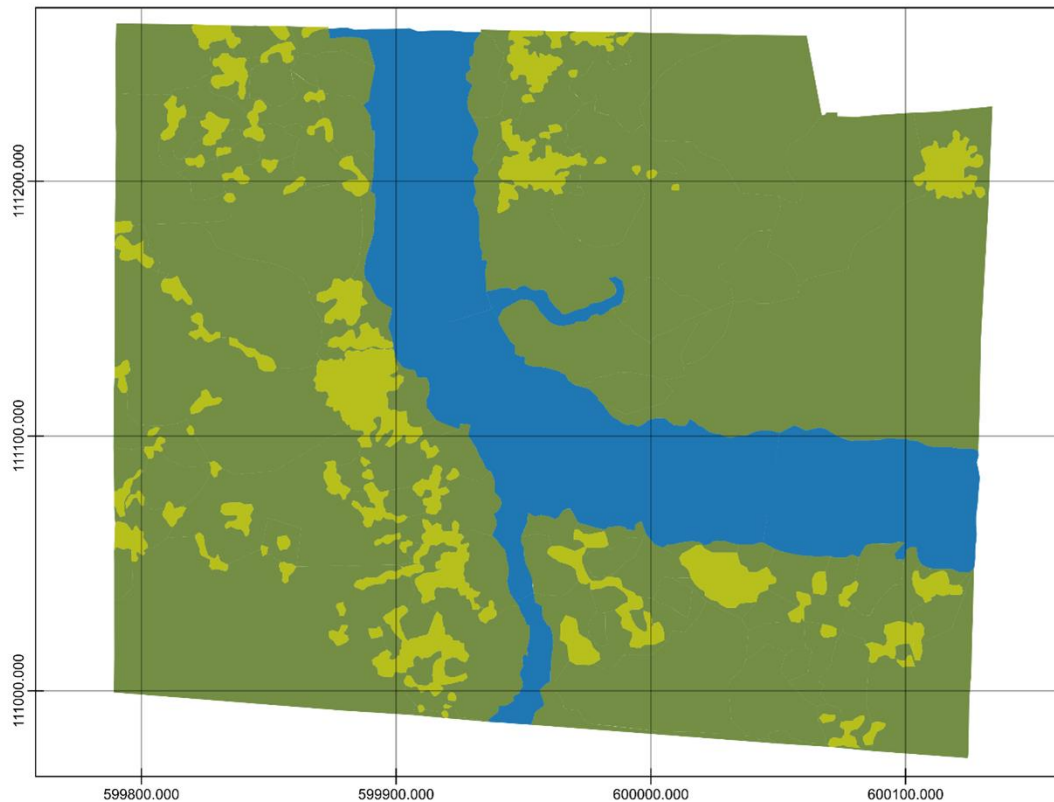


Fonte: Elaborado pela autora.

Entretanto, mesmo abrangendo uma área superior, identificar açaizais por meio de um mapeamento semiautomático ainda é extremamente mais rápido quando comparado a sua identificação por meio manual. Além de uma comparação visual, os resultados obtidos para as outras classes tiveram seus valores testados a partir do índice Kappa (quadro 1), testando a

autocorrelação espacial entre um mapeamento manual e um semiautomático. Para isso, foi realizado um mapa de uso e cobertura de forma manual (figura 10) que foi usado como uma referência do olho humano a ser comparada com as Redes Neurais Artificiais (RNA) usadas para mapear no mapeamento semiautomático. Por fim, a análise de acurácia geral e autocorrelação espacial entre os dois tipos de mapeamento verificou a autocorrelação espacial entre vetores para os três tipos de amostragem (aleatória simples, estratificada aleatória e amostragem sistemática). O resultado indicou que a amostragem sistemática obteve índice Kappa superior aos demais conforme indica o quadro 1.

Figura 10. Mapa de referência de uso e cobertura da terra na Área Classificada (AC) realizado por interpretação visual, para ser comparado ao mapa de classificação semiautomática.



Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 1. Resultados da análise de acurácia com estatística Kappa para cada tipo de amostragem realizado na área classificada (AC)

Método de avaliação	Precisão (%)	Estatística Kappa
Aleatória simples	82,62%	0,66
Estratificada aleatória	71,85%	0,58
Amostragem sistemática	84,6%	0,68

Fonte: Elaborado pela autora.

Os resultados revelam graus de concordância satisfatórios para as classes analisadas (açaiçais, floresta e corpo hídrico). Essa medida aponta que a classificação automatizada se assemelha com a interpretação visual realizada, sendo, portanto, o algoritmo OTB, o método mais aceitável para identificar automaticamente açaiçais nativos em imagens RGB de alta resolução espacial.

