

RAFAEL ALBERTO CIRAQUI

**USO DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS NA ESTIMATIVA DE
VALOR POTENCIAL DE EXPLORAÇÃO SUSTENTÁVEL DE POPULAÇÕES DE
*Euterpe edulis***

Botucatu

2022

RAFAEL ALBERTO CIRAQUI

**USO DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS NA ESTIMATIVA DE
VALOR POTENCIAL DE EXPLORAÇÃO SUSTENTÁVEL DE POPULAÇÕES DE
*Euterpe edulis***

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus
de Botucatu, para obtenção do título de
Mestre em Agronomia (Horticultura).

Orientador(a): Filipe Pereira Giardini
Bonfim

Botucatu

2022

C578u Ciraqui, Rafael Alberto
Uso de aeronaves remotamente pilotadas na estimativa de
valor potencial de exploração sustentável de populações de
Euterpe edulis / Rafael Alberto Ciraqui. -- Botucatu, 2022
95 p. : il., tabs., fotos, mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
(Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu
Orientador: Filipe Pereira Giardini Bonfim

1. Juçara. 2. Inventário. 3. Drones. I. Título.

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

Essa ficha não pode ser modificada.

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte."

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: USO DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS NA ESTIMATIVA DE VALOR POTENCIAL DE EXPLORAÇÃO SUSTENTÁVEL DE POPULAÇÕES NATURAIS DE *Euterpe edulis*

AUTOR: RAFAEL ALBERTO CIRAQUI

ORIENTADOR: FILIPE PEREIRA GIARDINI BONFIM

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

Prof. Dr. FILIPE PEREIRA GIARDINI BONFIM (Participação Presencial)
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu UNESP

Prof. Dr. MARCO ANTONIO TECCHIO (Participação Presencial)
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu UNESP

Pesquisadora Dr.^a HELENA SOUZA RONCHI (Participação Virtual)
Coordenadora de Atividades Florestais / Serviço Nacional de Aprendizagem Rural

Botucatu, 02 de setembro de 2022

AGRADECIMENTOS

A Deus,

Aos meus queridos pais, irmão e avós pelo apoio incondicional.

A Nathalia, pelo amor, apoio, paciência e companheirismo.

Ao CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa de estudos concedida.

Ao Prof. Dr. Filipe Pereira Giardini Bonfim pela aceitação, paciência, orientação, ajuda, oportunidades e construção deste trabalho.

A FCA/UNESP, Campus de Botucatu, Programa de Pós Graduação em Agronomia (Horticultura) funcionários e docentes que dispuseram de todo apoio moral e científico para desenvolvimento pessoal e profissional na realização deste mestrado.

A LRS, pela parceria e financiamento.

A CDRS (Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável) pelo acompanhamento técnico através do Eng.º Agr. Flávio (grande parceiro e amigo).

A república Artrópodos, pelo apoio e parceria.

Aos grandes amigos Luiz, Leonardo, João Gabriel e Estevam, pelo apoio e amizade.

Muito obrigado!

RESUMO

Pelo histórico de conversão no uso do solo da Área de Proteção Ambiental – APA Corumbataí, Botucatu e Tejuapá, as florestas estão suprimidas em fragmentos que podem apresentar em sua composição florística, entre outras espécies, a juçara (*Euterpe edulis Martius*), uma palmeira nativa que atualmente está ameaçada de extinção. Devido aos produtos florestais não madeireiros que possui, esta espécie possui um reconhecido potencial de exploração econômica. Entre as metodologias para determinação do valor de potencial de uso e exploração sustentável, estão as técnicas de sensoriamento remoto com imagens aéreas capturadas por aeronaves remotamente pilotadas (ARPs), que vêm se destacando por fornecer dados de elevada resolução espacial, melhorando estudos e análises fitogeográficas e ecológicas. O objetivo deste trabalho foi calcular o valor de potencial de exploração sustentável (VPES) de populações de *Euterpe edulis* com base em dados gerados por aerolevantamento com ARP. O estudo foi realizado prioritariamente na região da APA – Corumbataí, Botucatu e Tejuapá, em 7 fragmentos de floresta estacional semidecidual, em ecótono entre Cerrado e Mata Atlântica, nos municípios de Pardinho, Bofete, Avaré e Dois Córregos, no estado de São Paulo. Em cada fragmento foram feitos três voos, com altura de 80, 100 e 120 metros. Os indivíduos de juçara identificados nos ortomosaicos foram contabilizados por vetorização manual em Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Os parâmetros avaliados para definir melhor altura de voo foram: tempo de voo por hectare, ortofotos com falhas no processo de alinhamento, área total com deformações no mapa, GSD (Ground Sample Distance) e densidade populacional de indivíduos emergentes. Os voos com 120 metros de altura se destacaram no tempo médio de voo por hectare e na identificação de indivíduos para cálculo de densidade populacional. A metodologia de mapeamento e inventário de indivíduos emergentes com Aeronave Remotamente Pilotada de Classe III, com sensor RGB, foi satisfatória para estimar o Valor Potencial de Exploração Sustentável (VPES) de populações de *Euterpe edulis* em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, gerando dados que subsidiam a tomada de decisão no manejo dessa espécie.

Palavras-chave: juçara; inventário; drones.

ABSTRACT

Considering the history of land use conversion in the Environmental Protection Area (APA - Corumbataí, Botucatu and Tejuπά) the forests are suppressed in fragments that can have in their floristic composition, among other species, the juçara (*Euterpe edulis Martius*), an endangered native palm tree. Due to the non-timber forest products it has, this species has a recognized potential for economic exploitation. Among the methodologies for determining potential value for sustainable exploitation, the use of remote sensing techniques with remotely piloted aircraft (RPA) images is standing out for providing great spatial resolution data which is improving phytogeographic and ecological analysis. The objective of this work was to calculate the value of the sustainable exploitation potential (VSEP) of *Euterpe edulis* populations based on data generated by aerial survey with RPA. The study was carried out primarily in the APA – Corumbataí, Botucatu and Tejuπά, in seven fragments of seasonal semideciduous forest, in an ecotone between Cerrado and Atlantic Forest Biomes, in the municipalities of Pardinho, Bofete, Avaré and Dois Córregos, in the state of São Paulo - Brazil. In each fragment were made three flights with heights of 80, 100 and 120 meters. The *Euterpe edulis* emergent individuals identified in the orthomosaic were counted by a manual vectorization method in geographic information systems (GIS). The parameters to define the height of flight were: time of flight per hectare; orthophotos with failures in the alignment process; total area with deformations in the map; Ground Sample Distance (GSD) and; population density. Flights with an average height of 120 meters were better because the time of flight per hectare and the identification of more individuals to calculate the population density. The methodology of mapping and inventory of emerging individuals with Remotely Piloted Aircraft of Class III, with RGB sensor, was satisfactory to estimate the Potential Value of Sustainable Exploration (VPES) of *Euterpe edulis* populations in fragments of Seasonal Semideciduous Forest, generating data that subsidize decision-making in the management of this species.

Keywords: juçara; inventory; drones.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivos gerais	18
1.2	Objetivos específicos.....	18
2	REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1	<i>Euterpe edulis Martius</i>	19
2.2	Produtos florestais não madeireiros da <i>Euterpe edulis Martius</i>	25
2.3	Legislação florestal vigente	30
2.4	Sensoriamento remoto	32
2.5	Fotogrametria	33
2.6	Aeronaves remotamente pilotadas	35
2.7	Sensores acoplados nas ARPs	40
3	MATERIAL E MÉTODOS	43
3.1	Caracterização da área de estudo	43
3.2	Delineamento experimental.....	47
3.3	Planejamento de voo.....	47
3.5	Processamento das imagens	51
3.6	Fotointerpretação dos ortomosaicos	55
3.7	Valor potencial de exploração sustentável (VPES)	56
3.8	Análise dos dados.....	58
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
5	CONCLUSÕES	82
	REFERÊNCIAS.....	85

1 INTRODUÇÃO

A humanidade vem pressionando os ecossistemas naturais e parte dessa pressão ocorre por meio do desmatamento e atividades agropecuárias praticadas de forma irresponsável. Em diferentes escalas, é notável que tais ações antrópicas estão causando extinção de espécies da flora e da fauna, redução da quantidade e qualidade de água disponível, mudanças climáticas, diminuição da fertilidade dos solos, poluição do meio ambiente e até mesmo a desertificação de extensas áreas.

Tal degradação ameaça inclusive a própria permanência dos seres humanos nestas regiões, fazendo com que populações rurais se desloquem para áreas urbanas, o que agrava os problemas sociais, econômicos, ambientais e inclusive culturais com a perda da identidade camponesa brasileira (MICCOLIS, 2016). Graziano Neto (1991) cita que além dos impactos na natureza e na sociedade, os sistemas de gestão rural ainda se mostram ultrapassados para as necessidades do mundo atual devido à sua alta demanda por insumos, alto custo de implantação e alta fragilidade às variações de um mercado globalizado economicamente.

Na atualidade, assegurar sustentabilidade é o grande objetivo nas mais diversas áreas profissionais. No setor agroflorestal, muitas vezes, criam-se barreiras ideológicas que fazem com que a sociedade acredite que o desenvolvimento econômico não possa acontecer concomitantemente à conservação de ecossistemas florestais, à agricultura de baixo carbono e às cadeias produtivas baseadas na bioeconomia. Na prática, porém, notamos a existência de uma demanda mundial, de ordem política, mercadológica e ambiental, para que a produção agrícola e florestal agregue cada vez mais para a conservação dos recursos naturais e seja um setor protagonista no combate às mudanças climáticas. Quando transcendemos as barreiras ideológicas da sociedade e analisamos apenas com o ponto de vista científico, temos o entendimento claro de que o próprio setor agropecuário e florestal estará entre os grandes prejudicados pelo desequilíbrio climático que o mesmo causa com suas práticas degradadoras.

Neste contexto, percebemos a importância do Brasil - segundo país com maior área florestal do mundo, dono da maior área de florestas tropicais do planeta e berço da maior biodiversidade mundial que, apesar de possuir grandes áreas com ecossistemas naturais protegidas por lei, geralmente suas florestas secundárias não são exploradas de forma sustentável pelos proprietários rurais, existindo um grande

número de donos de terras que ainda desmatam para lucrar com agricultura e pecuária, ou que tratam essas áreas como intocáveis.

A representatividade do agronegócio no PIB brasileiro chegou em 27,4% em 2021 (CEPEA, 2022) evidencia o Brasil como potência mundial no setor de agrárias, o que é muito relevante para a população brasileira como um todo. Porém, estes fatos estão acompanhados de preocupantes impactos ambientais. É sabido que o aumento da safra e das exportações não é decorrência apenas da tecnificação que gera aumento na produtividade, mas também da mudança no uso da terra, que não só prejudica o habitat de outras espécies, mas afeta diretamente na absorção da água que abastece aquíferos e lençóis freáticos, além dos impactos no clima global.

Métodos de manejo sustentável de florestas apresentam-se como boa alternativa para os proprietários rurais cumprirem a legislação ambiental utilizando sistemas produtivos em suas áreas protegidas, transformando estas áreas em fontes de renda sem descaracterizá-las e sem perder os serviços ecossistêmicos que essas áreas oferecem. Além do caráter produtivo, se bem manejadas, essas áreas também podem desempenhar funções socioambientais importantes, como: segurança e soberania alimentar, aumento da qualidade de vida e manutenção dos recursos hídricos, equilíbrio climático e conservação da biodiversidade.

No Brasil, nota-se o desconhecimento da população sobre os bens ecossistêmicos e econômicos gerados pela floresta e, também por isso, fragmentos florestais vêm sendo destruídos, principalmente os da Mata Atlântica, que segundo o IBGE (2015), perdeu 85% da área original para o desmatamento. Por isso, muitas espécies desse bioma foram extintas e outras estão correndo o risco de extinção, sendo que algumas delas possuem alto potencial de exploração econômica sustentável, como por exemplo a juçara (*Euterpe edulis*), uma palmeira que ocorre por todo litoral de Mata Atlântica brasileiro, encontrada em fragmentos florestais das suas diferentes fitofisionomias e que oferece dois produtos de alto valor nutricional e gastronômico, o palmito e a polpa dos frutos. Essa última, por sua vez, é semelhante à polpa de açaí amazônico em aspectos como cor, sabor, consistência e aroma, sendo superior a ela em outros aspectos, como na concentração de antocianinas. Se sua exploração for trabalhada de forma sustentável, pode servir como um mecanismo de conservação da espécie através da geração de produtos que a valorizem (FARIAS, 2009).

Portanto, a polpa da juçara também é considerada um superalimento e tem grande potencial de substituir o açaí tradicional para públicos que buscam um alimento nutricionalmente mais rico, saudável e que venha de produção sustentável, valorizando a floresta de Mata Atlântica em pé. Desta forma, fica evidente a possibilidade de entrada desse novo produto no mercado mundial do açaí, que se encontra em ascensão segundo dados da EMBRAPA (2016).

Algumas corporações estrangeiras têm demonstrado o interesse em realizar a exploração da juçara, o que nos permite uma avaliação dicotômica sobre esta situação. Se, por um lado, pode-se criar um grande mercado com potencial de gerar desenvolvimento econômico e social ao país. Por outro, se iniciativas brasileiras não se articularem para criar uma cadeia produtiva dessa espécie, podemos ser atingidos por uma ação estrangeira que explorará um patrimônio genético nacional. Claramente, isso é prejudicial quando comparado aos ganhos que poderiam ser gerados se houvessem iniciativas nacionais de processamento do produto, agregando valor na cadeia produtiva e não só exportando uma matéria prima extremamente nobre. Esta reflexão se contextualizou de forma muito clara em 2011, quando se evidenciou um cenário em que o Estados Unidos da América se destacou como o país que mais lançou produtos com a polpa de açaí como matéria prima, segundo dados do IBGE (2011).

Soma-se a isto o fato de que as poucas iniciativas nacionais existentes de exploração desta espécie são de pequena escala (familiar) e com grande uso de processos artesanais, sendo uma indicação ou um fator que impede com que o Brasil alcance escala com um produto tão nobre quanto este. Percebe-se também que essas iniciativas se concentram no litoral do país, sendo consumido localmente por turistas e população local, dificilmente alcançando outras regiões e, conseqüentemente, sua devida popularização. Inclusive, regiões essas que, muitas vezes, devem apresentar o mesmo potencial de exploração, mas ainda não foram mapeadas pela dificuldade de inventariar a população destes indivíduos. Portanto, se faz necessário projetos de pesquisa que inovem em todo o processo que envolve a exploração sustentável desta espécie, tanto para mapear e inventariar as populações existentes, quanto para aumentar a eficiência da produção e potencializar o alcance do produto (FAVARO, 2012).

Paludo, Silva e Reis (2012), para estimar produtividade de populações de *Euterpe edulis*, utilizaram metodologia onde é necessário que equipe técnica

florestal adentre os fragmentos florestais para expedição em busca de, primeiro, descobrir se há naquela floresta alguma população da espécie em questão e, confirmando a presença, se faz uma segunda expedição dentro da mata para coletar informações como quantidade de indivíduos, altura, estado fenológico, entre outros dados fitossociológicos e dendrométricos. Se trata, portanto, de um conjunto de operações lento, de alto risco e com custo elevado.

Sendo assim, este presente trabalho propõe uma alternativa a este processo: a utilização de técnicas de fotogrametria, geoprocessamento e sensoriamento remoto comprovadamente eficazes e amplamente praticadas na agricultura, que permitem acesso a informações de populações naturais de florestas sem a necessidade de operações onerosas e lentas, floresta adentro. Tais técnicas utilizam ARPs (Aeronaves Remotamente Pilotadas) como ferramenta para posterior cálculo do VPES (Valor Potencial de Exploração Sustentável) de populações de *Euterpe edulis*. A busca por uma melhor relação entre trabalho/tempo e custo de amostragem, bem como uma confiabilidade nos resultados, são fatores extremamente importantes quando se trata de uma proposta de estimar o valor potencial de exploração sustentável de uma espécie por novos meios. Vale ressaltar que segundo RONCHI (2017), estudos como esse também podem contribuir para que a sociedade consiga resgatar conhecimento sobre as fontes locais de alimentos, fibras e medicamentos. Resultando em valorização de espécies nativas e estímulo para sua propagação e conservação.

A região de Botucatu, onde fora realizado este trabalho, está localizada em uma Área de Proteção Ambiental (APA – Corumbataí), uma região importante para a manutenção da água do aquífero guarani que se encontra em uma área de transição entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica, e os fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual dividem a paisagem com fragmentos de Savana Arborizada e Savana Florestada, Várzeas e Campos Úmidos. Por estes e outros motivos, essa região se mostra naturalmente apta para valorização e exploração de produtos florestais não madeireiros das espécies nativas locais por meio de sistemas produtivos sustentáveis.

Estratégias efetivas de uso sustentável da biodiversidade de determinada paisagem implica na necessidade de uma avaliação ampla dos ecossistemas (GARAY & DIAS, 2001), sendo imprescindível a disponibilidade de informações ecológicas básicas, tais como levantamentos sobre a caracterização da flora de uma

determinada região, que produzam informações fidedignas e fundamentadas, também sobre as espécies ameaçadas de extinção (UNEP, 1995).

Sabendo da existência de populações de *Euterpe edulis* nos fragmentos florestais de Mata Atlântica no interior do estado de São Paulo, o trabalho aqui especificado utilizou ARPs para fazer a confirmação da presença destas populações e também quantificar o número de indivíduos com maior potencial de produção de frutos destas populações. Ou seja, aqueles indivíduos que ocupam o estrato emergente da floresta e se encontram em condições de pleno sol (FARIAS, 2009).

Panoramas da cobertura e uso do solo são de grande importância para execução de inventários na vegetação e podem ser obtidos a partir da compreensão de imagens aéreas. A possibilidade de integração desses dados com informações sobre a distribuição espacial dos organismos e sobre o ambiente físico, por meio de geoprocessamento e sistemas de informação geográfica (SIG), vem se tornando indispensável nas avaliações rápidas e no monitoramento da conservação da biodiversidade (GARAY & DIAS, 2001).

É fato que imagens de maior resolução espacial se destacam na identificação, caracterização e classificação de populações florestais. Por isso, geralmente, as ARPs têm sido aplicadas com maior frequência em florestas plantadas e na agricultura de precisão, principalmente para usos como enquadramento em legislação ambiental, monitoramento de falhas de plantio, determinação de linhas de plantio, contagem de indivíduos, índices de vegetação, aplicações de insumos, entre outros. Porém, ainda é pouco estudado a aplicação dessa tecnologia em florestas nativas no Brasil, em que é possível, além do monitoramento macro de fragmentos, monitorar também populações ameaçadas de extinção. Estudos sobre aplicações de ARPs em florestas naturais brasileiras precisam ser realizados, pois hoje os trabalhos estão focados em sua maioria nas florestas plantadas, faltando importantes resultados obtidos em florestas naturais que sirvam de base para popularização, entendimento e aplicação dessa tecnologia (PRUDKIN & BREUNIG, 2019).

Partindo do entendimento de que a exploração sustentável pode ser um fator determinante para valorização e consequente conservação de espécies ameaçadas de extinção com potencial de exploração econômica e, que muitas vezes, a falta de informações e barreiras tecnológicas podem impedir a manutenção e monitoramento de tais espécies, bem como sua exploração, esse trabalho visa contribuir com o

conhecimento sobre utilização de ARPs (classe III) para trabalhos comprometidos com a conservação da biodiversidade e sustentabilidade dos sistemas produtivos de base agrícola e florestal, fortalecendo a bioeconomia no Brasil.