A amostragem sistemática resultou na classificação mais acurada (84,6%) mas não tão distante dos demais índices de acurácia e índice Kappa. Loetsch e outros (1964) apontam que a amostragem sistemática produz estimativas úteis e ao mesmo tempo eficientes, de baixo custo e adequada aos processos de mapeamento, sua desvantagem é o fato de que todos os indivíduos não possuem a mesma chance de serem incluídos na amostra.

No relatório de precisão temática vetorial, constatou-se que as classes não puderam ter valores fixos de 400 amostras por amostragem como era o objetivo, isso se deve ao fato de que o algoritmo Thematic Accuracy detectou geometrias inválidas que não puderam ser amostradas e/ou objetos classificados incorretamente.

Brites (1995) propõe que em estudos dessa tipologia, é necessário trabalhos de campo baseados em levantamentos fotogramétricos agregados a outros dados para proporcionar elementos que permitam a comparação da “verdade terrestre” e o resultado do processo de classificação para área de estudo. Ferreira (2020) também ressalta que uma combinação entre sensoriamento remoto e dados de campo é eficaz para este propósito.

As atividades de identificação manual e automatizada da palmeira do açai neste estudo provaram serem eficazes e de grande valia, podendo ser replicada em outras áreas florestais. Para melhores resultados com uso da classificação automática, sugere-se, no método GEOBIA, a classificação a partir de bloco de pixels (denominado “streaming”) como uma alternativa para processar áreas com maiores extensões (<10 hectares).

Os resultados da pesquisa apontam que os açaiçais ocupam na área experimental como um todo, menos de 10% da cobertura de dossel das florestas da comunidade Arraiol do Bailique, mesmo nos regimes de uso como manejo e de SAFs onde se pressupõe uma maior intensidade de uso das florestas. Essa constatação se contrapõe à hipótese de uso intensivo (HIRAOKA e RODRIGUES, 1997; ARAÚJO e NAVEGANTES-ALVES, 2015), conhecido popularmente como processo de “açaiização” das várzeas, como fator de desequilíbrio do ecossistema. Constatamos que, como sustentado por Queiroz e Mochiutti (2001) o manejo de açaiçais quando bem conduzido, seguindo as boas práticas, auxilia na conservação da floresta e

manutenção de seus serviços ecossistêmicos, na segurança alimentar e geração de renda da comunidade.

Esse é o resultado de mais de uma década de adoção das técnicas de manejo de mínimo impacto de açazais nativos (QUEIROZ e MOCHIUTTI, 2001) que além de aumentar a produção de frutos e conseqüentemente a renda, propiciam maior conservação da diversidade florestal, prolonga o período de safra e melhora as condições de vida do produtor. Em 2018 a comunidade Arraiol recebeu a certificação FSC de bom manejo, sendo hoje uma referência para outras comunidades da Amazônia.

## 5. CONCLUSÃO

Este estudo evidencia a potencialidade de uso de imagens adquiridas por ARP, popularmente conhecidos como “drones”, para mapear a ocorrência de açazeiros em floresta de várzea. De acordo com os resultados, essa ferramenta pode auxiliar no levantamento da área efetiva de uso e revelar o potencial de expansão da atividade de produção de açaí em territórios comunitários na região do estuário do rio Amazonas, desta forma sendo uma nova ferramenta para o zoneamento da ocorrência desta espécie

As metodologias utilizadas para mapeamento de açazais nativos com uso de imagens de Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) proporcionaram novos conhecimentos sobre o sistema produtivo do açaí no Estado do Amapá, com informações atualizadas sobre a ocorrência e cobertura de açazais nativos em ambientes de floresta de várzea sob regime de uso e não uso, a partir de imagens de alta resolução associadas ao conhecimento tradicional da comunidade Arraiol do Bailique.

A interpretação visual e classificação automatizada como o método GEOBIA a partir de Redes Neurais Artificiais (RNA) foram adequadas para mapear açazais em locais onde, as classificações tradicionais frequentemente não detectam esse tipo de vegetação, propiciando assim uma nova forma de análise da dinâmica espacial das áreas manejadas para produção desse fruto, fornecendo assim subsídios técnicos sobre sua interferência na cobertura da floresta de várzea.

A atividade de identificação manual e automatizada da palmeira do açaí neste estudo provaram serem eficazes e de grande valia, podendo ser replicadas em outras áreas florestais. Para melhores resultados com uso da classificação automática, sugere-se, no método GEOBIA,

a classificação a partir de bloco de pixels (denominado “streaming”) como uma alternativa para processar áreas com maiores extensões (<10 hectares).