1.1 Objetivos gerais

Desenvolver métodos de estimar o Valor Potencial de Exploração Sustentável (VPES) de populações de *Euterpe edulis* a partir de dados gerados por aerolevantamento com ARPs (Aeronaves Remotamente Pilotadas).

1.2 Objetivos específicos

- Determinar melhor altura de voo para garantir eficiência nos processos de mapeamento de populações *Euterpe edulis* em florestas estacionais semidecíduais com ARP.
- Analisar método de processamento das imagens que garanta qualidade satisfatória para obtenção dos dados necessários para cálculo de VPES.
- Contribuir para a popularização das técnicas de mapeamento aéreo com ARPs (Classe III).
- Contribuir para a exploração econômica sustentável das florestas naturais da APA - Corumbataí, agregando valor econômico às propriedades rurais;
- Contribuir para a conservação da espécie *Euterpe edulis* por meio da valorização do seu fruto.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Euterpe edulis Martius*

Popularmente conhecida no Brasil como palmeira-juçara, palmitero, palmito-juçara, içara, ensarova, ripeira, jiçara, palmitero-doce e ripa (LORENZI, 2010), a *Euterpe edulis Martius* (Figura 7) é a espécie do gênero *Euterpe* mais representativa da Mata Atlântica. A classificação das espécies do gênero *Euterpe* ocorre da seguinte maneira: divisão Magnoliophyta, classe Liliopsida, subclasse Arecidae, super-ordem Arecanae, ordem Arecales, família Arecacea, subfamília Arecoideae, gênero *Euterpe* (HENDERSON; GALEANO, 1996). O mesmo gênero do qual é pertencente o açaí-amazônico (*Euterpe precatoria* e *Euterpe oleraceae*) e outras duas espécies brasileiras (*E. catinga* e *E. longibracteata*), sendo um gênero com distribuição ampla nas Américas do Sul e Central (HENDERSON, 2000). Entretanto, Wendt et al. (2011), contestam que há um conflito de ordem taxonômica no gênero *Euterpe*, uma vez que, as espécies *E. espiritosantensis* e *E. edulis* são consideradas espécies distintas e que aparecem nas florestas nativas da região centro serrana do estado do Espírito Santo, geralmente em simpatria. Dessa forma, existem publicações que as classificam como mesma espécie e outras que as reconhecem como espécies diferentes (HENDERSON; GALEANO, 1996; MARTINS; BOVI; NAKAGAWA, 2007).

A juçara é uma palmeira de médio porte, que raramente apresenta um conjunto de perfilhos (PORTELA et al., 2009) e, portanto, geralmente encontramos em literatura que é uma palmeira não estolonífera, de estipe reto e cilíndrico que, quando adulta, comumente apresenta dimensões entre 8 e 15 cm de diâmetro na altura do peito (DAP), 8 a 20 metros de altura e 10 a 20 folhas no ápice. Monoclina, com flores unissexuais que formam tríades com duas flores masculinas e uma feminina no mesmo indivíduo, distribuídas em panículas. Apresenta florações brancas, capazes de formar milhares de frutos, classificados como drupas esféricas, roxos ou negros-vinoso quando maduros, que medem em média 1 cm de diâmetro, monospérmico, com semente abundante em albume e envolta por mesocarpo carnoso, fibroso, comestível e muito fino, de onde se faz a polpa. O fruto tem peso médio de um grama, enquanto os cachos (infrutescências) pesam entre 3 e 5 kg (REITZ et al, 1983; HENDERSON; GALEANO; BERNAL, 1995). Sementes semi-

esféricas, parda-grisáceas a parda-amareladas, envoltas por cobertura fibrosa, com até 10 mm de diâmetro (LORENZI et al., 2006) e com endosperma com teores elevados de carboidratos (cerca de 88%), proteínas (10%) e lipídeos (2%) (REIS, 1995).

Na base do estipe, pode-se visualizar um conjunto de raízes em forma de cone, de cor marrom-avermelhado. Tais raízes formam um emaranhado de unidades com aproximadamente as mesmas dimensões, característico de espécies da família Arecacea (TSUKAMOTO FILHO et al., 2001). Além disso, apresenta sistema radicular de ocupação prioritariamente superficial do solo (BOVI, 1978).

Figura 7 - Ilustração botânica da *Euterpe edulis* Martius



Fonte: Moreira (2013).

Segundo Queiroz (2000), a segmentação dos eófilos é um dos principais métodos taxonômicos para identificação das espécies congêneres da palmeira-

juçara que, por sua vez, apresenta seis a oito folíolos e segmentam-se antes mesmo do total desenvolvimento do pecíolo, conferindo às primeiras folhas a forma palmada (BELIN-DEPOUX; QUEIROZ, 1971).

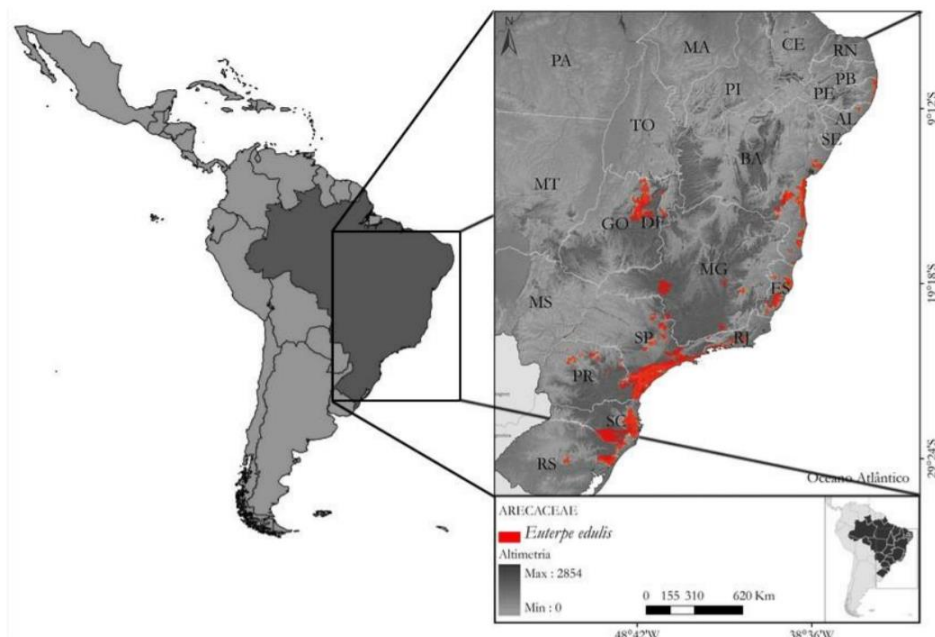
Após desenvolvimento inicial das plântulas, as plantas começam a desenvolver folhas pinadas, esciófilas, de cor verde-oliva a verde-escuro que podem medir entre 1 e 2,5 metros de comprimento e que possuem entre 30 e 70 folíolos regularmente distribuídos ao longo da raque (REITZ, 1974; TSUKAMOTO FILHO et al., 2001; LORENZI et al., 2006).

Geralmente, suas populações naturais são encontradas em fragmentos florestais das diferentes fitofisionomias da Mata Atlântica, principalmente em locais úmidos e sombreados, onde nasce e cresce. Entretanto, indivíduos adultos e reprodutivos conseguem ocupar estratos emergentes na floresta, ou seja, acima da copa de muitas árvores (KLEIN, 1972).

A América do Sul é seu centro de origem, mais especificamente entre os países Argentina, Brasil e Paraguai. Possui distribuição prioritária ao longo do litoral brasileiro (Figura 8), na floresta ombrófila densa, principalmente na região sudeste do país (REITZ, 1974). Nesses ecossistemas florestais, a palmeira-juçara ocorre em encostas íngremes e em algumas áreas inundadas. Mas, não se limita a essas áreas, ocorrendo do nível do mar até mais de 1200 metros de elevação, podendo ser encontrada em estados brasileiros como Rio Grande do Norte, Paraíba, Alagoas, Bahia, Sergipe, Goiás, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul, nordeste da Argentina e sudeste do Paraguai (KLEIN, 1972).

Na região norte do Brasil, o gênero *Euterpe* se distribui preferencialmente com espécies como o açazeiro (*Euterpe oleracea*), o açai-solteiro (*Euterpe precatoria*), açai-da-terra-firme (*Euterpe longibracteata*) e o açazinho (*Euterpe catinga*) (BFG, 2015).

Figura 8 - Distribuição geográfica da *Euterpe edulis* Martius no Brasil



Fonte: Pereira (2018).

Correlacionando as fitofisionomias de ocorrência preferencial da espécie com padrões climáticos regionais, de acordo com Martins e Lima (1999), percebe-se que a espécie se desenvolve bem em regiões tropicais e com elevados índices pluviométricos. Por isso, sua distribuição atual ocorre principalmente em formação de floresta ombrófila e em florestas ciliares ou de galeria, onde há maior concentração de água, situadas sob domínio fitogeográfico da Mata Atlântica e também do Cerrado, bem como em ecótonos entre os dois biomas.

Segundo Auer et al. (2012), o que diz respeito à fenologia reprodutiva da palmeira-juçara, podemos citar que esta possui um longo período de floração e frutificação, podendo apresentar dois picos de floração e, portanto, suas fenofases podem ser observadas em duas épocas diferentes, apresentando variações de acordo com os gradientes nos fatores bióticos e abióticos que condicionam os ambientes em que se encontram. De acordo com Favreto (2010), fatores como fotoperíodo, umidade, temperatura e disponibilidade de polinizadores e dispersores, bem como variações altitudinais podem influenciar diretamente na fenologia reprodutiva da *Euterpe edulis*.

A floração se identifica quando a inflorescência é exposta com ráquulas. Por apresentarem assincronia na floração e também protandria, ou seja, hermafroditismo dicogâmico com amadurecimento de órgãos sexuais masculinos antes dos

femininos, a alogamia predomina nas populações com taxa aproximada de 95% de fecundação cruzada (MANTOVANI; MORELLATO, 2000; CALVI; PIÑA-RODRIGUES, 2005). Exceto, evidentemente, quando há mais de uma inflorescência na mesma planta e flores masculinas e femininas amadurecem simultaneamente, evento que ocorre aproximadamente apenas em 6,4% dos casos (CONTE, 2004).

A *Euterpe edulis* é citada por diferentes autores (KAGEYAMA; REIS, 1993; MANTOVANI, 1998; CALVI; PIÑA-RODRIGUES, 2005) como uma espécie de notável importância para fauna, uma vez que, devido sua característica de floração assincrônica, fornece alimento em períodos de baixa disponibilidade de alimentos nas florestas, alimentando vertebrados frugívoros (como tucanos e jacus, por exemplo) e mamíferos roedores, marsupiais, primatas e morcegos. Por outro lado, a fauna também é importante para polinização e dispersão de suas sementes, que são recalcitrantes e responsáveis pela propagação da espécie (ANDRADE; PEREIRA, 1997). Por regenerar principalmente em condições de sub-bosque, sua estratégia de propagação é formação de banco de plântulas, que chegam a ter produtividade primária líquida praticamente zero enquanto não ocorre a condição ideal de luz para o desenvolvimento das plantas (PAULILO, 2000).

Diferentes levantamentos de estrutura populacional da *Euterpe edulis*, em diferentes estágios sucessionais da floresta, demonstram populações naturais com uma estrutura demográfica em forma de “pirâmide” (NODARI et al., 1987; REIS et al., 1991; e CONTE et al., 2003). Ou seja, na medida em que aumenta o tamanho da classe do parâmetro utilizado para estimar idade, a frequência diminui até atingir o seu menor índice na maior classe (de idade mais avançada), caracterizando uma curva do tipo exponencial, também chamada de “J-invertido” (SCOLFORO, 1998). Resumidamente, são populações principalmente constituídas de indivíduos jovens (10.000 a 15.000 por hectare) e com baixa quantidade relativamente proporcional de indivíduos reprodutivos (50 a 150 por hectare), o que significa menor proporção de indivíduos frutíferos, responsáveis pela manutenção da estrutura e diversidade genética populacional e maior proporção de indivíduos que não chegam na fenofase reprodutiva (CONTE, 2004).

De acordo com Cardoso et al. (2000), essa estrutura demográfica pode significar maior índice de cruzamento entre aparentados e, conseqüentemente, menor diversidade e heterozigosidade dentro das populações. Por outro lado, a maior concentração de indivíduos mais jovens pode caracterizar um estoque

genético importante para resiliência da população (CIRAQUI, TERRA, CHAER, & BONFIM, 2020).

Em relação ao seu cultivo, para obtenção de mudas indica-se semeadura em substrato organo-arenoso e irrigação diária, apesar das sementes apresentarem boa plasticidade a variação deste fator (MOLINA, 2009). A taxa de germinação é alta, porém desuniforme e lenta, podendo levar até mais de 14 semanas. Para o bom desenvolvimento de mudas, recomenda-se entre 20 e 50% de luz solar total (NAKAZONO, 2001) e o tempo de viveiro é de pelo menos 9 meses, se bem manejado. O plantio a sol pleno do palmitero deve ser tecnificado para suprir a alta demanda hídrica desta espécie. A juçara também é adequada para enriquecimento em vegetação secundária e composição de sistemas agroflorestais, podendo o sombreamento ser definitivo ou temporário. Neste caso, o sombreamento excessivo pode ser um fator determinante negativo para produtividade de frutos e para sobrevivência das mudas devido à baixa taxa fotossintética que esta condição confere às plantas. Por outro lado, em áreas mais abertas como clareiras ou até mesmo pleno sol, aumenta-se a taxa de mortalidade em épocas de menor disponibilidade hídrica no solo (RIBEIRO, 2011). O espaçamento depende de análise da disponibilidade de recursos e fatores ambientais locais, o mínimo indicado para plantio é de 2 metros entre plantas e de 1,5 metros entre linhas, com bom desenvolvimento e satisfatória produção de palmito (BOVI, 1988) e pode chegar até 5 metros entre plantas e 4 metros entre linhas com satisfatória produção de frutos em sistemas agroflorestais (FARIAS, 2009).

Após plantio, estima-se que a planta da juçara começará a frutificar entre os 6 e 10 anos de idade e a colheita geralmente é feita escalando a planta ou com auxílio de escada e/ou podão. No processo de colheita, deve-se cuidar para que o cacho não caia diretamente no chão da floresta, mas sim em uma lona, se não for possível descer com o cacho em mãos. Por se tratar de um produto altamente perecível, os frutos devem ser transportados e processados em, no máximo, 24 horas após a colheita. O objetivo é separar os frutos maduros dos imaturos e verdolengos e de outras impurezas. Observa-se, em média, em torno de 70% de aproveitamento dos frutos colhidos. A despolpa é feita com uma máquina despulpadeira em aço inox, onde acrescentando-se 1 litro de água a cada 2 litros de frutos, pode-se obter cerca de 1,3 litros de polpa – rendimento de 65 % (BARROSO et al., 2010). Após este processo, deve-se manter a polpa congelada.

Sobre o histórico de estudos científicos com a espécie, encontramos publicações desde 1972, um dos primeiros estudos teve como objetivo caracterizar morfologia dos frutos e promover necessidade de estudo sobre melhoramento genético (ACCORSI; BARROS, 1974). Após isso, tiveram estudos com enfoque em produção de palmito (BOVI; CARDOSO, 1975). O grupo Biometria, sob orientação do professor Adésio Ferreira, com publicações como em Senra et al. (2011), Carvalho et al. (2014), Ferreira et al. (2014), Oliveira et al. (2015) e Canal et al. (2016), tem como objetivo retratar a multiplicidade genética e pré-selecionar genótipos promissores visando a produtividade de frutos.

Por fim, pertence ao IAC (Instituto Agronômico de Campinas) a única coleção de germoplasma que possui a *Euterpe edulis*. De qualquer forma, o enfoque desta coleção é a caracterização e avaliação para produção de palmito, faltando dados acurados sobre a produção de frutos (KIYUNA; SANTIAGO; BOVI, 1997). Também por essas razões, os profissionais, estudantes e pesquisadores que buscaram trabalhar com a variabilidade genética dessa espécie, precisaram buscar em populações selvagens (CONTE et al., 2003).

2.2 Produtos florestais não madeireiros da *Euterpe edulis* Martius

Ronchi (2017), resumiu que os produtos florestais não madeireiros (PFNM) são aqueles produtos de origem florestal que não são madeira ou qualquer material biológico oriundo da floresta que não sejam derivados diretamente da madeira. E podem ser classificados em:

- Comestíveis (frutas, amêndoas, palmitos, especiarias, entre outros);
- Medicinais;
- Materiais estruturais (fibras, bambu, ratam, entre outros);
- Químicos (óleos essenciais, látex, resinas, gomas, taninos, corantes, entre outros);
- Plantas ornamentais.

A juçara se destaca por fornecer diferentes PFNMs. Por exemplo, em seu meristema apical é produzido um palmito nobre, apreciado mundialmente por seus atributos gastronômicos singulares (COLETTI; VERRUMA-BERNARDI, 2015). Porém, por se tratar de uma planta que geralmente apresenta um único estipe e não possuir características de rebrota vegetativa, a colheita de seu palmito ocasiona a

morte do indivíduo (CIRAQUI, TERRA, CHAER, & BONFIM, 2020). Somando esses dois fatores (qualidade do seu palmito e a morte das palmeiras pela colheita do mesmo) com a exploração predatória dessa palmeira e a fragmentação da Mata Atlântica, resultou-se que essa espécie foi colocada na Lista Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção, publicada pela Portaria MMA nº443, de 17 de dezembro de 2014, em situação classificada como vulnerável e, assim, protegida integralmente por lei.

Um produto subutilizado em comparação ao seu palmito, mas não menos nobre, é a polpa extraída do mesocarpo de seus frutos, muito semelhante à polpa do açaí, tanto nas características de aroma, sabor e cor, quanto nas características nutricionais. Em um estudo comparativo de Silva, Barreto e Serôdio (2004) entre a polpa da palmeira-juçara (*Euterpe edulis*) e do açazeiro (*Euterpe oleracea*), valores superiores para o potássio, ferro, zinco e manganês foram encontrados na polpa da palmeira-juçara. Já os teores de fósforo, cálcio e cobre, foram maiores no açaí. Além disso, possui também quantidades elevadas de vitamina E (CASTRO, 2012). É interessante destacar que sua polpa apresenta três vezes mais potássio do que a banana (SILVA et al., 2013), alimento conhecido por ser ótimo fornecedor de tal nutriente.

Ao comparar conteúdo de antocianinas, um metabólito secundário que tem função antioxidante, da polpa da palmeira-juçara com a polpa do açazeiro, a polpa da juçara destaca-se por possuir conteúdo de antocianinas monoméricas (13,47 mg/g) dez vezes maior que o encontrado na polpa do açazeiro (com 3,36 mg/g) (IADEROZA et al., 1992). Brito et al. (2007), compararam a polpa de juçara outras espécies ricas em antocianinas, como acerola (*Malpighia emarginata*), jambolão (*Syzygium cumini*) e guajiru (*Chrysobalanus icaco*), a juçara, mais uma vez, apresentou maior concentração de antocianinas. Entretanto, alerta-se que esses teores de antocianinas podem variar em função de condições climáticas, estágio de maturação, espécie, cultivo e metodologia de extração e medição utilizada (PEREIRA, 2018).

Para entendimento de todo o potencial das antocianinas, é válido descrever que se tratam se pigmentos pertencentes a um grupo de flavonoides e são os principais responsáveis pela cor roxa dos frutos. Portanto, possuem potencial para serem incorporadas no mercado de pigmentos naturais na indústria cosmética e farmacêutica, por exemplo (DIAS et al., 2016). Segundo Elisia et al. (2007), estes

compostos podem ser empregados na produção de fármacos devido às propriedades antioxidantes que podem suprimir oxidação intracelular. Sendo assim, apresenta ações anticancerígenas (CHEN et al., 2006), anti-inflamatórias (XIA et al., 2009), retarda envelhecimento, prolonga vida das células, aumenta imunidade, melhora circulação de sangue e evita acúmulo de gorduras nas artérias (ROGEZ, 2000).

Evidentemente, tais compostos orgânicos já demonstraram em diversos estudos suas propriedades farmacológicas e medicinais (MENEZES et al., 2008; KUSKOSKI; FETT; ASUERO, 2002). Também por essas razões, a polpa da juçara é considerada um “superfood” /superalimento /alimento funcional (PORTINHO et al., 2012). Neste sentido, os compostos antioxidantes presentes na polpa da juçara podem promover proteção contra doenças crônicas relacionadas à inflamação e apresentar efeitos positivos sobre a peroxidação lipídica, resposta antioxidante, modulação do estado inflamatório e efeitos antidiabéticos, bem como possíveis efeitos benéficos sobre microrganismos probióticos (NUNES et al., 2018).

Soma-se a isto, o fato de que a polpa também apresenta valor energético interessante devido suas altas concentrações de carboidratos e lipídios poli-insaturados, como ácidos graxos essenciais (Ômega 6 e 9) (BORGES et al., 2011; SCHULZ et al., 2015). No geral, esses ácidos são os dominantes na fração lipídica e estão associados a benefícios à saúde por diminuírem os níveis de colesterol LDL e triacilgliceróis no sangue, sendo associados à redução do risco de doenças cardiovasculares (TOUFEKTSIAN et al., 2008), bem como a lipogênese hepática (HARRIS et al., 2006). Por tudo isso, pode ser um alimento com grandes contribuições para o desenvolvimento saudável de crianças, sendo recomendada para merendas escolares.

A polpa de juçara pode ser muito importante para consumidores veganos e vegetarianos. Segundo Couceiro et al. (2008), grande parte das pessoas com dieta vegana e vegetariana sofrem com falta de vitamina B12, uma vez que a principal fonte dessa vitamina é a carne. Silva et al. (2013) encontraram altas concentrações de Cobalto na polpa de juçara. Por sua vez, a FAO/WHO (2001) explica que com maior disponibilidade de Cobalto no sistema digestivo humano, a síntese da vitamina B12 feita por microrganismos é beneficiada.

Em antagonismo à exploração irresponsável do palmito, que pode ter como resultado a extinção da espécie, a produção de polpa de juçara pode possuir como

efeito a sua conservação através da reintrodução da mesma em habitats onde já fora extinta (MAC FADDEN, 2005). Pois, tem como resíduo do processo de despolpa, sementes viáveis, inclusive com maior velocidade e uniformidade de germinação quando comparadas às sementes que não passaram por tal processo (BOVI, GODOY-JUNIOR, SAES, & MORI, 1987).

Em algumas regiões do país, principalmente no litoral do estado de São Paulo, regiões litorâneas de Santa Catarina, Rio de Janeiro, Paraná, Espírito Santo e Rio Grande do Sul, já é conhecido o potencial da polpa da juçara como alimento funcional, sendo comercializada como sorvete, suco, polpa congelada ou polpa liofilizada, em feiras, bares, lanchonetes, cafés e supermercados (REIS, 2012; GUIMARÃES, et al., 2015). O desenvolvimento e posicionamento destes produtos têm seguido como modelo de mercado o sucesso de produção e comércio do açaí (*Euterpe oleracea*) e o potencial de crescimento no valor da polpa de juçara ainda é elevado (ANDRADE et al., 2014).

Em 2012, a produção nacional de frutos foi de 817,2 mil toneladas, com valor de produção de 1,2 bilhão de dólares. Guimarães et al. (2015), dizem que se consegue extrair aproximadamente 880 quilos de frutos de juçara por ano em um hectare povoado de população natural de *Euterpe edulis*. Em termos de produção de frutos de juçara, a CONAB (2016) mostra que em 2016 a produção brasileira de frutos de juçara foi de 193 toneladas. Segundo dados da EMBRAPA (2016), nos alimentos processados contendo açaí lançados no mercado mundial entre 2011 e 2016, sucos representaram 22%, energéticos e bebidas esportivas representaram 12%, snacks representaram 9% e sobremesas e sorvete representou 9%. 7%, laticínios representaram 5%, confeitaria representou 3%, dos quais Estados Unidos (30%), Brasil (19%) e Canadá (8%) são os países mais representativos lançando esses produtos.

Por não haver legislação específica para a polpa de juçara, faz-se referência à geralmente as mesmas normativas que estabelecem os padrões de qualidade para polpa de açaí, sem determinar uma única espécie do gênero *Euterpe* como a correta para ser considerado açaí, ou seja, há uma brecha de caráter legislativo para que a polpa de juçara seja considerada açaí também.

O grande potencial de exploração desta palmeira para fins alimentícios já está bem difundido no meio científico em geral. Porém, para usos medicinais ainda é pouco explorada, principalmente no sentido de profundidade científica e inovação

tecnológica para geração de produtos e patentes nacionais. Sendo assim, estudos pré-clínicos recentemente realizados em ratos devem ser considerados importantes no atual estado da arte. A polpa de juçara, por exemplo, possui comprovada atividade terapêutica para prevenção e tratamento de úlcera péptica em ratos (TORRES, 2018). Além disso, há um certo tempo já vem sendo caracterizada como uma planta medicinal por ser uma espécie com potencial atividade carminativa, cicatrizante e hemostática. Indicada para tratar anemia, sangramentos, hepatose, feridas, gases e dismenorreia (DUKE et al., 2009).

O extrato etanólico feito diretamente dos frutos da juçara possui atividade ovicida e larvicida no trato gastrointestinal dos nematodes *T. canis* e *A. caninum*. (ZAMPROGNO et al., 2015). Outro uso medicinal possível para a *Euterpe edulis* é como vermífugo, por meio do óleo extraído dos frutos (LORENZI, 2010).

Em termos de etnobotânica, a utilização da *Euterpe edulis* na medicina popular vem desde antiguidade pelos indígenas e povos tradicionais e no Brasil, existe um movimento atual de regulamentação e proteção de conhecimentos tradicionais. No povoado Fomento, município de Codó, Maranhão, Brasil, o uso de suas raízes, folhas, estipe e frutos são utilizadas para o combate à diarreia, icterícia, cirrose e anemia (SOBRINHO, 2018). Sítiantes da Reserva Particular do Patrimônio Natural Rio das Pedras, Mangaratiba, Rio de Janeiro, Brasil, utilizam a juçara para tratamento de dores de estômago (FRANCO et al., 2008). Moradores do Parque Ecológico Municipal José Milanese, Criciúma, Santa Catarina, Brasil, utilizam a tintura da raiz fresca da *Euterpe edulis* para reumatismo e doença-da-gota. Também utilizam o decocto da raiz fresca para tratar colesterol (TOMAZI, 2014). Usuários do Programa de Fitoterapia da Universidade Federal do Maranhão, São Luís – MA, Brasil, também mencionaram o uso da raiz da juçara como hipoglicemiante quando preparada por decocção (SANTOS, 2017).

Dado o exposto, para quaisquer produtos potenciais que esta espécie pode fornecer para a sociedade, é perceptível que serão necessários estudos no sentido de domesticação da espécie, assim como uma vez também foram necessários estudos para domesticação de espécies extremamente relevantes para agricultura mundial.

2.3 Legislação florestal vigente

Para estimular a coleta de frutos de juçara em florestas naturais do estado de São Paulo, é necessário que a sociedade entenda a legislação florestal vigente para coleta de frutos da *Euterpe edulis* em florestas naturais no estado de São Paulo que, por sua vez, determina regras e limites sobre essas áreas protegidas. Na sua atual redação, e no que diz respeito aos propósitos desta análise, de acordo com o Código Florestal brasileiro (Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012) considera-se Reserva Legal:

Área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas (Brasil, 2012).

A importância da Reserva Legal para este tema se dá, pois, no estado de São Paulo, esta representa no mínimo vinte por cento das propriedades rurais com quatro ou mais módulos fiscais (BRASIL, 2012). É notório, por definição, que contrário à percepção de que a Reserva Legal foi constituída apenas para atender questões ambientais, na verdade esta serve para suprir produção de forma sustentável.

Sabendo que as Reservas Legais (RLs) são áreas destinadas ao uso sustentável dos recursos naturais e não áreas restritas à exploração econômica. A falta de informações ou informações distorcidas, somado a falta de mecanismos legais que facilitem ou pelo menos mostrem o caminho para os proprietários rurais explorarem essas áreas com segurança jurídica, resulta que na prática a função socioeconômica dessas áreas não se concretiza. Além disso, alguns autores argumentam que essas áreas sejam legitimadas apenas se alcançassem resultado financeiro melhor que o custo de oportunidade considerando usos alternativos da terra. Estes argumentos não podem servir como base de entendimento sobre as RLs, nem justificar aceitação ou não destas áreas, pois considera-se um tipo de julgamento simplista, baseado apenas em economia rural, desconsiderando todos os serviços ecossistêmicos que estas áreas provêm à sociedade (AHRENS, 2007).

O Novo Código Florestal caracteriza de uma forma geral o que é Reserva Legal e o que é permitido ou não realizar nela, porém em uma ótica federal. Quando analisamos em esfera estadual paulistana, algumas normatizações e mecanismos legais ainda eram necessárias. Frente a esta realidade, a Secretaria do Meio Ambiente do estado de São Paulo foi pioneira no Brasil e publicou em 21 de dezembro de 2018 a Resolução SMA 189, que estabelece critérios e procedimentos para exploração sustentável de espécies nativas do Brasil no Estado de São Paulo, permitindo então o início da exploração sustentável da vegetação nativa de forma segura juridicamente. Atualmente, de acordo com esta resolução, considera-se como coleta de frutos:

Tipo de exploração sustentável que não coloca em risco a vida, não acarreta a morte e não implica na remoção total do indivíduo, exceto quando a remoção total do indivíduo se tratar de árvores caídas, partes clonais de plantas e componentes de bancos de plântulas ou de colônias de briófitas (SÃO PAULO (SP), 2018).

Ainda segundo a Resolução SMA 189 de 21 de dezembro de 2018, a coleta realizada em florestas naturais, bem como em áreas de Reserva Legal recomposta ou em processo de recomposição, independe de autorização e nem de plano de manejo sustentável (PMS), devendo somente haver uma comunicação prévia para o órgão ambiental responsável. Quando a coleta não for destinada para comercialização, dispensa-se também a necessidade de comunicação prévia (SÃO PAULO (SP), 2018).

Por sua vez, Área de Preservação Permanente (APP), de acordo com o Código Florestal brasileiro (Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012) define-se por:

Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

Em propriedades rurais com área acima de quatro módulos fiscais, a coleta de frutos nas APPs, somente poderá ocorrer com finalidade de subsistência e para produção de mudas, mas é dependente de autorização do órgão ambiental responsável, exceto quando realizada por comunidades e povos tradicionais (SÃO PAULO (SP), 2018).

Antes mesmo da publicação da Resolução SMA 189 de 21 de dezembro de 2018, a Secretaria do Meio Ambiente do estado de São Paulo já mostrava preocupações com a coleta de frutos da *Euterpe edulis*. Pois, por meio da Resolução SMA nº 105, de 24 de outubro de 2013 (que estabelecia critérios e procedimentos para plantio, coleta e exploração sustentáveis de espécies nativas do Brasil no Bioma Mata Atlântica, no Estado de São Paulo), dedicou um anexo apenas para orientar sobre elaboração de plano de manejo para coleta de frutos da juçara, onde especificou que apenas 50% dos cachos das populações poderiam ser coletados (SÃO PAULO (SP), 2013).

Enfim, entendido as legislações acima e suas normativas, fica clara a possibilidade legal da realização de projetos que explorem sustentavelmente a vegetação nativa no Estado de São Paulo, inclusive em áreas protegidas por lei desde que respeite os limites legais.

2.4 Sensoriamento remoto

O Sensoriamento Remoto pode fornecer dados com informações precisas e imprescindíveis para o manejo florestal sustentável, tais como composição e estrutura da floresta, por exemplo (TANG e SHAO, 2015). Tais informações estão cada vez mais importantes nas ciências agrárias como um todo e o baixo custo do sensoriamento remoto é uma das vantagens para que seja a ferramenta escolhida entre profissionais que precisam obter informações espaciais em diferentes escalas (global, regional ou local). Além disso, permite estimar parâmetros biofísicos e bioquímicos da vegetação e é um método não destrutivo de levantamento e avaliação que geralmente se viabiliza economicamente e também pela eficiência de trabalho (BANSKOTA et al., 2014 e ONOJEGHUO et al., 2018).

Estes e outros fatores fizeram com que o sensoriamento remoto se tornasse uma ferramenta indispensável para levantamentos relevantes para o inventário florestal e, por mais que existam diversas aplicações desta ferramenta nas ciências agrárias, algumas dificuldades em se trabalhar com dados de satélites ou imagens orbitais podem ser citados. Tais como:

- tempo para o satélite estar novamente em posição para aquisição de imagem do local de estudo/trabalho, o que implica em uma grande dificuldade em trabalhos que precisam de aquisição instantânea de

imagens, como monitoramento de incêndios florestais, por exemplo (ARROYO et al., 2008);

- resolução espacial ineficaz para trabalhar a nível de copa, folhas e indivíduos (BANU et al., 2016);
- ineficácia na presença de nuvens (PÁDUA et al., 2017).

Uma das possibilidades para o uso de sensoriamento remoto é identificação de indivíduos arbóreos, o que pode ser um desafio mais complexo do que identificar espécies agrícolas, principalmente devido à grande biodiversidade característica de florestas tropicais. Da perspectiva de imagens aéreas, existe grande dificuldade em localizar indivíduos do sub-bosque devido à sobreposição de copa das árvores de estratos verticais mais altos. De qualquer forma, antes de analisar imagens aéreas com este objetivo, é extremamente importante ter conhecimento das espécies florestais de ocorrência natural no local onde será realizado o estudo, bem como suas características ecológicas e nichos que ocupam nos ecossistemas locais. Após isso, é possível determinar as espécies possíveis de se encontrar nas imagens aéreas e aplicar técnicas de interpretação de imagens de forma estratégica. Soma-se a estes fatos a necessidade de conhecer bem o formato de copa da espécie a ser estudada, pois são diversos (cauliciforme, cônica, colunar, umbeliforme, por exemplo) e uma mesma espécie pode ter formato diferente de acordo com o ambiente em que se desenvolveu (LILLESAND et al., 2008).

2.5 Fotogrametria

A fotogrametria é um dos diversos mecanismos de obtenção e processamento de dados com finalidade de mapeamento e de acordo com a Sociedade Internacional de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto, fotogrametria pode ser definida como ciência que:

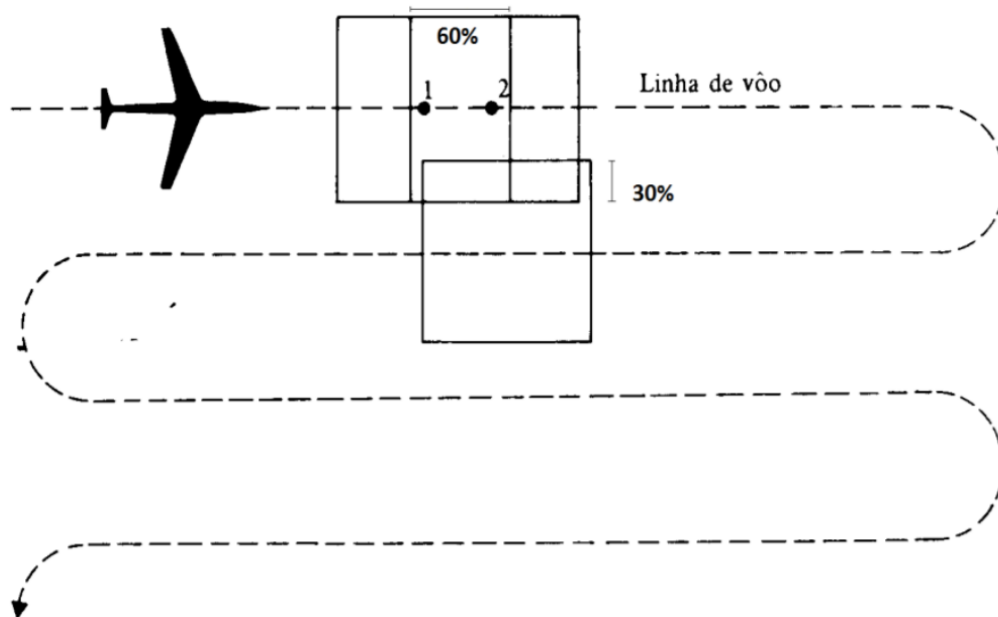
consiste na arte e tecnologia de obter informações confiáveis da superfície da terra e demais objetos físicos, através de medições, análises e representações utilizando fotografias (ISPRS, 2016).

Como resumido por Nex e Remondino (2014), a fotogrametria é uma tecnologia utilizada para extrair medidas de objetos através de fotografias. No caso de trabalhos e estudos com mapeamento, essas fotografias são oriundas de aerolevantamento com ARPs ou satélites e após processamentos fotogramétricos, são gerados produtos que possibilitam a realização de medições em modelos com três dimensões.

É fato notório, a evolução da fotogrametria ao longo do tempo, que passou do formato analógico-analítica para a atual fotogrametria digital. A associação das metodologias matemáticas e físicas a partir de imagens, com auxílio de dispositivos e procedimentos tecnológicos, constitui a ciência de mapeamento aerofotogramétrico (TOMMASELLI, 2012). Dessa forma, fica evidente que os princípios teóricos da fotogrametria são a base do mapeamento com ARPs e por mais que isso seja comprovado cientificamente, estes produtos ainda precisam de validações. Sendo assim, utilizar as ARPs para levantamentos de dados requer conhecimento de conceitos de sensoriamento remoto e fotogrametria, bem como técnicas de geoprocessamento para gerar os produtos e informações (NEX e REMONDINO, 2014).

Segundo Mikhail et al. (2001), na aquisição das imagens aéreas, é necessário que as fotos tenham uma sobreposição em sua largura (indicado pelo menos 30%) e comprimento (indicado pelo menos 60%) para que perfaça totalmente o campo terrestre a partir de dois pontos de captação e seja possível obter uma vista estereoscópica da imagem. Essas imagens sobrepostas são conhecidas como companheiras estereoscópicas e essa sobreposição é o que também permite o descarte do centro no momento de processamento das imagens e construção do ortomosaico, o que acarreta em diminuição de possíveis distorções. Podemos ver um esquema de planejamento de voo na Figura 1, que respeita tais recomendações.

Figura 1 - Linha de voo e sobreposição em largura e comprimento



Fonte: Frigeri (2016).

Fotos aéreas convencionais permitem a identificação de espécies florestais a partir do conhecimento da forma, textura e coloração da copa, especialmente se este gênero possuir distribuição espacial aglomerada e preferências ecológicas conhecidas. Pode-se citar que espécies da família Arecaceae são de fácil identificação. (SCHULER & DISPERATI, 1998).