Os resultados da pesquisa apontam que os açazais ocupam, de uma forma geral, menos de 10% da cobertura de dossel das florestas da comunidade Arraiol do Bailique, mesmo nas áreas sob regime de manejo e de SAFs onde se pressupõe uma maior intensidade de uso das florestas. Essa constatação se contrapõe à hipótese de uso intensivo conhecido popularmente como processo de “açaiização” das várzeas, como fator de desequilíbrio do ecossistema. Constatamos que, o manejo de açazais quando bem conduzido, seguindo as boas práticas, auxilia na conservação da floresta e manutenção de seus serviços ecossistêmicos, na segurança alimentar e geração de renda da comunidade. Esse é o resultado de mais de uma década de adoção das técnicas de manejo de mínimo impacto de açazais nativos que além de aumentar a produção de frutos e conseqüentemente a renda, propiciam maior conservação da diversidade florestal, prolonga o período de safra e melhora as condições de vida do produtor. Em 2018 a comunidade Arraiol recebeu a certificação FSC de bom manejo, sendo hoje uma referência para outras comunidades da Amazônia.

Ressalta-se a importância dos mapas gerados através do banco de dados georreferenciados, eles servem como ferramenta para a visualização das informações pela comunidade e o embasamento nas tomadas de decisão, tanto de planejamento como de gerenciamento dos recursos naturais.

Por fim, é importante destacar que a pandemia causada pelo vírus Covid-19 comprometeu o levantamento de dados em campo (amostragem da verdade de campo) e a apresentação e discussão dos resultados com a comunidade para refletir sobre sua aplicação e replicação. Desta forma, essa pesquisa representa o início de uma nova linha estudos que precisa ser aprofundado para a definição de métodos de mapeamento digital de florestas de várzea para o monitoramento do manejo de açazais nativos, com a geração de indicadores (ex:% cobertura efetiva de açazeiros, número de indivíduos/ha) para monitoramento da sustentabilidade ambiental desta atividade.

#### **AGRADECIMENTOS:**

Ao CNPq que financiou a bolsa de iniciação científica do CNPq. Essa pesquisa contou com apoio do projeto TERRAMZ financiado com recursos do Fundo Amazônia/BNDES. O apoio indispensável do assistente de pesquisa da Embrapa Acre, MSc Daniel Papa. Finalmente a toda comunidade do Arraiol do Bailique, na pessoa de seu líder comunitário José Cordeiro

que abriu as portas da comunidade e sempre esteve muito receptivo a todo o trabalho de pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, Anthony B. *et al.* **Forest management patterns in the floodplain of the Amazon estuary.** *Conservation Biology*, v. 9, n. 1, p. 47-61, 1995.

**Arquipélago da Amazônia tem a produção de açaí mais sustentável do país.** EXAME, 2022. Disponível em: <https://exame.com/negocios/producao-de-acai-mais-sustentavel-do-pais/>. Acesso em: 25/05/2022.

ARAÚJO, C. T. D. de; NAVEGANTES-ALVES, L. de F. **Do extrativismo ao cultivo intensivo do açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) no estuário amazônico: sistemas de manejo e suas implicações sobre a diversidade de espécies arbóreas.** *Revista Brasileira de Agroecologia*, Belém - PA, v. 10, p.12-23, dez. 2015.

BECK, Ulrich. **Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade.** Editora 34, 2011.

BELGIU, M.; DRĂGUȚ, L. **Comparing supervised and unsupervised multiresolution segmentation approaches for extracting buildings from very high resolution imagery.** *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.* 2014, 96, 67–75. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924271614001749/pdf?md5=7dc7f26d1e496350427e249dea780dcf&pid=1-s2.0S0924271614001749main.pdf&origin=publication\\_detail](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924271614001749/pdf?md5=7dc7f26d1e496350427e249dea780dcf&pid=1-s2.0S0924271614001749main.pdf&origin=publication_detail). Acesso em: 25/05/2022.

BENATTI, José Heder *et al.* **Várzea e as populações tradicionais: a tentativa de implementar políticas públicas em uma região ecologicamente instável.** A função socioambiental do patrimônio da União na Amazônia, 2016.

BLASCHKE, Thomas *et al.* **Geographic object-based image analysis—towards a new paradigm.** *ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing*, v. 87, p. 180-191, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924271613002220>. Acesso em: 25/05/2022.

BRASIL. Constituição (1988). **Artigo 225.** <https://www.jusbrasil.com.br/topicos/10645661/artigo-225-da-constituicao-federal-de-1988>. Acesso em: 14 de maio de 2021.