2.6 Aeronaves remotamente pilotadas

Basicamente, aeronave remotamente pilotada é aquela em que o piloto não está a bordo, mas controla aeronave remotamente por meio de uma interface com um dispositivo digital (ANAC, 2017). Segundo Colomina, Molina (2014) e Pajares (2015), o uso de aeronaves remotamente pilotadas (ARPs), também conhecidas como VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados) ou, popularmente, drones, vêm aumentando devido à facilidade de acesso, praticidade e aplicabilidade para diversos usos.

O termo correto para se dirigir aos drones varia bastante na literatura, que em sua maioria está em inglês e podemos encontrar as seguintes nomenclaturas:

- Remotely Piloted Aircraft (RPA);

- Remotely Piloted Aerial Systems (RPAS);
- Unmanned Aerial Vehicles (UAVs).

Podemos dizer que atualmente as ARPs têm sido utilizadas além dos campos de conflitos bélicos ou operações militares, ou seja, estão saindo da sua função de origem para aplicações na ciência e na civilização (CULVER, 2014). Na fotogrametria e sensoriamento remoto, esses equipamentos são utilizados como “plataformas”, pois são acoplados a sistemas de imageamento e, nesse sentido, sua versatilidade de voo e maior proximidade dos objetos a serem estudados são vantagens para diversos objetivos (MCGRIFFY, 2016).

De acordo com Torres-Sánchez et al. (2013), Colomina e Molina (2014), Aasen et al. (2015) e Tang e Shao (2015), nos últimos anos têm crescido a utilização das ARPs para levantamento de dados florestais. Dentre as vantagens sobre o uso de satélites ou aeronaves tripuladas, podemos citar:

- menor custo operacional;
- maior resolução espacial;
- possibilidade de operar em momento específico desejado;
- acesso a áreas perigosas para sobrevoo tripulado;
- facilidade para otimizar tempo de voo.

Além disso, para viabilizar trabalhos voltados à fotogrametria, é possível a integração de sensores de posição e orientação (GNSS/INS), principalmente para voo independente e configuração da posição e orientação da câmera no momento exato do imageamento (GRAÇA et al., 2018). Além disso, possibilita melhor elaboração do plano de voo (SILVA, 2015).

Algumas ARPs já possuem GPS integrado (Global Positioning System), que consiste em um sistema de localização global orientado por satélites que permite identificar as coordenadas geográficas de um ponto na superfície do planeta (TRAGUETA, 2008). Os mais de 29 satélites distribuídos em planos orbitais permitem que ARPs com GPS acoplados possam ter acesso ao sinal destes satélites em qualquer ponto da superfície do planeta (MONICO, 2008).

Porém, segundo Tang e Shao (2015) e Torresan et al. (2017), apesar dos potenciais dos drones, é correto afirmar que sua utilização ainda é restrita a pequenas áreas devido a alguns fatores, tais como:

- baixa resistência de voo;
- capacidade limitada de carga.

Segundo a ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil, 2017), por meio do novo Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial – RBAC-E (resolução de nº 419, 2 de maio de 2017), as ARPs de uso comercial, corporativo ou experimental foram categorizadas em três classes, de acordo com o peso máximo de decolagem do equipamento. Portanto, tem-se:

- Classe I: Peso acima de 150kg;
- Classe II: Peso acima de 25kg e abaixo ou igual a 150kg e;
- Classe III: Peso abaixo ou igual a 25kg.

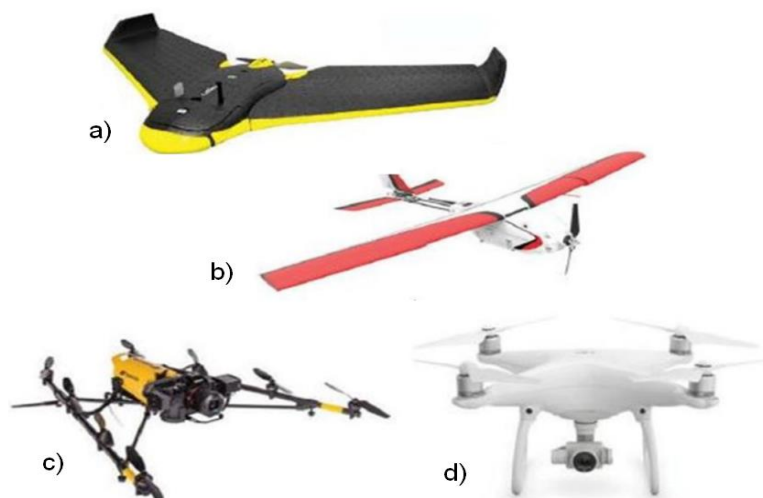
As ARPs utilizadas para florestas são geralmente de classe III, que possuem autonomia de voo variada (de minutos até algumas horas) e podem ser aeronaves de asa fixa ou asa rotativa. A escolha entre estes modelos deve sempre considerar o objetivo do trabalho, tamanho da área e complexidade da operação. Além disso, deve-se saber previamente qual o sensor que deverá ser embarcado na plataforma, resolução necessária para o levantamento, condições necessárias para decolagem e pouso da ARP e, por fim, ter um operador experiente para planejar e gerenciar a operação (PÁDUA et al., 2017).

As ARPs de asa rotativa possuem menor autonomia de voo, sendo recomendadas para mapeamento de áreas menores, com altura de voo menor e um GSD (Ground Sample Distance – tamanho do pixel no terreno) de precisão potencial milimétrica, enquanto os de asa fixa apresentam precisão potencial centimétrica. Entretanto, sua velocidade de voo é menor que as plataformas de asa fixa, e é necessária maior experiência do operador (PRUDKIN & BREUNIG, 2019).

Entre as vantagens, podemos citar que, diferentemente dos drones de asa fixa, não necessitam de uma pista para decolar/atterrissar e há possibilidade de carregarem maior carga. Outro ponto é que são menos instáveis devido ao material mais pesados com que são fabricados, sendo mais resistentes a ventos e garantindo

maior estabilidade e menor vibração em voo, diminuindo erros no levantamento. (ANDERSON & GASTON, 2013; TANG & SHAO, 2015; BANU et al., 2016; TORRESAN et al., 2017; BOON et al., 2017). Na Figura 2, podemos ver alguns exemplos ARPs de asa fixa (a e b) e rotativa (c e d) e na Figura 3 podemos entender melhor do que são constituídas as ARPs e as diferenças entre os dois modelos.

Figura 2 - Exemplos de ARPs: a) Trimble UX5; b) PrecisionHawk Lancaster; c) Topcon Falcon 8; d) DJI Phantom 4



Fonte: adaptado de Pádua et al. (2017).

Figura 3 – Diferenças entre ARPs de asa fixa e asa rotativa



Fonte: Frigeri (2016).

Homolová et al. (2013) caracterizaram as diferentes escalas para análises do sensoriamento remoto, considerando uma hierarquia de base ecológica. Foram analisados diversos sensores e, apesar do fato de que as ARPs não foram consideradas em tal trabalho, uma vez que com informações obtidas das imagens oriundas de aerolevantamento com ARPs é possível identificar e analisar talhões, plantas de forma individual e até estresses em folhas, podemos enquadrá-las na classe de estudos a nível de folha, indivíduo e dossel (figura 4), devido principalmente ao grau de precisão espacial potencial que essa metodologia possui. (BREUNIG, GALVAO, & NETO, 2019). Na Figura 4, podemos analisar as diferentes escalas e níveis de observação dos alvos para cada sensor e metodologia.

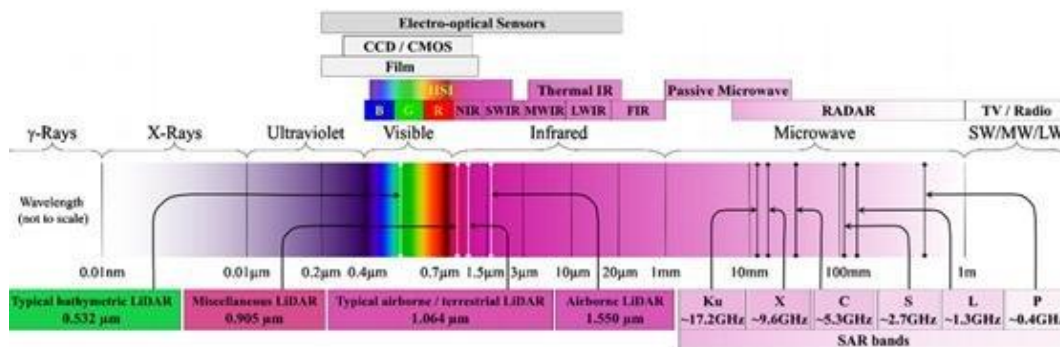
Figura 4 - Nível de análise das diferentes escalas de aquisição dos dados de sensoriamento remoto no contexto de hierarquia ecológica

Hierarquia ecológica	FOLHA	INDIVÍDUO	POPULAÇÃO COMUNIDADE	ECOSSISTE- MA	BIOMA	BIOSFERA
Processos fisiológicos e ecossistêmicos	Fotossíntese Evapotransp.	Secessão, decomposição Dinâmica fenológica e produtividade			Sequestro de carbono	Ciclos biogeoquím.
Escalas do Sensoriamento Remoto (SR)	Folha			Dossel		
				Paisagem		
				Aumento/Redução da escala		
Tipica cobert. espacial do SR	Local (< 10 ² km ²)			Regional (< 10 ² - 10 ⁶ km ²)		Global (>10 ⁶ km ²)
Próximo Aerotransport. Satélite Espectrorad. (tamanho pixel)	FieldSpec (não-imageador)			CASI, HyMap, AISA, APEX (< 10m)		
				Landsat ETM+, Sentinel MSI (10-60m)		
				Aqua/Terra MODIS, MERIS (250-1000m)		
				SPOT VGT, NOAA AVHRR (> 1km)		

Fonte: Toth & Józskó (2016).

Por fim, é imprescindível o entendimento sobre a forma como esses dados são adquiridos. Basicamente, são obtidos em distintas faixas de luz do espectro eletromagnético dentro das capacidades de cada sensor (TOTH & JÓZKÓW, 2016). Atualmente a maioria dos dados levantados por ARPs para posterior trabalho com fotogrametria, sensoriamento remoto, geoprocessamento e mapeamento são da faixa espectral do visível (azul, verde e vermelho; aproximadamente entre o intervalo espectral de 400nm a 700nm) como podemos ver especificado na figura 5.

Figura 5 - Faixas espectrais indicando como os sensores trabalham hoje no sensoriamento remoto



Fonte: Toth & Józków (2016).

2.7 Sensores acoplados nas ARPs

Segundo Tang e Shao (2015), para diferentes aplicações, existem diferentes tipos de sensores que podem ser acoplados nas ARPs, desde que respeitem a capacidade de carga das plataformas. Podemos dividir estes sensores em duas categorias, sendo elas:

- Sensores passivos: operam registrando a energia eletromagnética que a vegetação reflete (exemplos: sensores RGB, NIR, câmeras térmicas, multi e hiperespectrais);
- Sensores ativos: operam transmitindo pulsos LASER na vegetação com elevada taxa de repetição (exemplo: sensor LIDAR).

Para contagem de indivíduos, sensores RGB (Figura 6) já permitem detalhes suficientes da superfície e inclusive posterior modelagem tridimensional, e são justamente essas que operam na faixa espectral visível, entre 400nm a 700nm. Essas, por sua vez, podem ser câmeras convencionais, ou seja, não serem necessariamente projetadas para trabalhos de fotogrametria e podem ser adquiridas por valores mais baixos (WOLF et al., 2014; KLEMAS, 2015 e PÁDUA et al., 2017). Para que possamos realizar tais trabalhos de fotogrametria e sensoriamento remoto, de acordo com Bazan (2008), existe uma metodologia que permite com que estas câmeras possam ser utilizadas, onde realizam-se determinadas calibrações e ajustes para reconstrução dos objetos na imagem de forma que atenda aos

requisitos fotogramétricos. Tal metodologia é feita atualmente por softwares específicos de processamento de imagens.

Figura 6 – exemplos de sensores RGB: a) Sony Nex A6000; b) GoPro Hero Series; c) PhaseOne IQ3



Fonte: Prudkin & Breunig (2019).

O produto final destes processamentos que utilizam algoritmos computacionais, com imagens oriundas de sensores RGB, são os ortomosaicos, nuvem de pontos, modelos digitais de superfície e modelos tridimensionais da área onde fora feito o aerolevanteamento (LUCIEER et al., 2012; TURNER et al., 2012). Com ferramentas e técnicas de fotointerpretação, esses produtos podem fornecer informações importantes para estudos em florestas (XIE et al., 2008).

É exatamente com os ortomosaicos gerados neste processamento que se pode realizar o trabalho de contagem de indivíduos em florestas. Para tal, recentemente, alguns autores trabalharam com metodologias de segmentação das imagens (HENTZ et al., 2018) e outros, por sua vez, optaram por métodos que utilizam classificação de imagens (RUZA et al., 2017). Por fim, também existem estudos de contagem de indivíduos por método manual de vetorização utilizando Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e fotointerpretação (OLIVEIRA et al., 2018). Entretanto, existem relatos de que, apesar do potencial de garantir maior rapidez e agilidade no processo, a automatização na contagem de indivíduos ainda pode gerar diversos erros, seja superestimando ou subestimando o número de plantas e, geralmente, estes erros estão associados ao fenômeno ecológico florestal típico de sobreposição de copas (PRUDKIN & BREUNIG, 2019). Acredita-se que em um futuro próximo esses desafios da automatização possam ser superados por meio de inteligência artificial e novas tecnologias.

Evidentemente, existe grande potencial nos mapeamentos realizados com ARPs nas ciências agrárias, que deve ser considerado com uma complementação

aos métodos e ferramentas já conhecidas e cientificamente comprovadas. Devido ao atual momento de popularização destes equipamentos, a tendência é que profissionais tenham cada vez mais afinidade com estas ferramentas e que sejam desenvolvidas aeronaves cada vez melhores para as aplicações na área de agrárias, bem como softwares específicos para tais utilidades.

3 MATERIAL E MÉTODOS

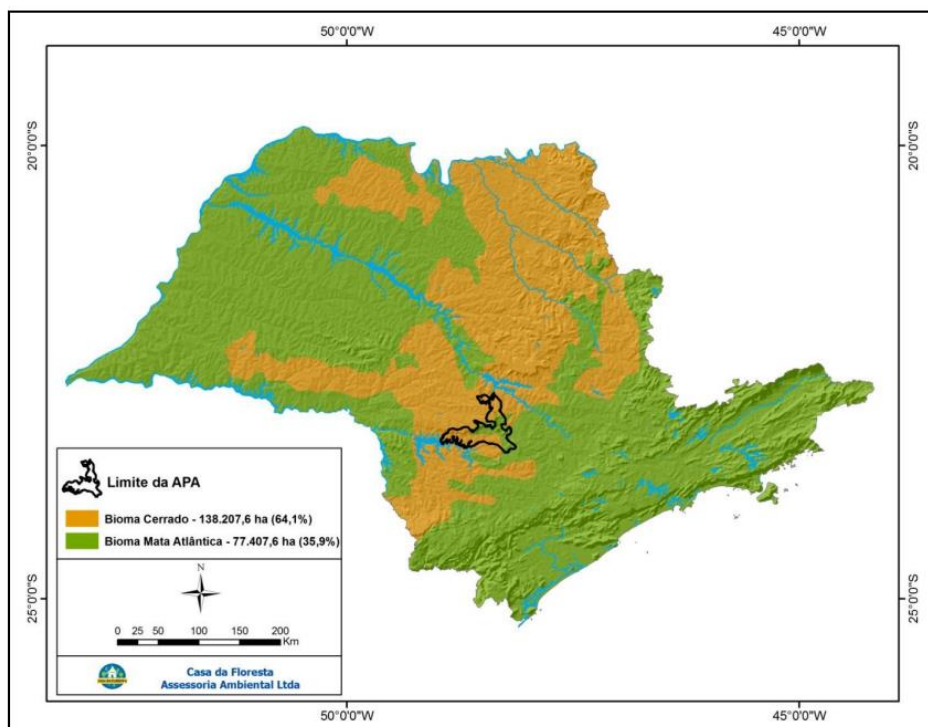
3.1 Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado em fragmentos remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual presentes no ecótono entre Mata Atlântica e Cerrado na região de Botucatu-SP. As populações de *Euterpe edulis* foram encontradas em sete fragmentos nos municípios paulistas de:

- Bofete (fragmento 1: 23°0'53.54"S, 48°19'0.95"O, altitude 630 m e fragmento 6: 23° 1'39.74"S, 48°11'8.79"O, altitude 546 m);
- Dois Córregos (fragmento 2: 22°23'24.01"S, 48°16'22.04"O, altitude 773 m);
- Pardinho (fragmento 3: 23°5'6.58"S, 48°23'43.87"O, altitude 929 m; fragmento 4: 23° 4'58.02"S, 48°23'47.61"O, altitude 926 m e fragmento 5: 23°4'35.72"S, 48°25'23.39"O, altitude 915 m);
- Avaré (fragmento 7: 22°55'54.21"S, 48°59'36.29"O, altitude 698 m).

Destes fragmentos, apenas o fragmento 2 não se encontra nos municípios de abrangência da APA – Corumbataí. O fragmento 7, apesar de estar dentro dos limites geográficos de Avaré (SP), se encontra em uma localização marginal aos limites da APA. Dessa forma, o estudo se encontrou principalmente em municípios da Área de Proteção Ambiental (APA – Corumbataí, Botucatu e Tejuπά), conhecida também como APA das Cuestas, uma das primeiras Unidades de Conservação dessa categoria do estado de São Paulo e que hoje está segmentada em três perímetros independentes: a APA Corumbataí, a APA Botucatu e a APA Tejuπά. A Figura 09 mostra os limites da APA na região onde está inserida e a distribuição dos biomas.

Figura 09 - Distribuição dos biomas Mata Atlântica e Cerrado no Estado de São Paulo e destaque do limite da APA



Fonte: São Paulo (2011).

A APA objetiva proteger as Cuestas Basálticas, formações de relevo compostas por rochas vulcânicas, os Morros Testemunhos, colinas de topos planos situados em cuestas, os representantes da flora e da fauna local, o Aquífero Guarani e o patrimônio cultural da região, que situa-se nas coordenadas 23°23'30" a 22°43'30" S a 48°07'30" a 48°58'00" W e abrange parte de nove municípios paulistas que estão inseridos na região administrativa de Sorocaba, dentro das regiões de governo de Itapetininga, Avaré e Botucatu. São eles: Angatuba: 1,24%; Avaré: 22,88%; Bofete: 71,19%; Botucatu: 25,94%; Guareí: 28,17%; Itatinga: 64,81%; Pardinho: 72,01%; São Manuel: 4,88%; Torre de Pedra: 51,62%, perfazendo um total de 215.615,1 ha.

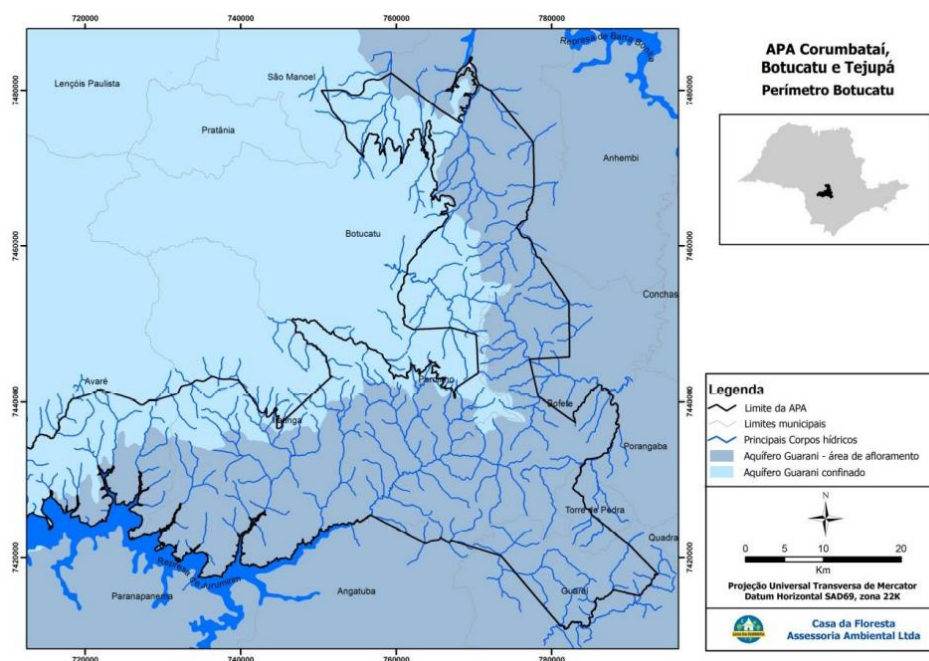
Segundo a classificação de Köppen, o clima dos municípios abrangidos pela APA de Botucatu é Cwa (clima subtropical úmido, invernos secos, verões chuvosos e temperatura média do mês mais frio acima de 18°C) e Cf (clima temperado, a precipitação ocorre em todos os meses do ano, a temperatura média do mês mais quente está acima de 10°C, e o mês mais frio está entre -3°C e 18°C). Janeiro e fevereiro apresentam os maiores índices pluviométricos, com valores que variam de

184 a 240 mm. Os meses mais secos são julho e agosto, com precipitações entre 30 e 46 mm.

Trinta e três bacias hidrográficas estão localizadas, pelo menos parcialmente, na APA de Botucatu, seis das quais são áreas de nascentes, que são as principais bacias hidrográficas de abastecimento público, e o foco está na bacia do rio Pardo, que abastece o município de Botucatu. Dentre os recursos hídricos superficiais, destaca-se também a Barragem de Jurumirim, que delimita os municípios de Avaré e Itatinga ao sul da APA, apresenta grande potencial turístico, podendo ser utilizada para contemplação e lazer.

Para a APA de Botucatu, um fator muito importante é a presença do Sistema Aquífero Guarani (SAG). O SAG cobre uma área de aproximadamente 1.087.880 quilômetros quadrados, distribuídos entre Paraguai, Argentina, Uruguai e Brasil. A capacidade total de armazenamento de água é estimada em cerca de 30.000 quilômetros cúbicos. Na Figura 10 pode-se ter um entendimento visual mais amplo dos recursos hídricos da APA. Tal compreensão regional foi de extrema importância pois os fragmentos que estão mais próximos destes cursos superficiais de água são aqueles com maior probabilidade de presença de *Euterpe edulis*.

Figura 10 - Área de afloramento e confinamento do Aquífero Guarani na região da APA Corumbataí, Botucatu e Tejuapá – perímetro Botucatu

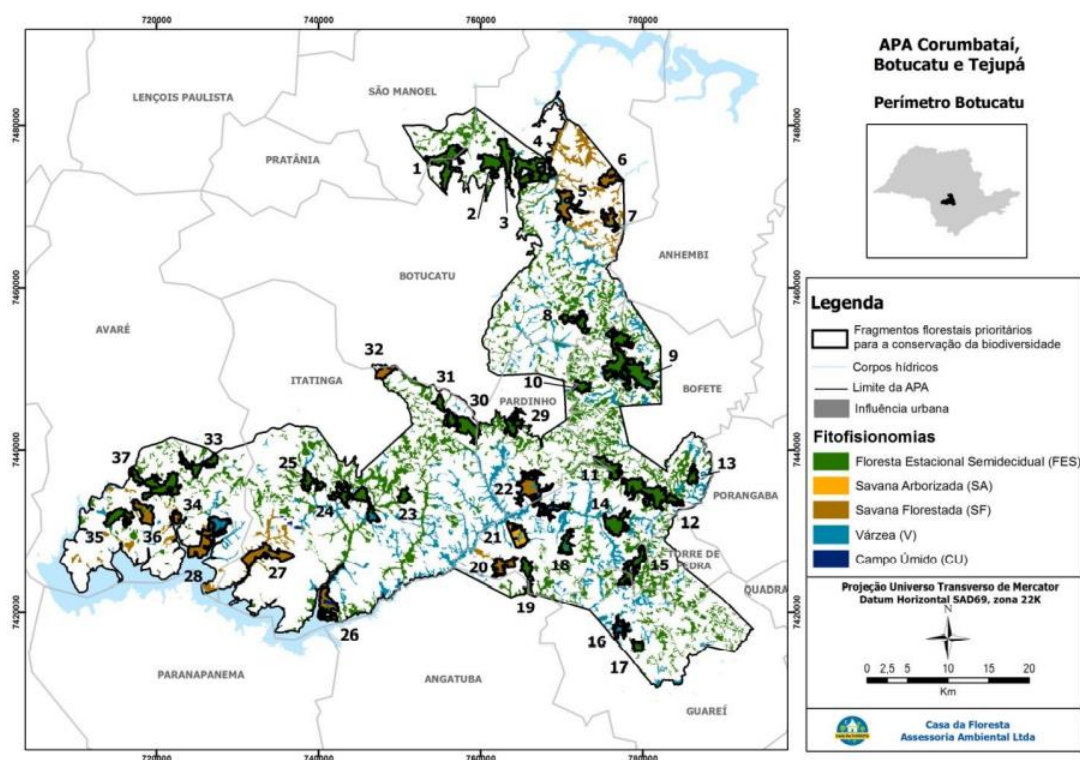


Fonte: São Paulo (2011).

A APA Botucatu está localizada no extremo nordeste da bacia do Paraná, na transição entre as províncias geomorfológicas da Depressão Periférica (incluindo as regiões do Médio Tietê e do Paranapanema), as Cuestas Basálticas e o Planalto Ocidental. Ocorrem na APA de Botucatu principalmente Latossolos e Argissolos, mas também Nitossolos e Neossolos.

Devido ao avanço da agricultura, pecuária e áreas urbanas, a vegetação nativa foi limitada a pequenos fragmentos, presentes principalmente nas fachadas das Cuestas, Morros Testemunhos e em alguns rios ou quando profundas em terrenos acidentados. Foram nestas condições fitogeográficas que o estudo se concentrou na busca por populações de juçara. Na figura 12 pode-se visualizar a distribuição das diferentes fitofisionomias na APA.

Figura 11 – Mapa dos fragmentos florestais na área de abrangência da APA



Fonte: São Paulo (2011).

O fragmento com população de juçara que se encontra fora da APA, por sua vez, está localizado no município de Dois Córregos (SP), a 80 km de Botucatu (SP), em uma latitude 22°21'58" sul e a uma longitude 48°22'49" oeste, estando a uma altitude de 673 metros. Apresenta características fitogeográficas semelhantes

às da APA e de acordo com a classificação de Köppen o clima é Cwa (clima subtropical úmido).

3.2 Delineamento experimental

Para cada fragmento foram realizados três planos de voo com alturas distintas (80, 100 e 120 m) que foram considerados os tratamentos da pesquisa para cada população inventariada. Essas alturas foram selecionadas pois atendem a legislação vigente (ANAC, 2022) e podem ser comparadas com outros trabalhos que utilizaram as mesmas alturas para identificar palmeiras em florestas naturais tropicais (Figueiredo, 2018). Como unidade amostral, foi efetuado o levantamento de imagens aéreas de sete fragmentos de Florestas Estacionais Semidecíduais da Mata Atlântica com populações de *Euterpe edulis*.

Os dois primeiros fragmentos foram locais onde sabia-se previamente da existência de tais populações. Pois, em um fragmento foi encontrada uma população anteriormente de forma convencional (através de uma expedição dentro da floresta feita pelo autor) e o outro fragmento foi indicação da CDRS (Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável) regional, sendo estas duas primeiras populações em Dois Córregos (fragmento 2) e Bofete (fragmento 1).

Estes dois primeiros fragmentos cumpriram função de pontos iniciais para coletarmos indicações dos próximos alvos, seguindo a metodologia etnobotânica proposta por BAILEY (1994) denominada de “Snowball” ou “bola-de-neve”, onde o proprietário rural da área levantada direciona o próximo local a ser levantado na pesquisa através de seu conhecimento local.

3.3 Planejamento de voo

Na Figura 12, visualizamos a ARP que foi utilizada para este estudo. O nome deste modelo é Phantom 4 Advanced, modelo de asa rotativa multirrotor da marca DJI, que caracteriza este modelo como um drone profissional de nível básico, com motor elétrico de autonomia máxima de voo de 30 minutos, que tem acoplado uma câmera RGB de 20 Mp, com sistema GNSS integrado e que pesa 1368 g. Portanto,

é uma ARP de Classe III. Para equipamentos da Classe III, a norma determina que os equipamentos que operarem em até 400 pés (120 m) não precisam de projeto autorizado, devendo apenas serem cadastrados pela ANAC.

Figura 12 – Aeronave Remotamente Pilotada Phantom 4 Advanced



Foto: Rafael Alberto Ciraqui – 2021

Para o planejamento do voo, foram definidos todos os parâmetros envolvidos no aerolevantamento. Fazia-se um reconhecimento das características da área, limites e perímetro, horário para realização do voo, localização de decolagem e pouso.

Para cada fragmento, era feita uma expedição *in loco* para confirmação da presença de população de *Euterpe edulis*. Então, onde se confirmavam a presença destas populações, foram realizados três planos de voo com alturas diferentes, sendo 80, 100 e 120 metros. Foi realizado um plano de voo que englobe uma borda para além da área de efetivo interesse, buscando evitar as distorções das bordas do mosaico, visto que as imagens periféricas possuem menor sobreposição entre elas.

Todos os planos foram configurados no software DroneDeploy, com sobreposição de fotos lateral de 60% e frontal de 70%, com mesma velocidade de deslocamento, direção de voo e ponto de saída. Dessa forma, diferenciou-se entre os planos somente o fator altura de voo. Nas Figura 13 e 14, é possível visualizar a interface do DroneDeploy configurado para voo no fragmento 3 em suas configurações básicas e avançadas, respectivamente.

Figura 13 – Plano de voo na interface do software DroneDeploy (configurações básicas)



Figura 14 - Plano de voo na interface do software DroneDeploy (configurações avançadas)



Após planejamento de voo, foi realizada a execução do voo de forma semiautônoma pelo próprio software para celular do DroneDeploy. Nesta etapa, adotou-se procedimentos técnicos e de segurança, conforme manual de uso do modelo utilizado e indicações técnicas da ANAC, antes de iniciar o voo. Também foram verificadas as condições meteorológicas para que não houvessem acidentes. Foi utilizado o software *UAV forecast*, que analisa possibilidade de chuva, velocidade e direção do vento, rajadas de vento, entre outros fatores climáticos e, ao final da análise, indica se é um momento seguro para voo naquele momento e local. Durante o voo, a câmera foi disposta em ângulo de 90° e o sistema de posicionamento do GNSS da RPA foi configurado em datum WGS84. Após finalização do voo, era anotado o tempo total do aerolevanteamento da área para posteriormente ser calculado o tempo de voo por hectare.

3.5 Processamento das imagens

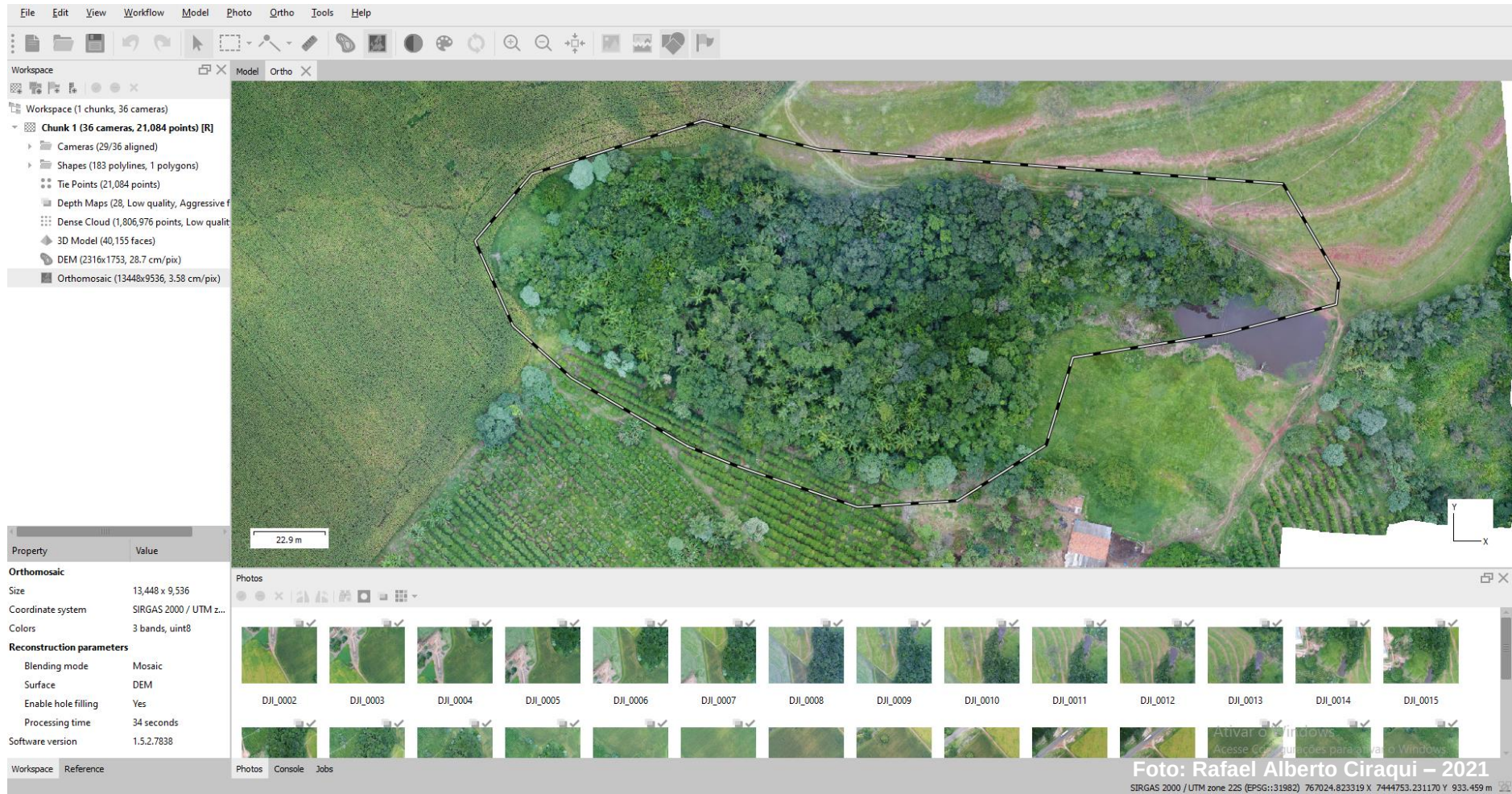
O geoprocessamento dos dados, por sua vez, foi realizado no Departamento de Produção Vegetal e Horticultura, na Fazenda Experimental Lageado. Esta área é pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas, Campus de Botucatu - UNESP.

Grande parte dos softwares de processamento de imagens aéreas são bastante automatizados e exigem pouca interação com o operador. Porém, é importante ter compreensão dos procedimentos de fotogrametria envolvidos no processamento e evitar possíveis erros na geração dos produtos finais (PRUDKIN & BREUNIG, 2019). Neste estudo, as imagens foram processadas no software Agisoft Metashape nas seguintes etapas:

- Alinhamento das fotos com o item rigor no máximo (accuracy - highest);
- Construção da nuvem de pontos com a qualidade baixa (quality - low) e filtro de profundidade agressivo (depth filtering - aggressive);
- Construção da malha, no item “build mesh”, o número de faces também foi colocado em “low”;
- Construção do modelo de elevação digital, no item “build DEM”, configurou-se para o Sistema de Coordenadas SIRGAS 2000 / UTM zone 22S (EPSG: 31982) e utilizou-se como base a nuvem de pontos (Dense Cloud) favorecendo uma boa construção do Modelo Digital de Elevação (DEM);

- Por fim, gerou-se através do geoprocessamento um ortomosaico (item “build ortomosaic”), fazendo a projeção deste através do DEM e das coordenadas geográficas já processadas. Para visualização, na figura 15 apresenta-se o layout do software Agisoft Metashape com o ortomosaico pronto do fragmento 3.

Figura 15 – Interface do software Agisoft Metashape com ortomosaico gerado



Um dos grandes problemas do processamento digital de imagens aéreas neste tipo de software é quando ocorre a falha no alinhamento, pois pode causar distorções e deformações no ortomosaico que inviabilizam a identificação de indivíduos arbóreos, bem como sua quantificação precisa na área distorcida.

Tal fenômeno também é conhecido como “rolling shutter effect”, que acontece quando a relação da posição da câmera sobre a superfície que será mapeada foi alterada por causa do deslocamento da ARP, gerando uma imagem distorcida (FIGUEIREDO & FIGUEIREDO, 2018).

As falhas de alinhamento também causam tais distorções e foram quantificadas pelo algoritmo do software Agisoft Metashape. Na etapa de “pós-processamento” foram vetorizadas todas as áreas distorcidas de cada mapa e posteriormente foi medida sua área com as ferramentas do AutoCAD Raster Design. Com a área total distorcida do mapa e área total de floresta mapeada, foi possível trabalhar com porcentagem de área mapeada com distorção.

Portanto, este foi um dos fatores considerados para qualificar os aerolevantamentos de cada altura. A Figura 16 exemplifica este efeito no ortomosaico do fragmento 2.

Figura 16 – Vetorização de distorção/deformação no ortomosaico



Desta forma, a única variável entre os planos de voos foi a altura de voo. Permitindo análise crítica sobre qual a altura é mais eficiente para este tipo de inventário florestal utilizando RPAs. É válido destacar a importância da altura de voo, uma vez que, principalmente abaixo de 120 m, quanto mais baixa (menor distância entre o drone e a superfície mapeada), menor o GSD (quanto um pixel da imagem aérea irá representar da superfície mapeada), maior a resolução das imagens obtidas e maior a tendência de ocorrer o efeito rolling shutter em inventário de florestas nativas (FIGUEIREDO & FIGUEIREDO, 2018). O GSD esperado era calculado pelo algoritmo do DroneDeploy e o GSD efetivo do ortomosaico foi medido manualmente no aplicativo Agisoft Metashape.

3.6 Fotointerpretação dos ortomosaicos

Exportou-se os ortomosaicos gerados para o software AutoCAD Raster Design 2020, onde realizou-se o processo de contagem dos indivíduos emergentes de *Euterpe edulis* por vetorização realizada manualmente. Os ortomosaicos foram introduzidos ao software utilizando as ferramentas de inserção “Raster tools”, que insere o ortomosaico de forma georreferenciada, nas coordenadas corretas e em escala de uma unidade de medida do programa para um metro.