BRASIL. Constituição (1988). **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Brasília, Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm). Acesso em: 01/05/2021.

BRONDÍZIO, Eduardo S. **The Amazonian Caboclo and the Açaí Palm: Forest Farmers in the Global Market.** *Advances in Economic Botany*, v. 16, p. iii-403, 2008.

BRONDIZIO, E. S. et al. **Dinâmica na Vegetação do Baixo Amazonas: Análise temporal do Uso da Terra integrando imagens Landsat TM, levantamentos florísticos, e etnográficos.** *Anais do VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, v. 2, p. 38-46, 1993.

CAMPBELL, Alistair John *et al.* **Anthropogenic disturbance of tropical forests threatens pollination services to açaí palm in the Amazon river delta.** *Journal of Applied Ecology*, v. 55, n. 4, p. 1725-1736, 2018.

CARIM, J. V. C.; JARDIM, M. A. G.; MEDEIROS, T. D. S. **Composição florística e estrutura da floresta de várzea no município de Mazagão, Estado do Amapá, Brasil.** *Scientia Forestalis*, v. 36, n. 79, p. 191-201, 2008.

CARVALHO, ACA; COSTA, F. de A.; SEGOVIA, Jorge Federico Orellana. **Caracterização e análise econômica do Arranjo Produtivo Local do açaí nativo no Estado do Amapá.** OLIVEIRA, CW de A.; COSTA, JAV; FIGUEIREDO, GM, p. 109-128, 2017.

CEREDA JÚNIOR, Abimael. **Mapeamento da fragilidade ambiental na Bacia do Ribeirão do Monjolinho-São Carlos-SP-utilizando ferramentas de geoprocessamento.** 2006.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB (Brasília). **Boletim da Sociobiodiversidade**, v. 3, ed. 4, p. 6-20, 2019. DOI 2527-1598. Disponível em: [https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/boletim-dasociobiodiversidade/boletimsociobio/item/download/31176\\_cf3e5e6795e547fd9dbe743971c0e99b](https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/boletim-dasociobiodiversidade/boletimsociobio/item/download/31176_cf3e5e6795e547fd9dbe743971c0e99b). Acesso em: 31 jan. 2022.

CONGALTON, R.G.; GREEN, K. **Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices**; Second CRC Press Taylor & Francis Group: Boca Raton, FL, USA, 2009; Volume 48. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9780429052729/assessing-accuracy-remotely-sensed-data-russell-congalton-kass-green>. Acesso em: 25/05/2022.

COSTA, S. M. F. *et al.* **Crescimento urbano e ocupação da várzea em pequenas cidades da Amazônia: uma discussão premente.** *Revista Geografia, Ensino & Pesquisa*, v. 20, n. 1, 2016.

CUNHA, Miguel Alexandre; COSTA, Sandra Maria Fonseca. **Mapeamento da palmeira de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) na floresta Amazônica utilizando imagem de satélite de alta resolução espacial.** *Revista Espinhaço*, 2020.

DALLEMAND, J. F. **Identificação de culturas de inverno por interpretação de dados SPOT e LANDSAT TM no noroeste do Paraná.** 1987.

DE FREITAS, Tatiana Pará Monteiro; DOS REIS, Adebaro Alves. **Geomarketing da rota do açaí do Município de Igarapé-Miri/PA/Geomarketing of the açaí route of the Municipality of Igarapé-Miri/PA.** *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 7, p. 75603-75619, 2021.

DE LUCA, Giandomenico *et al.* **Object-based land cover classification of cork oak woodlands using UAV imagery and Orfeo ToolBox.** *Remote Sensing*, v. 11, n. 10, p. 1238, 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/467898>. Acesso em: 25/05/2022.

DE OLIVEIRA, Joana Cabral *et al.* (Ed.). **Vozes vegetais: Diversidade, resistência e histórias da floresta.** Ubu Editora, 2021. Disponível em: [https://www.ubueditora.com.br/pub/media/productattachment/u/b/ubu-vozes-vegetais-trecho\\_site.pdf](https://www.ubueditora.com.br/pub/media/productattachment/u/b/ubu-vozes-vegetais-trecho_site.pdf). Acesso em 25/05/2022.

ĐURIĆ, Nataša; PEHANI, Peter; OŠTIR, Krištof. **Application of in-segment multiple sampling in object-based classification.** *Remote Sensing*, v. 6, n. 12, p. 12138-12165, 2014. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-4292/6/12/12138>. Acesso em: 25/05/2022.

EASTERLING, D.; MEEHL, G.; PARMESAN, C.; CHANGNON, S.; KARL, T.; MEARN, L. **Climate extremes: observations, modeling, and impacts**. *Science*, n. 289, p. 2068–2074, 2000.

Equipe de Desenvolvimento CNES OTB. *Guia de Software*; CNES: Paris, França, 2018; pp. 1-814.

EULER, Ana Margarida Castro *et al.* **Paisagem, territorialidade e conhecimento tradicional associado à agrobiodiversidade em comunidades da Amazônia: o caso da comunidade Arraiol do Bailique, Amapá**. Macapá: Embrapa Amapá, 2019. 32 p.

EULER, Ana Margarida Castro; AMORIM, Jean; GUABIRABA, Isabelly. **Diagnóstico socioeconômico e do sistema de agricultura tradicional praticado na comunidade Arraiol do Bailique (Amapá)**. In: Embrapa Amapá-Artigo em anais de congresso (ALICE). *Cadernos de Agroecologia*, v. 13, n. 1, Jul. 2018. Suplemento., 2018.

FERREIRA, Matheus Pinheiro *et al.* **Individual tree detection and species classification of Amazonian palms using UAV images and deep learning**. *Forest Ecology and Management*, v. 475, p. 118397, 2020. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037811272031166X?casa\\_token=b9TA32qkZgMAAAA:yhIbkz4rt4kaKiG4HpST7JGmU6VunXOyObkwtjEbgOzAaCibv9E6piZPWLtZhhM\\_o9A\\_HJ0-uw](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037811272031166X?casa_token=b9TA32qkZgMAAAA:yhIbkz4rt4kaKiG4HpST7JGmU6VunXOyObkwtjEbgOzAaCibv9E6piZPWLtZhhM_o9A_HJ0-uw). Acesso em: 25/05/2022.

FERREIRA, Matheus Pinheiro *et al.* **Tree species classification in tropical forests using visible to shortwave infrared WorldView-3 images and texture analysis**. *ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing*, v. 149, p. 119-131, 2019. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924271619300280?casa\\_token=c0ew4TFavi4AAAAA:rUtb4XjLBr7XcnXMqVhtYzK6B7ihFhYHXUvyZK4tjDsqi-llkEQU2G-NsL76P2596wdpTZxa8A](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924271619300280?casa_token=c0ew4TFavi4AAAAA:rUtb4XjLBr7XcnXMqVhtYzK6B7ihFhYHXUvyZK4tjDsqi-llkEQU2G-NsL76P2596wdpTZxa8A). Acesso em: 25/05/2022.

FIGUEIREDO, E. O.; FIGUEIREDO, S. M. M.; OLIVEIRA, M. V. N. **Inventário florestal de palmáceas na Amazônia com o emprego de Aeronave Remotamente Pilotada (RPA)**. In: Simpósio Brasileiro de Pós-Graduação em Ciências Florestais, 2018, Natal -RN. X Simpósio Brasileiro de Pós-Graduação 49 em Ciências Florestais, 2018. v.1 p. 622-626. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1093740>. Acesso em 25/05/2022.

FIGUEIREDO, Geíza Coutinho; VIEIRA, Carlos Antonio Oliveira. Estudo do comportamento dos índices de Exatidão Global, Kappa e Tau, comumente usados para avaliar a classificação de imagens do sensoriamento remoto. *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, v. 13, p. 5755-5762, 2007.

FLORENZANO, T. G. *Iniciação em sensoriamento remoto*. 2ª ed. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2007.

FONTES, Juliana Carvalho; POZZETTI, Valmir César. **O Uso dos Veículos não Tripulados no Monitoramento Ambiental na Amazônia**. *Revista de Direito e Sustentabilidade*, v. 2, n. 2, p. 149-164, 2016. Disponível em: <http://indexlaw.org/index.php/revistards/article/view/1257>. Acesso em 25/05/2022.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAO Yearbook of Forest Products**. Rome, Italy: Fao, 2021. 436 p. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cb3795m>. Acesso em: 25/04/2021.

FREITAS, Madson Antonio Benjamin. **O extrativismo de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) e a natureza das assembleias de árvores em várzea amazônica**. 2019.