Primeiramente, foram vetorizadas as áreas dos fragmentos para medição da área florestal em metros quadrados. Após esta etapa, ao vetorizar os indivíduos, utilizava-se o comando “properties” do software para que esse fizesse a contagem de vetores e calculasse a quantidade de indivíduos identificados em determinado mapa, com estes dados determinou-se a densidade populacional. Na figura 17, pode-se visualizar a vetorização de indivíduos de juçara no fragmento 2.

Figura 17 – Vetorização dos indivíduos de *Euterpe edulis* no ortomosaico



Foto: Rafael Alberto Ciraqui – 2021

3.7 Valor potencial de exploração sustentável (VPES)

O VPES é uma ferramenta de classificação e score baseado principalmente em parâmetros ecológicos. A pontuação final desse método pode indicar se as populações inventariadas estão vulneráveis ecologicamente ou aptas para exploração comercial sustentável, por exemplo. Ronchi (2017) considerou que um VPES superior ou igual a 10 indica que a população possui alto potencial para uso da população e geração de renda por meio da exploração sustentável. Para a composição da tabela do valor potencial de exploração sustentável (VPES), espécies que possuíam usos tanto medicinais quanto alimentícios, assim como a *Euterpe edulis*, que apresentavam densidade populacional média igual ou acima de 5 indivíduos/hectare, foram consideradas aptas para estimativa de VPES (RONCHI, 2017).

As informações obtidas da densidade de cada população mapeada, foram organizadas para facilitar o cálculo do VPES, como proposto por Ubessi-Macarini; Negrelle; Souza (2011), que possuem o princípio de que o extrativismo sustentável deve conservar a biodiversidade regional, bem como gerar produtos para subsistência e renda.

Para calcular o VPES das populações de *Euterpe edulis* para produção de frutos, os seguintes parâmetros foram considerados:

- Parte usada da planta;
- Densidade populacional;
- Índices de regeneração;
- Conhecimento ecológico.

A cada parâmetro foram designados valores normalizados (0, 1 e 2). A falta de informações recebeu o valor zero. A somatória desses valores resultou nos VPES.

Para estimar a quantia total para o cálculo do VPES, foram levados em consideração os seguintes fatores:

A) Parte usada da planta:

- 0 = ausência de informação;
- 0 = alto nível de injúria ou que provoca a morte (planta inteira, tronco, casca, nó ou raiz);
- 1 = médio nível de injúria (flores, frutos, brotos, ramos ou sementes);
- 2 = nenhum nível de injúria ou mínimo (exsudados, resina, látex, seiva, goma, folhas).

B) Densidade de árvores ou abundância:

- 0 = ausência de informação;
- 0 = baixa (≤ 5 indivíduos. ha^{-1});
- 1 = média (6 a 15 indivíduos. ha^{-1});
- 2 = alta (> 15 indivíduos. ha^{-1}).

C) Taxa de produção de sementes:

- 0 = ausência de informação;
- 0 = baixa ou irregular produção de sementes;
- 1 = moderada produção de sementes;
- 1 = pouca informação;
- 2 = alta produção de sementes.

D) Taxa de crescimento:

- 0 = ausência de informação;
- 0 = crescimento natural lento;
- 1 = crescimento natural moderado;
- 2 = crescimento natural rápido.

E) Conhecimento ecológico geral:

- 0 = ausência de informação;
- 0 = pouca informação disponível;
- 1 = alguma informação disponível;
- 2 = alto, incluindo informações sobre dinâmica populacional e biologia da reprodução.

F) Processamento:

- 0 = ausência de informação;
- 0 = processamento dependente de equipamentos de alto custo;
- 1 = processamento dependente de equipamento de baixo custo;
- 2 = consumo in natura.

G) Injúria/toxicidade para humanos, durante a coleta, manuseio ou consumo, dentre outros:

- 0 = ausência de informação;
- 0 = injúria/ toxicidade severa ou não controlável;
- 1 = injúria/ toxicidade mediana ou controlável;
- 2 = nada consta, ou reconhecidamente sem injúria.

3.8 Análise dos dados

Os dados foram tabelados no software Excel e posteriormente submetidos a uma análise estatística multivariada para obtenção de indicadores que permitissem um julgamento com maior qualificação das diferentes alturas de voo e, consequentemente, seleção da melhor altura de voo para inventariar indivíduos emergentes de populações de *Eutерpe edulis* com intuito de estimar o Valor Potencial de Exploração Sustentável. Para isso, foi utilizado o software MetaboAnalyst 4.0 e os produtos analíticos obtidos foram: Biplot PC1XPC2, dendograma hierárquico com agrupamento das amostras (Análise de Cluster) e Gráfico de Correlação de Pearson. Quanto aos dados de VPES, estes foram submetidos à estatística não paramétrica (descritiva).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quadro 01 são apresentados os resultados que embasaram a discussão abaixo e que foram obtidos para avaliação das alturas de voo através do método de processamento digital de imagens e fotointerpretação com vetorização manual descrito anteriormente.

Quadro 01: resultados obtidos para cada tratamento após processamento e fotointerpretação dos ortomosaicos gerados.

	Local	Área total de voo (hectares)	Área de floresta mapeada (hectares)	Tempo total de voo (minutos)	Tempo de voo por hectare (minutos)	Ortofotos totais	Ortofotos com falha no processo de alinhamento	Área total com deformações no mapa (m²)	Porcentagem da área com deformações (%)	GSD previsto no Drone Deploy (cm/pixel)	GSD real (cm/pixel)	Indivíduos de <i>Euterpe edulis</i> identificados no mapa	Densidade populacional de indivíduos emergentes (por hectare)
Altura 1 (80m)	Fragmento 1	11,6	5,68	13:30	01:09	179	0	1005	0,86	2,4	3,18	400	70
Altura 1 (80m)	Fragmento 2	8	5,97	06:12	00:46	78	32	3679	4,59	2,4	2,18	859	143
Altura 1 (80m)	Fragmento 3	2	1,475	03:16	01:38	24	3	339	1,69	2,4	2,55	205	138
Altura 1 (80m)	Fragmento 4	6	3,2	06:14	01:02	51	0	906	1,51	2,4	3,15	312	97
Altura 1 (80m)	Fragmento 5	4	2	04:16	01:04	35	1	302	0,76	2,4	2,52	155	77
Altura 1 (80m)	Fragmento 6	10	5,3	08:50	00:53	101	0	988	0,99	2,4	3,06	234	44
Altura 1 (80m)	Fragmento 7	3	2,65	03:30	01:10	65	5	2647	8,82	2,4	2,12	349	131
Altura 2 (100m)	Fragmento 1	11,6	5,68	08:40	00:44	101	0	915	0,79	3	3,68	407	71
Altura 2 (100m)	Fragmento 2	8	5,97	05:01	00:37	51	11	1053	1,32	3	2,72	826	138
Altura 2 (100m)	Fragmento 3	2	1,475	03:06	01:33	16	3	255	1,28	3	3,06	207	140
Altura 2 (100m)	Fragmento 4	6	3,2	04:43	00:47	27	0	652	1,09	3	3,7	313	97
Altura 2 (100m)	Fragmento 5	4	2	03:43	00:55	22	0	210	0,53	3	2,99	144	72

Altura 2 (100m)	Fragmento 6	10	5,3	06:34	00:39	59	0	773	0,77	3	3,56	230	43
Altura 2 (100m)	Fragmento 7	3	2,65	03:17	01:05	44	2	569	1,90	3	2,67	369	139
Altura 3 (120m)	Fragmento 1	11,6	5,68	07:40	00:39	71	0	1216	1,05	3,6	4,2	407	71
Altura 3 (120m)	Fragmento 2	8	5,97	04:30	00:33	35	0	716	0,90	3,6	3,36	868	145
Altura 3 (120m)	Fragmento 3	2	1,475	03:37	01:48	16	0	192	0,96	3,6	3,57	208	141
Altura 3 (120m)	Fragmento 4	6	3,2	04:25	00:44	27	0	564	0,94	3,6	2,75	326	101
Altura 3 (120m)	Fragmento 5	4	2	03:48	00:57	16	0	49	0,12	3,6	3,89	146	73
Altura 3 (120m)	Fragmento 6	10	5,3	05:55	00:35	45	0	2335	2,34	3,6	4,08	237	44
Altura 3 (120m)	Fragmento 7	3	2,65	02:57	00:59	27	1	564	1,88	3,6	3,15	373	140

O tempo de voo seguiu tendência de ser maior quando se diminuía o GSD, ou seja, seguiu a tendência de menor eficiência operacional com menor altura de voo. Com exceção dos tempos de voos 2 e 3 no fragmento 3, que é o menor fragmento do estudo. Isso ocorreu devido ao fato de que a ARP levou mais tempo para chegar na altura de voo 3 (120 m) do que na altura de voo 2 (100 m) e também mais tempo para pousar. Sendo assim, constatou-se que para áreas muito pequenas ou pelo menos menores que 2 hectares, voar a 120 metros pode ser operacionalmente menos eficiente do que voar a 100 metros porque o tempo de levantamento e pouso da aeronave acaba impactando muito no tempo total de operação de voo.

O tempo de processamento por unidade de área mapeada é inversamente proporcional à altura de voo, ou seja, quanto menor altura de voo, maior número de imagens por área sobrevoada, maior esforço do hardware para o processamento das imagens, maior tempo de processamento. Consequentemente, quando se eleva a altura de voo, aumenta o valor obtido no GSD e aumenta a velocidade de processamento por hectare.

Segundo Figueiredo (2018), se o interesse for o inventário de florestas nativas, deve-se planejar obter ortofotos com GSD entre 3 cm e 5 cm. A altura de voo que mais apresentou GSDs insatisfatórios e falhas de alinhamento no processamento das imagens foi a altura 1 (80 m), seguida da altura 2 (100 m) e altura 3 (120 m).

Figueiredo, Figueiredo e Oliveira (2018), quando realizaram inventário florestal de palmáceas na Amazônia com ARP, concluíram que tal equipamento, de classe III, consiste em uma ferramenta confiável para o inventário florestal de nativas para palmáceas, pois com GSD de 5,19 cm obteve erro de contagem inferior a 0,5 árvore por hectare. O número de ortofotos totais para cada voo também é um parâmetro importante para avaliar a eficiência do voo, uma vez que devido ao tamanho dos arquivos das imagens, um dos possíveis problemas que pode ocorrer em campo é a falta de espaço de armazenamento do cartão de memória presente na ARP.

Já para o caso de área total com deformações no mapa foi maior para altura 1 (80 m), seguida da altura 3 (120 m) e altura 2 (100 m). Apesar disso, o levantamento e soma de todos os indivíduos de *Euterpe edulis* identificados nos fragmentos de floresta estacional semidecidual com ARP neste estudo resultou num total de 2565, 2496 e 2514 indivíduos para as alturas de voo em 120, 100 e 80 metros, respectivamente. Este resultado indicou que na altura de voo de 120 m foi possível identificar um maior número de indivíduos, mostrando que esta altura de voo, apesar

de ter menor resolução e maior área com deformações do que a altura 2 (100 m), foi menos sensível aos problemas que impediam a identificação dos indivíduos, o que pode explicar isso é que as deformações no ortomosaico e falhas de alinhamento no processamento das imagens ocorreram nas bordas de segurança dos ortomosaicos, não afetando análises na cobertura florestal dos mapas.

Somente a título de estimativas de produção, considerando o menor número de indivíduos identificados (2496) e submetendo-o em uma fórmula matemática para estimar produtividade de frutos de juçara de ocorrência natural pela densidade da população proposta por Paludo, Silva e Reis (2012), temos uma produção de 4536 e 1684 infrutescências maduras por ano de alta e baixa produtividade, respectivamente. Ou seja, quantificando somente as populações dos fragmentos analisados no estudo, a região possui uma produção de 3110 infrutescências maduras de *Euterpe edulis* por ano. Sendo assim, sabendo que as infrutescências têm no mínimo 3 kg de frutos (REITZ et al, 1983; HENDERSON; GALEANO; BERNAL, 1995), os fragmentos da região estudada possuem produção mínima de 9,33 toneladas de frutos por ano, o que poderia gerar anualmente 2,33 toneladas de polpa tipo A de juçara (BEZERRA, 2007) e aproximadamente 2 milhões de sementes beneficiadas, considerando a coleta de apenas 50% dos cachos oriundos somente dos indivíduos identificados pela metodologia aplicada neste estudo.

A densidade média de indivíduos emergentes em todas as populações inventariadas foi de aproximadamente 98 indivíduos por hectare, considerando o total de 2496 indivíduos vetorizados e 25,275 hectares mapeados. Paludo, Silva e Reis (2012), inventariando uma população de juçara, encontraram em 24 parcelas densidades que variavam entre 69 e 338 indivíduos, o que indica que a distribuição de indivíduos de *Euterpe edulis* não é uniforme em populações naturais.

É válido destacar que estes números não representam o número total de indivíduos presentes nos fragmentos, uma vez que alguns indivíduos podem estar recobertos por outras copas. Além disso, pela distribuição populacional em J-invertido e pelo fato de que estamos contabilizando apenas os indivíduos mais desenvolvidos dessas populações, estes números acima, consequentemente, estão subestimando a produtividade real dos fragmentos. Uma prática de manejo que pode ser indicada para aumentar ainda mais a produtividade das populações é a seleção positiva, fazendo a retirada dos indivíduos menos produtivos em frutos e enriquecimento com os genótipos mais produtivos. A vantagem que a juçara tem em

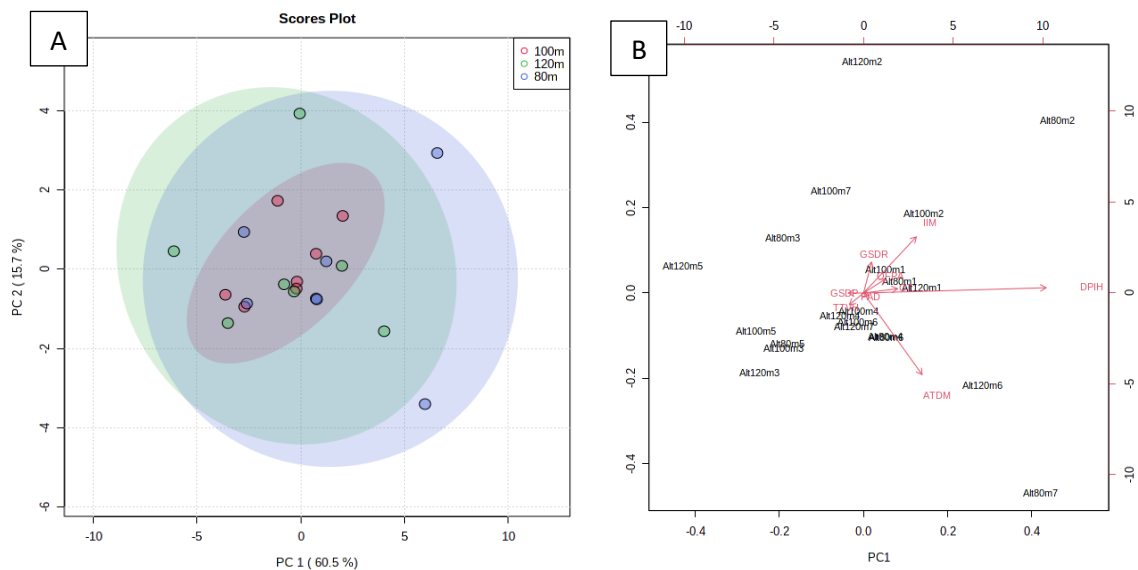
relação ao desbaste, quando comparada com outras frutíferas, é que sua retirada ainda gera um produto de alto valor agregado, o palmito.

O levantamento dos indivíduos de juçara com ARP foi possível pelo fato de ser uma espécie que apresenta ocupação do estrato emergente da floresta por seus indivíduos adultos, por apresentar copa distinta das outras palmeiras presentes no local, principalmente no que diz respeito à filotaxia e coloração das folhas, e pela experiência e conhecimento botânico e ecológico do autor sobre a espécie, facilitando assim sua identificação.

A base científica é importante para trazer maior segurança e informações precisas para quem buscar trabalhar com a *Euterpe edulis*, pois é notória sua importância para projetos comprometidos com o desenvolvimento sustentável que buscam conciliar a produção com a conservação e valorização dos ecossistemas naturais, principalmente nas regiões onde esta ocorre naturalmente. Por fim, estudos dessa natureza acabam sendo uma forma de valorizarmos uma de nossas riquezas genéticas e preservarmos os recursos naturais que estão cada vez mais escassos e preciosos no mundo.

Os dados gráficos da análise multivariada relacionam os dados de cada mapa gerado com as diferentes alturas de voo (Figuras 18, 19 e 20). A Figura 18 (A) apresenta a análise multivariada dos componentes principais (PCA) das alturas de voos utilizadas para estimativa de indivíduos emergentes de *Euterpe edulis* em fragmentos de floresta estacional semidecidual e, por meio de duas componentes, explica-se 76,2% da variação dos dados, demonstrando a seguridade dessa multivariada. Percebe-se que não houve agrupamento suficientemente dissimilar entre os tratamentos. Entretanto, analisando a homogeneidade dos tratamentos, entende-se que o voo 2 (100m de altura) apresenta dados menos dispersos. No entanto, a Figura 18 (B) mostra que a dispersão dos dados pode ser em função de fatores ecológicos e fitogeográficos e não por influência da altura de voo.

Figura 18 – Gráfico de análise multivariada dos componentes principais (ACP). Gráfico de score das duas primeiras componentes principais de alturas de voos com ARP relacionadas com os dados obtidos por fotointerpretação dos mapas (A). Gráfico biplot das duas primeiras componentes principais de alturas de voos com ARP relacionadas com os dados obtidos por fotointerpretação dos mapas (B). FCA/UNESP, Botucatu – SP, 2022



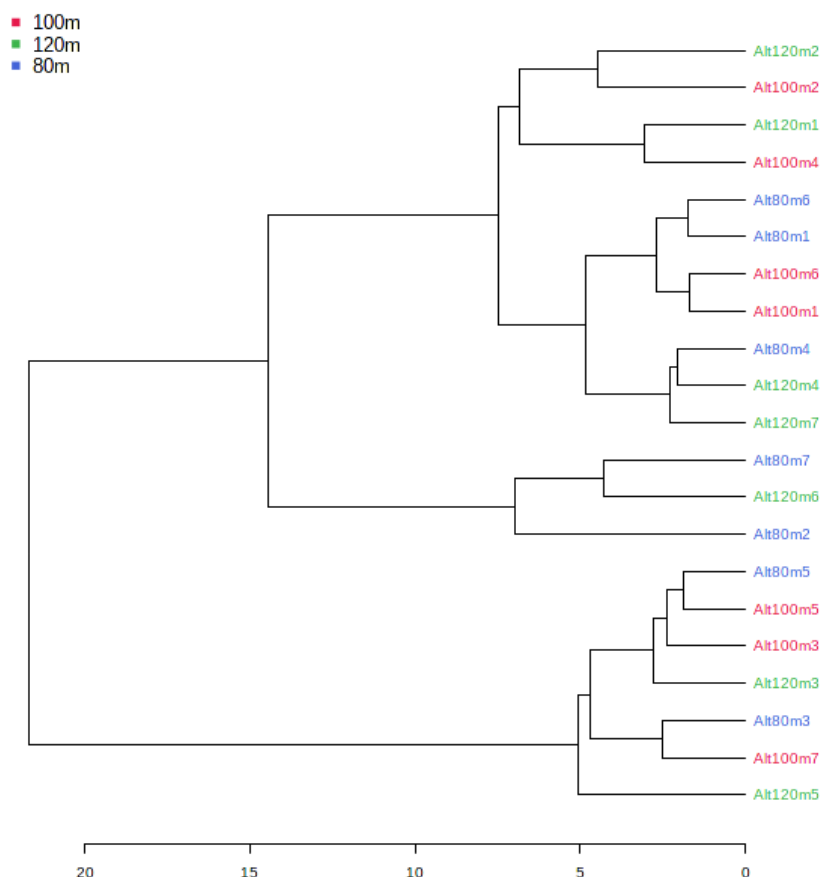
A Figura 18 (B) também apresenta correlação forte positiva entre os dados gerados e os fragmentos, evidenciando que os fatores ecológicos e fitogeográficos de cada área foram mais relevantes para diferenciação dos dados do que a altura de voo, o que também justifica a falta de agrupamentos homogêneos dispersos entre os dados para cada altura de voo. Entretanto, podemos observar que a altura 2 (100 m) no fragmento 2 acaba tendendo a maior número de indivíduos identificados, bem como a altura 2 (100 m) no fragmento 1 tendendo ao maior GSDR. É possível observar maior área total com deformação no mapa no fragmento 7 para a altura 1 (80 m).