FREITAS, Madson AB et al. **Intensification of açaí palm management largely impoverishes tree assemblages in the Amazon estuarine forest**. *Biological Conservation*, v. 261, p. 109251, 2021. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320721003037?casa\\_token=YSZHWh0WIdAAAAAA:c69lWgQoyz4D9mhlAxWXiTGSKfynQd0tS1IaGxVVPgzUTmAzdhoZfpqWH2SbhhDNiidBTsYMq88](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320721003037?casa_token=YSZHWh0WIdAAAAAA:c69lWgQoyz4D9mhlAxWXiTGSKfynQd0tS1IaGxVVPgzUTmAzdhoZfpqWH2SbhhDNiidBTsYMq88). Acesso em: 28/05/2022.

GARCIA, Wilnália Souza *et al.* **Demanda De Produtos Florestais Não Madeireiros: O Caso Do Açaí E Da Castanha-Do-Pará**. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v. 11, n. 4, p. 1039-1059, 2018.

HAY, G.J.; CASTILLA, G. **Geographic Object-Based Image Analysis (GEOBIA): A new name for a new discipline**. In *Object-Based Image Analysis. Spatial Concepts for Knowledge-Driven Remote Sensing Applications*; Blaschke, T., Lang, S., Hay, G.J., Eds.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2008; pp. 75–89. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=5ktbsVaSBAC&oi=fnd&pg=PR15&dq=A+new+name+for+a+new+discipline.+In+ObjectBased+Image+Analysis.+Spatial+Concepts+for+KnowledgeDriven+Remote+Sensing+Applications%3B+Blaschke&ots=bt4r9owKs-&sig=OF\\_kvoXq5GCNdt69V2139r\\_hmeQ](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=5ktbsVaSBAC&oi=fnd&pg=PR15&dq=A+new+name+for+a+new+discipline.+In+ObjectBased+Image+Analysis.+Spatial+Concepts+for+KnowledgeDriven+Remote+Sensing+Applications%3B+Blaschke&ots=bt4r9owKs-&sig=OF_kvoXq5GCNdt69V2139r_hmeQ). Acesso em: 25/05/2022.

HIRAOKA, M; RODRIGUES, D. **Porcos, palmeiras e ribeirinhos na várzea do estuário amazônico**. In: FURTADO, Lourdes. (Org.) *Amazônia: desenvolvimento, sociodiversidade e qualidade de vida*. Belém: UFPA/NUMA, 1997.

HOMMA, Alfredo Kingo Oyama *et al.* **Açaí: novos desafios e tendências**. Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2006.

HOMMA, Alfredo Kingo Oyama. **Extrativismo vegetal ou plantio: qual a opção para a Amazônia?. Estudos avançados**, v. 26, n. 74, p. 167-186, 2014.

HOMMA, Alfredo Kingo Oyama. **Extrativismo, manejo e conservação dos recursos naturais na Amazônia. Economia do meio ambiente: teoria e prática**, v. 2, p. 353-74, 2010.

IBAMA - Instituto Brasileiro De Meio Ambiente e Dos Recursos Naturais Renováveis. Constituição (1999). **Instrução Normativa nº 5, de 25 de outubro de 1999**. Brasil, Disponível em: [https://snif.florestal.gov.br/images/pdf/legislacao/normativas/in\\_ibama\\_05\\_1999.pdf](https://snif.florestal.gov.br/images/pdf/legislacao/normativas/in_ibama_05_1999.pdf). Acesso em: 25 maio 2022.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário (2017)**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/6950#resultado>. Acesso em: 20/01/2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura - Resultados Preliminares**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/289#notas-tabela>. Acesso em: 21/04/2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da extração vegetal e silvicultura**. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. 56 p. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualização/periodicos/74/pevs\\_2014](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualização/periodicos/74/pevs_2014). Acesso em 22/04/2021.

JARDIM, Mário Augusto Gonçalves. **Pesquisas com a palmeira açaí (Euterpe oleracea Mart.)** no Museu paraense Emílio Goeldi.

LANDIS, J. Richard; KOCH, Gary G. **An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers**. *Biometrics*, p. 363-374, 1977.

LEVIS, Carolina *et al.* **Persistent effects of pre-Columbian plant domestication on Amazonian forest composition**. *Science*, v. 355, n. 6328, p. 925-931, 2017.

LI, Manchun *et al.* **A systematic comparison of different object-based classification techniques using high spatial resolution imagery in agricultural environments**. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, v. 49, p. 87-98, 2016. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0303243416300125?casa\\_token=Ze0bYSWuYV4AAAAA:Jn8IksbrkFo0Fu-lxTl8mq7q3V3kfLpIC-LRGi96Ksdm2j3oCYYg4cOfzVkvUQhk5UX-gE50mY](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0303243416300125?casa_token=Ze0bYSWuYV4AAAAA:Jn8IksbrkFo0Fu-lxTl8mq7q3V3kfLpIC-LRGi96Ksdm2j3oCYYg4cOfzVkvUQhk5UX-gE50mY). Acesso em: 25/05/2022.