A análise de Cluster é um processo de partição de uma população heterogênea em vários subgrupos mais homogêneos. No agrupamento, não há classes pré definidas, os elementos são agrupados de acordo com a semelhança, o que a diferencia da tarefa de classificação. Ou seja, essa análise busca agrupar elementos de dados, baseando-se na similaridade entre eles. Os grupos são determinados de forma a obter-se homogeneidade dentro dos grupos e heterogeneidade entre eles. A

Figura 19 apresenta o agrupamento dos elementos de acordo com a semelhança entre eles, sendo possível observar a formação de dois grandes grupos.

Figura 19 - Dendograma das alturas de voo com ARP agrupadas baseando-se em semelhanças entre os dados obtidos por fotointerpretação dos mapas.

FCA/UNESP, Botucatu – SP, 2022



A primeira divisão entre grupos formada demonstra a dissimilaridade dos fragmentos estudados, especificamente dos fragmentos 1, 2, 4 e 6 em relação aos 3 e 5, sendo o fragmento 7 o único presente nos dois grupos. Novamente, considerando todos os fatores gerados e analisados nos mapas, as características das florestas e das populações de *Euterpe edulis* analisadas foram mais determinantes do que as alturas de voo, por isso, não se agrupam as alturas de voo com características homogêneas, mas sim em áreas. No entanto, com o propósito de analisar a altura de voo mais eficiente, se faz necessária uma abordagem de análise mais profunda nos parâmetros obtidos, com interpretação técnica e

Sendo assim, podemos inferir que quanto maior a altura de voo, maior foi a eficiência, pois o valor médio de tempo de voo por hectare das alturas 1 (80m), 2 (100m) e 3 (120m) foi de 1 minuto e 6 segundos, 54 segundos e 53 segundos, respectivamente, evidenciando a interferência da altura de voo no tempo de voo por hectare.

Relação inversamente proporcional também pode ser observada para ortofotos totais (OT) em relação a tempo total de voo por hectare (TTVH). Relações diretamente proporcionais e moderadas podem ser observadas para indivíduos identificados nos mapas (IIM) em relação a ortofotos totais (OT), indicando que as maiores áreas de floresta, foram aquelas que apresentaram populações de *Euterpe edulis* mais densas. Dessa forma, podemos inferir que o tamanho do fragmento florestal impacta diretamente na estrutura populacional desta espécie, não somente em relação a quantidade de indivíduos, mas também sua distribuição no espaço, destacando que o efeito de borda em fragmentos menores pode ser um fator determinante para um pior desenvolvimento da população.

Foi possível observar uma relação diretamente proporcional entre o Ground Sample Distance real (GSDR) em relação a indivíduos identificados nos mapas (IIM), o que significa que quanto menor foi o GSDR, maior foi a dificuldade para identificar indivíduos no mapa. Sabendo que a altura interfere diretamente no GSDR e que quanto maior foi a altura de voo, maior foi o GSDR em cada mapa, logo confirmamos novamente a tendência de maior facilidade para identificar os indivíduos emergentes de *Euterpe edulis* na altura 3 (120 m). Não foram encontrados estudos similares a este para discussão aprofundada dos dados que possibilitasse a comparação com outras alturas de voo ou outras classes de ARP para inventariar populações de *Euterpe edulis*. Dessa forma, fica evidente o caráter pioneiro desta pesquisa.

Quanto à determinação do valor potencial de exploração sustentável em função dos parâmetros analisados, pode-se inferir que a altura mais eficiente para calcular a densidade dos indivíduos emergentes de *Euterpe edulis* das populações inventariadas neste estudo foi a altura 3 (120 m). Os mapas oriundos do processamento das imagens deste tratamento, foram exportados do AutoCAD Raster Design e seguem abaixo (Figuras 21, 22, 23, 24, 25, 26 e 27), já com os indivíduos das populações vetorizados e com a área florestal delimitada. Entre os três padrões usuais de distribuição espacial dos indivíduos (aleatório, agregado e

regular), percebe-se por fotointerpretação dos mapas abaixo que os indivíduos emergentes identificados nas populações estudadas possuem distribuição espacial no padrão agregado. Este padrão se caracteriza basicamente por agrupamento de indivíduos e está diretamente relacionado à estratégia de dispersão de sementes e regeneração da juçara (MONTEIRO, 2017), que forma um banco de plântulas sempre próximos das matrizes.

Outro fator que impacta diretamente para que a população de indivíduos se distribua dessa forma é o próprio agrupamento dos recursos ecológicos necessários para o estabelecimento e desenvolvimento das populações da espécie, o que explica o agrupamento dessas populações em Áreas de Preservação Permanente, sempre próximas de cursos de água, recurso trivial para a *Euterpe edulis*. Para um bom plano de manejo sustentável, por vezes, o conhecimento do grau de agrupamento dos indivíduos pode ter relevância tão grande quanto saber a densidade da população e, neste caso, a ARP se mostrou uma ferramenta que pode ajudar neste tipo de análise de forma mais eficiente e assertiva. O padrão agregado de distribuição espacial, obtido por fotointerpretação dos mapas gerados neste estudo, também foi encontrado em fragmentos florestais de Santa Catarina, Minas Gerais e São Paulo, em outros estudos que inventariaram, floresta adentro, toda a população de *Euterpe edulis* e não somente os indivíduos emergentes (MONTEIRO, 2017; OLIVEIRA, 2014; FAVARO, 2012; e ANJOS, 1998).

Figura 21 – Mapa com ortomosaico do fragmento 1 com indivíduos de *Euterpe edulis* identificados em vetorização de cor vermelha e área do fragmento delimitada por vetor de cor verde

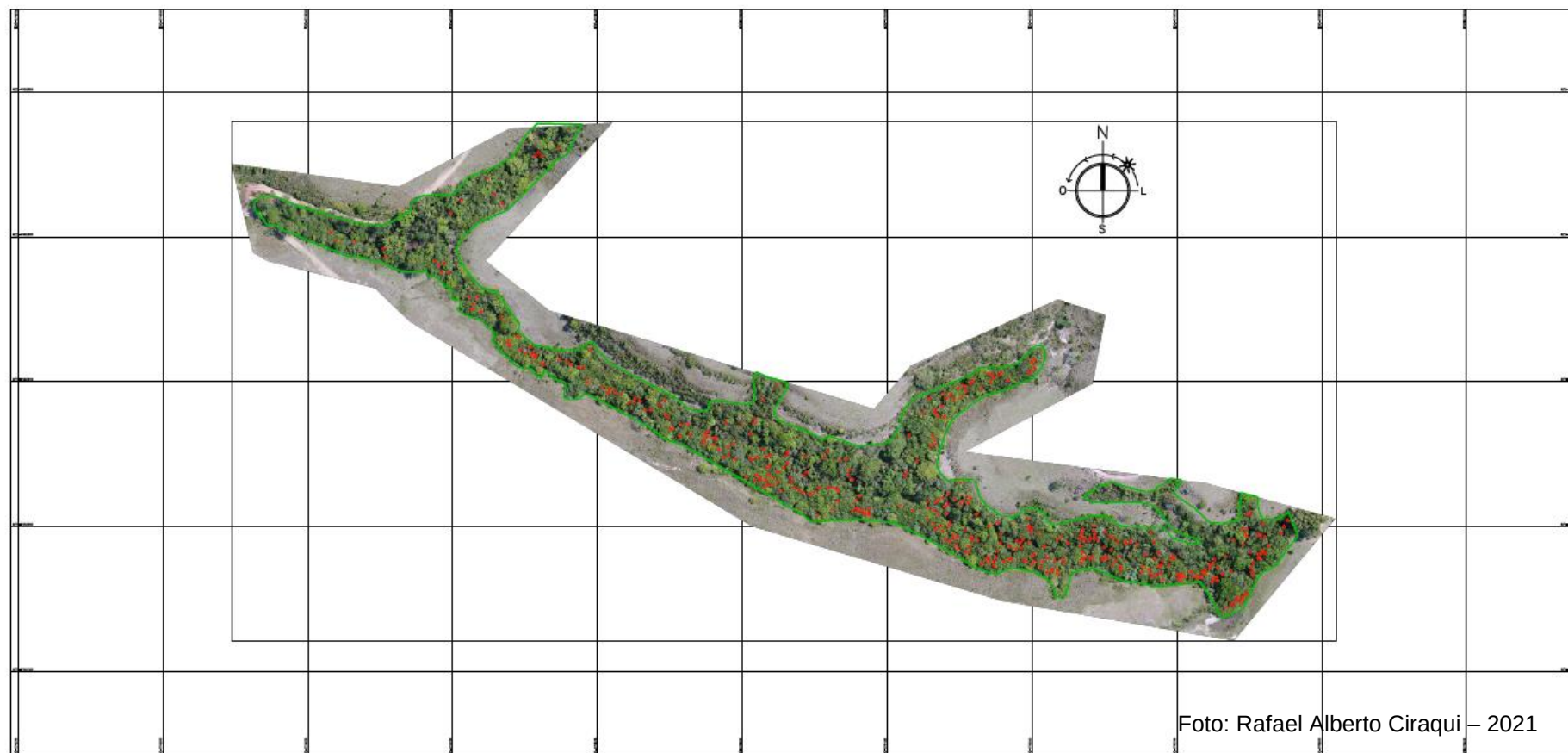


Figura 22 – Mapa com ortomosaico do fragmento 2 com indivíduos de *Euterpe edulis* identificados em vetorização de cor vermelha e área do fragmento delimitada por vetor de cor verde

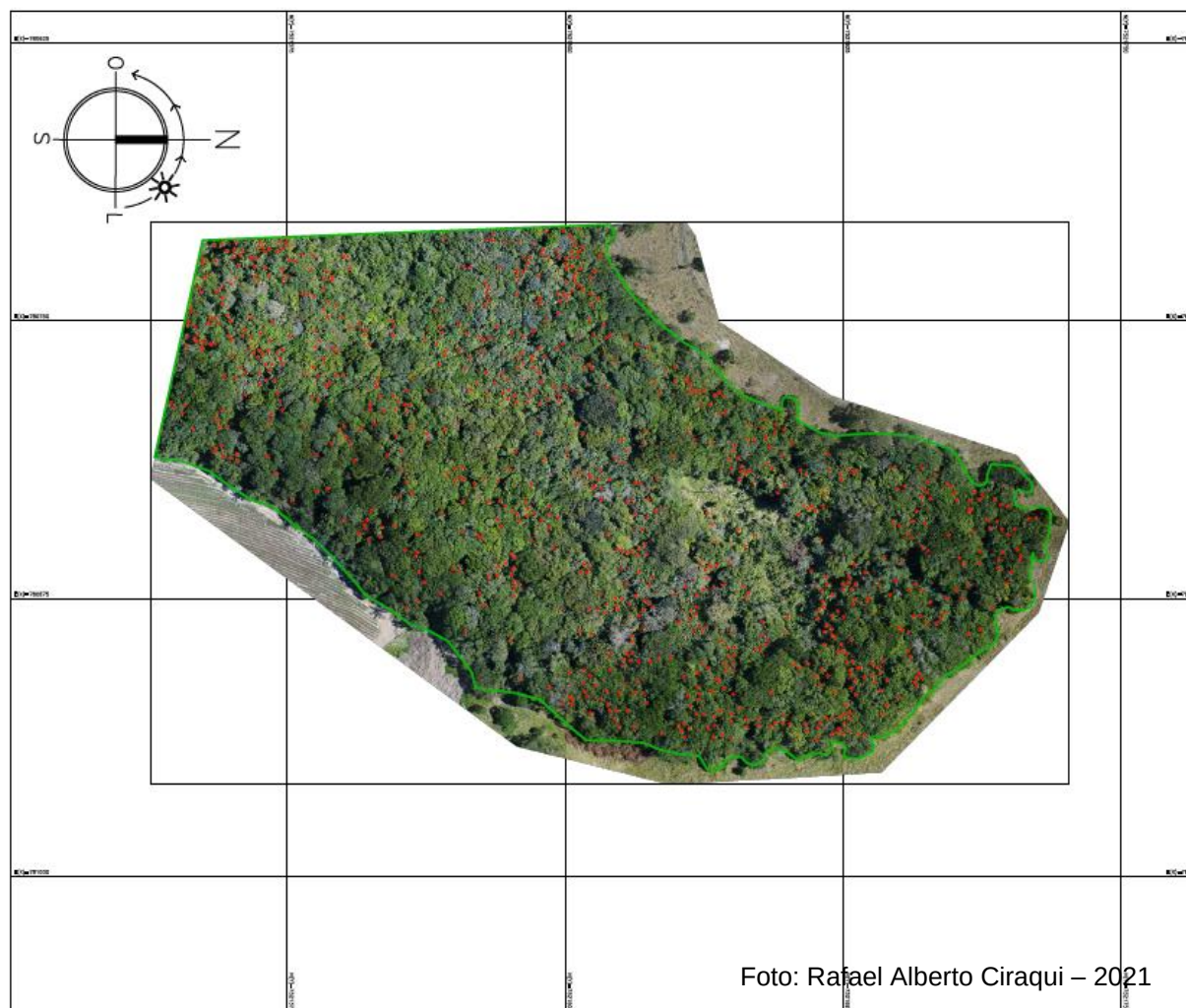


Figura 23 – Mapa com ortomosaico do fragmento 3 com indivíduos de *Euterpe edulis* identificados em vetorização de cor vermelha e área do fragmento delimitada por vetor de cor verde

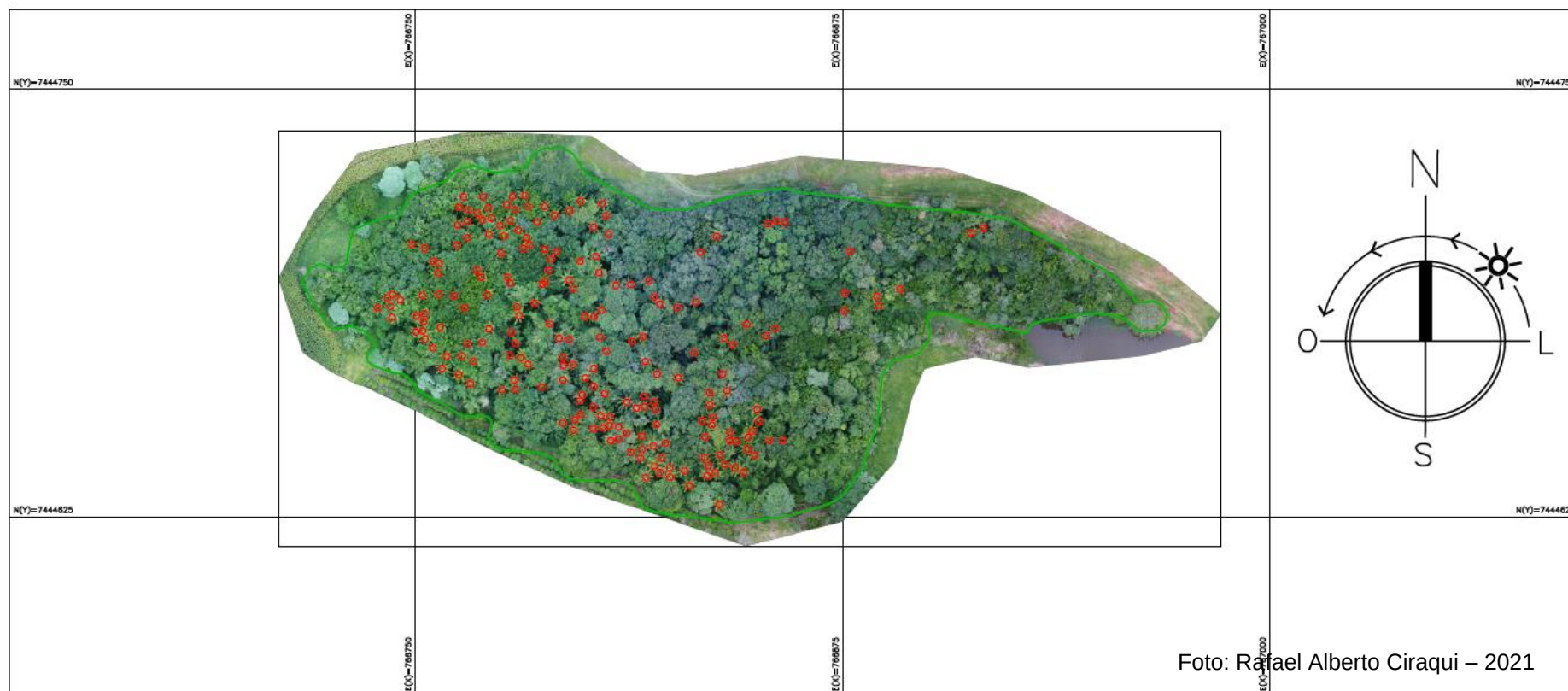


Figura 24 – Mapa com ortomosaico do fragmento 4 com indivíduos de *Euterpe edulis* identificados em vetorização de cor vermelha e área do fragmento delimitada por vetor de cor verde