LOETSCH, F. et al. **Forest inventory. Volume I. Statistics of forest inventory and information from aerial photographs**. *Forest inventory. Volume I. Statistics of forest inventory and information from aerial photographs.*, 1964. Disponível em: [https://books.google.com.br/books/about/Forest\\_Inventory.html?id=pfFBzgEACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.br/books/about/Forest_Inventory.html?id=pfFBzgEACAAJ&redir_esc=y). Acesso em 25/05/2022.

LOPES, Maria Lúcia Bahia; SANTANA, AC de. **O mercado do fruto do Açaizeiro (Euterpe Oleracea Mart.) no estado do Pará**. *Economia da Amazônia nos anos*, v. 90, p. 65-84, 2005.

MICHEL, J.; YOUSSEFI, D.; GRIZONNET, M. **Stable Mean-Shift Algorithm and Its Application to the Segmentation of Arbitrarily Large Remote Sensing Images**. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.* 2015, 53, 952–964. Disponível: [https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6849524?casa\\_token=XZZ8jDGoaSYAAAAA:nP31RY\\_eEsGmaVfYQx4iGlvLt\\_drBkxT-VEwND6WrZou7zODmVINRNXftPcjVqqNh4roqY2450](https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6849524?casa_token=XZZ8jDGoaSYAAAAA:nP31RY_eEsGmaVfYQx4iGlvLt_drBkxT-VEwND6WrZou7zODmVINRNXftPcjVqqNh4roqY2450). Acesso em 25/05/2022.

MONTEIRO, Marko. **Construindo imagens e territórios: pensando a visualidade e a materialidade do sensoriamento remoto**. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, v. 22, n. 2, p. 577-591, 2015. n. 31, p. 177-190, 2004.

OLIVEIRA, M. **Biologia floral do açaizeiro em Belém, PA**. Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 2002.

OLIVEIRA, M.; DE FARIAS NETO, J. T.; DE QUEIROZ, J. A. L. **Cultivo e manejo do açaizeiro para produção de frutos**. In: Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de

congresso (ALICE). In: ENCONTRO AMAZÔNICO DE AGRÁRIAS, 6., 2014, Belém, PA. Atuação das ciências agrárias nos sistemas de produção e alterações ambientais: anais. Belém, PA: Ufra, 2014., 2014.

OTERO, Viviana *et al.* **Managing mangrove forests from the sky: Forest inventory using field data and Unmanned Aerial Vehicle (UAV) imagery in the Matang Mangrove Forest Reserve, peninsular Malaysia.** *Forest ecology and management*, v. 411, p. 35-45, 2018. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112717317693?casa\\_token=qxqYu3u8EzQAAAAA:rom2REv-5NS3MFZly7E6ZOg\\_805vMD9MM9\\_hqT1qvMPHveN73NsHkMsivlQqzhzDdPgQ5OzA](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112717317693?casa_token=qxqYu3u8EzQAAAAA:rom2REv-5NS3MFZly7E6ZOg_805vMD9MM9_hqT1qvMPHveN73NsHkMsivlQqzhzDdPgQ5OzA). Acesso em: 25/05/2022.

PANEQUE-GÁLVEZ, Jaime *et al.* **Small drones for community-based forest monitoring: An assessment of their feasibility and potential in tropical areas.** *Forests*, v. 5, n. 6, p. 1481-1507, 2014. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1999-4907/5/6/1481>. Acesso em 25/05/2022.

PEREIRA, Denys *et al.* **Fatos Florestais.** Belém: Imazon, 2010. Disponível em: [https://www.esalqlastrop.com.br/img/aulas/FatosFlorestais\\_2010\(2\).pdf](https://www.esalqlastrop.com.br/img/aulas/FatosFlorestais_2010(2).pdf). Acesso em 25/05/2022.

PECK, Mika *et al.* **Identifying tropical Ecuadorian Andean trees from inter-crown pixel distributions in hyperspatial aerial imagery.** *Applied Vegetation Science*, v. 15, n. 4, p. 548-559, 2012. Disponível em: [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1654-109X.2012.01196.x?casa\\_token=cA\\_nCbzioYAAAAA:B1\\_FnPRS\\_a6cMH5vcObf5n8EyzgdrszaPr3qyjZ-Umem8kvE2cMoIkznp-TkTPpUSj7oTMV86n4PZ4A](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1654-109X.2012.01196.x?casa_token=cA_nCbzioYAAAAA:B1_FnPRS_a6cMH5vcObf5n8EyzgdrszaPr3qyjZ-Umem8kvE2cMoIkznp-TkTPpUSj7oTMV86n4PZ4A). Acesso em 25/05/2022.

PORTINHO, José Alexandre; ZIMMERMANN, Livia Maria; BRUCK, Mirian Rotnes. **Efeitos benéficos do açaí.** *International journal of nutrology*, v. 5, n. 01, p. 015-020, 2012.

QUEIROZ, José Antônio Leite; MOCHIUTTI, Silas. **Cultivo de açaizeiros e manejo de açazais para produção de frutos.** Embrapa Amapá-Documentos (INFOTECA-E), 2001.

QUEIROZ, José Antônio Leite; MOCHIUTTI, Silas. **Guia prático de manejo de açazais para produção de frutos.** Macapá: EMBRAPA-AP/IEPA, 24p, 2012.

QUEIROZ, José Antônio Leite *et al.* **Estrutura e dinâmica de floresta de várzea no estuário amazônico no Estado do Amapá.** Embrapa Amapá-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2007.

RAMOS, Carlos Augusto; EULER, Ana Margarida Castro. **Quarta baliza do agroextrativismo no estuário do rio Amazonas: da luta pela terra à consolidação da economia do açaí.** *Agricultura Familiar: Pesquisa, Formação e Desenvolvimento*, v. 13, n. 2, pág. 253-274, 2020.

RICHARDS, JA; JIA, X. **Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction.** Springer: Berlim, Alemanha, 2006; ISBN 3540251286. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-642-30062-2.pdf>. Acesso em 25/05/2022.

RODRIGUES, Danielle Miranda de Souza *et al.* **Dinâmica da estrutura e diversidade de açazais no estuário amazônico.** 2019.

ROSENFELD, George H.; FITZPATRICK-LINS, Katherine. **A coefficient of agreement as a measure of thematic classification accuracy. Photogrammetric engineering and remote sensing**, v. 52, n. 2, p. 223-227, 1986. Disponível em: <https://pubs.er.usgs.gov/publication/70014667>. Acesso em 25/05/2022.

SILVA, Christian Nunes da et al. **O Espaço geográfico amazônico em debate: dinâmicas territoriais e ambientais**: v. 3. 2020.

SMERALDI, Roberto; SANTOS, Manuele. **A Década do Açaí**. Amazônia 2030, 2021. Disponível em: [https://amazonia2030.org.br/wp-content/uploads/2021/11/A-decada-do-acai\\_CS\\_04\\_11.pdf](https://amazonia2030.org.br/wp-content/uploads/2021/11/A-decada-do-acai_CS_04_11.pdf). Acesso em: 25/05/2022.

SOUZA, Aniele Rosane *et al.* **Cartografia do Açaí: Representação espacial de áreas potenciais de ocorrência de açaí no baixo Tocantins, nordeste do Pará**. Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2019.

TAGORE, M. P. B. **O aumento da demanda do açaí e as alterações sociais, ambientais e econômicas: o caso das várzeas de Abaetetuba, Pará**. 156f. 2017. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Gestão dos Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia), Universidade Federal do Pará, Belém.

TER STEEGE, Hans et al. (2013). **Hyperdominance in the Amazonian Tree Flora**. Science (New York, N.Y.). 342. 1243092. 10.1126/science.1243092. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/258056614\\_Hyperdominance\\_in\\_the\\_Amazonian\\_Tree\\_Flora](https://www.researchgate.net/publication/258056614_Hyperdominance_in_the_Amazonian_Tree_Flora). Acesso em 25/05/2022.

TORRES-SÁNCHEZ, J.; LÓPEZ-GRANADOS, F.; de Castro, A.I.; Peña-Barragán, J.M. **Configuration and Specifications of an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for Early Site Specific Weed Management**. PLoS ONE 2013, 8, e58210. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0058210>. Acesso em 25/05/2022.

VAEZA, Rafael Franco et al. **Uso e ocupação do solo em bacia hidrográfica urbana a partir de imagens orbitais de alta resolução**. Floresta e Ambiente, v. 17, n. 1, p. 23-29, 2012. Disponível em: <https://floram.org/article/doi/10.4322/floram.2011.003>. Acesso em 25/05/2022.

WEINSTEIN, Stephanie; MOEGENBURG, Susan. **Acai palm management in the Amazon Estuary: Course for conservation or passage to plantations?**. Conservation and Society, p. 315-346, 2004.

WONG, David WS *et al.* **Statistical analysis of geographic information with ArcView GIS and ArcGIS**. 2005.