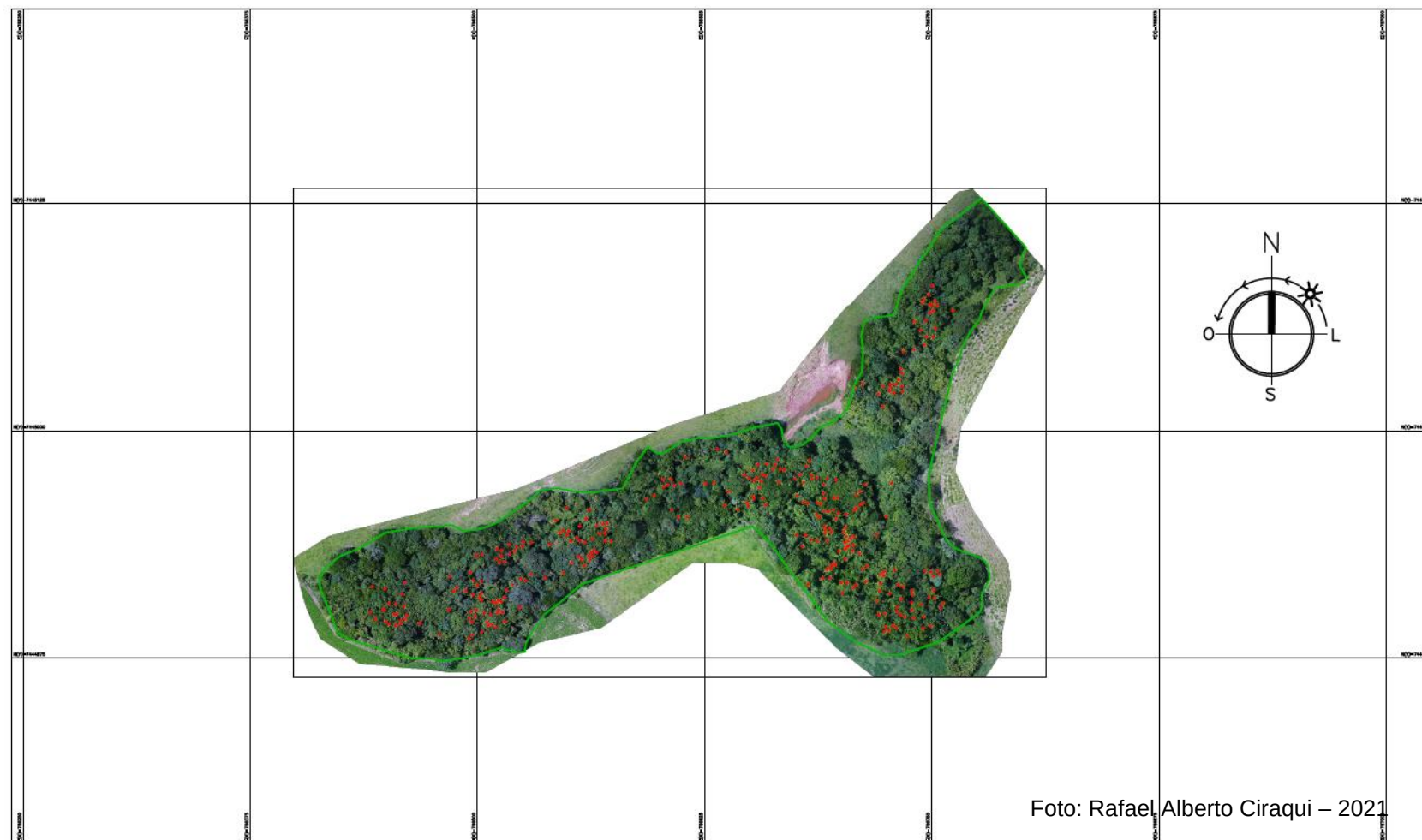


Figura 25 – Mapa com ortomosaico do fragmento 5 com indivíduos de *Euterpe edulis* identificados em vetorização de cor vermelha e área do fragmento delimitada por vetor de cor verde

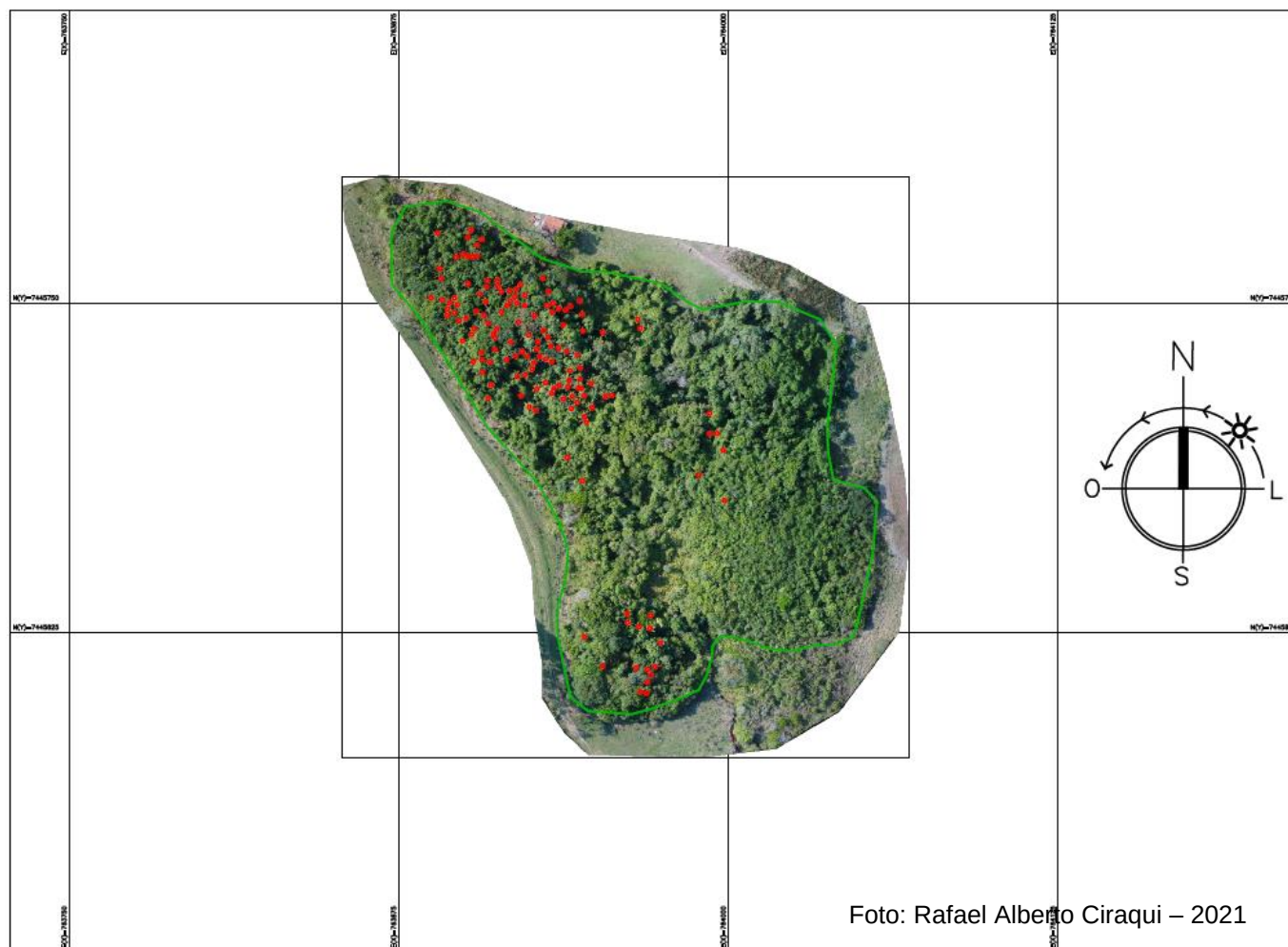


Figura 26 – Mapa com ortomosaico do fragmento 6 com indivíduos de *Euterpe edulis* identificados em vetorização de cor vermelha e área do fragmento delimitada por vetor de cor verde

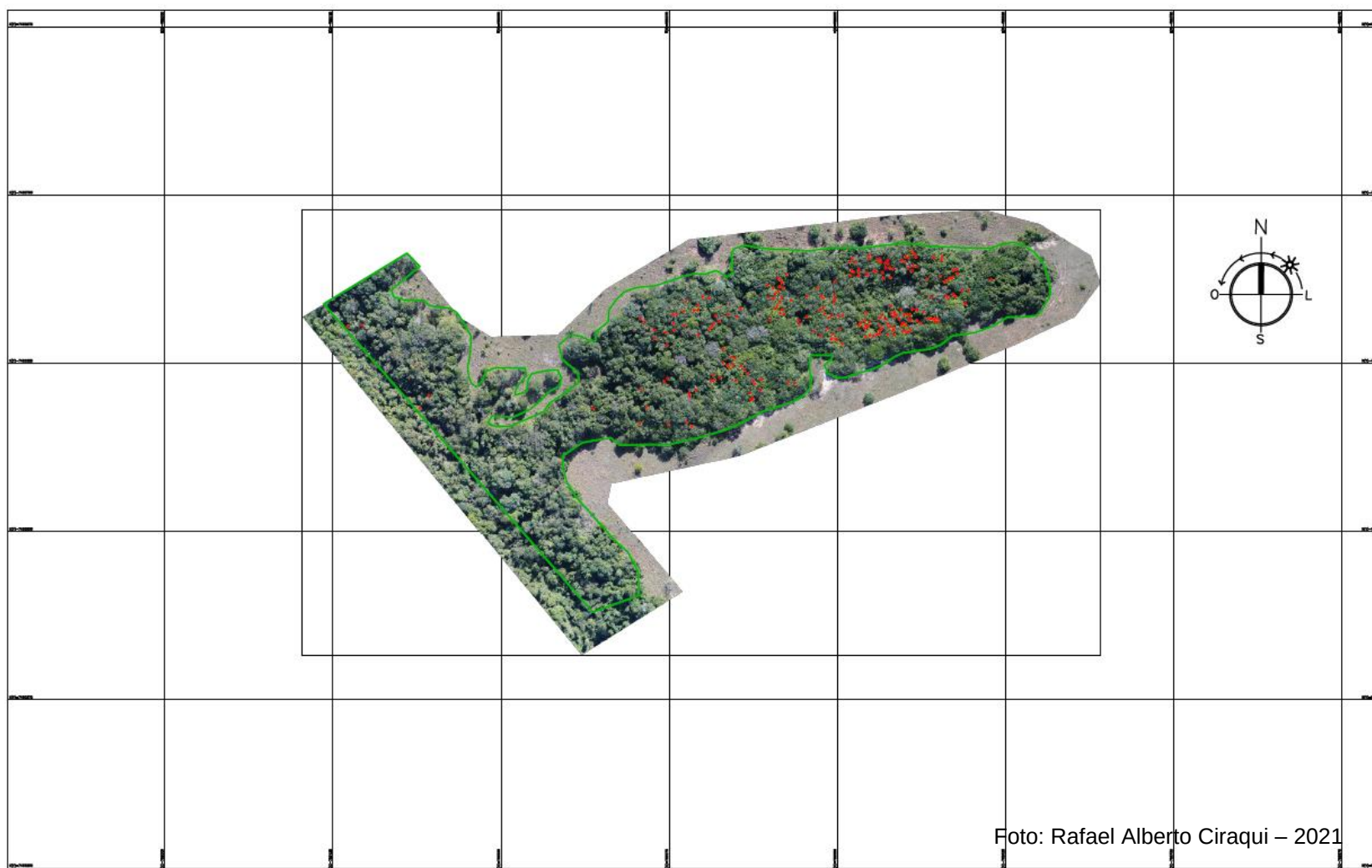
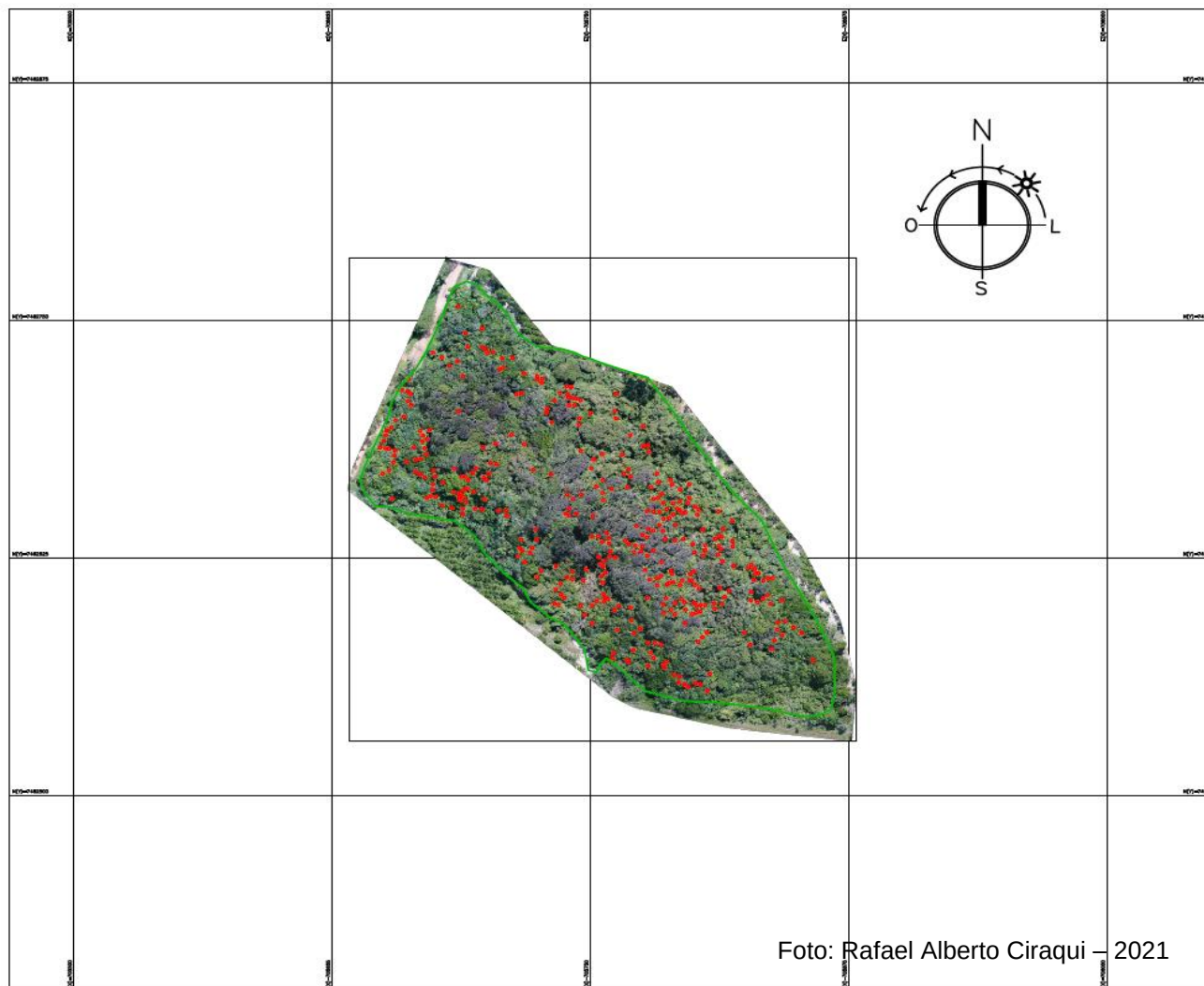


Figura 27 – Mapa com ortomosaico do fragmento 7 com indivíduos de *Euterpe edulis* identificados em vetorização de cor vermelha e área do fragmento delimitada por vetor de cor verde



Não houve ausência de informação para nenhum parâmetro. Quanto ao parâmetro de densidade das populações, esse apresentou alta confiabilidade mesmo frente à falta de conhecimento registrado em literatura para essas populações de *Euterpe edulis* nativas da APA. Ronchi (2017) cita que cerca de 64% das espécies de seu estudo não possuíam essa informação e registrou que o principal fator era a falta de estudos documentados. O VPES calculado com dados de densidade sem informações geradas pela metodologia com ARP (Quadro 02) ficou abaixo de 10 para todas populações, o que indicaria que não estão aptas para exploração comercial sustentável. Entretanto, quando colocado os dados gerados com a aeronave remotamente pilotada (Quadro 03), todas ficaram acima de 10, evidenciando que a metodologia aplicada não somente contribui para a determinação do VPES, como também altera o resultado final de uma avaliação sobre a possibilidade de exploração sustentável de uma população de *Euterpe edulis*, sendo determinante na tomada de decisão se uma população ou não passível de exploração, uma vez que valores iguais ou acima a 10 indicam que a população está apta para ser explorada comercialmente de forma sustentável (Ronchi, 2017).

Quadro 02 – Fragmentos com populações da espécie *Euterpe edulis* em Floresta Estacional Semidecidual da região da APA Te Jupá Corumbataí e Botucatu – Perímetro Botucatu e respectivas informações relativas a usos e valor potencial de exploração sustentável (VPES) **sem informação sobre densidade de indivíduos**. As colunas designadas por letras maiúsculas correspondem a valores relativos a: A = parte usada da planta; B = densidade; C = produção de sementes; D = taxa de crescimento; E = conhecimento ecológico geral disponível; F = demanda de processamento; G = potencial de injúria.

Família	Espécie	Nome popular	Uso	Categoria de ameaçada	Endemismo	Ocorrência	Parte utilizada	Indicação e forma de uso	Fragmento	A	B	C	D	E	F	G	VPES
Arecaceae	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Juçara	Alimentício	Vulnerável	Não	CE, MA	Meristema apical	Ferver o palmito com água, sal e limão, até amolecer	1	0	0	2	1	2	1	2	8
									2	0	0	2	1	2	1	2	8
									3	0	0	2	1	2	1	2	8
									4	0	0	2	1	2	1	2	8
									5	0	0	2	1	2	1	2	8
									6	0	0	2	1	2	1	2	8
									7	0	0	2	1	2	1	2	8
							Frutos	Despolpar e congelar	1	1	0	2	1	2	1	2	9
									2	1	0	2	1	2	1	2	9
									3	1	0	2	1	2	1	2	9
									4	1	0	2	1	2	1	2	9
									5	1	0	2	1	2	1	2	9
									6	1	0	2	1	2	1	2	9
									7	1	0	2	1	2	1	2	9

Quadro 03 – Fragmentos com populações da espécie *Euterpe edulis* em Floresta Estacional Semidecidual da região da APA Te Jupá Corumbataí e Botucatu – Perímetro Botucatu e respectivas informações relativas a usos e valor potencial de exploração sustentável (VPES) **utilizando dados obtidos por aerolevantamento com ARPs**. As colunas designadas por letras maiúsculas correspondem a valores relativos a: A = parte usada da planta; B = densidade; C = produção de sementes; D = taxa de crescimento; E = conhecimento ecológico geral disponível; F = demanda de processamento; G = potencial de injúria.

Família	Espécie	Nome popular	Uso	Categoria de ameaçada	Endemismo	Ocorrência	Parte utilizada	Indicação e forma de uso	Fragmento	A	B	C	D	E	F	G	VPES
Arecaceae	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Juçara	Alimentício	Vulnerável	Não	CE, MA	Meristema apical	Ferver o palmito com água, sal e limão, até amolecer	1	0	2	2	1	2	1	2	10
									2	0	2	2	1	2	1	2	10
									3	0	2	2	1	2	1	2	10
									4	0	2	2	1	2	1	2	10
									5	0	2	2	1	2	1	2	10
									6	0	2	2	1	2	1	2	10
									7	0	2	2	1	2	1	2	10
							Frutos	Despolpar e congelar	1	1	2	2	1	2	1	2	11
									2	1	2	2	1	2	1	2	11
									3	1	2	2	1	2	1	2	11
									4	1	2	2	1	2	1	2	11
									5	1	2	2	1	2	1	2	11
									6	1	2	2	1	2	1	2	11
									7	1	2	2	1	2	1	2	11

A alta densidade indica resultado positivo em relação a nota que é atribuído para espécies, como explica Ubessi-Macarini; Negrelle; Souza (2011). Mesmo que todas as populações inventariadas tiveram alta densidade, é válido citar que este é um fator no qual o proprietário rural pode interferir por meio do enriquecimento ecológico de seus fragmentos florestais com a espécie em questão, que representa uma espécie de estágio sucessional avançado destes ecossistemas. Ou seja, não descaracterizaria a vegetação e, pelo contrário, introduziria uma espécie que enriqueceria toda a ecologia florestal destes fragmentos e traria características e funções ecológicas de estágio clímax.

Não houve dificuldades em encontrar as informações sobre quantidade de sementes presente em um quilo de frutos, bem como sua taxa de germinação e produtividade de frutos por planta por ano e tempo necessário para que a planta atinja o estado fenológico reprodutivo.

No quesito taxa de crescimento, também já existem relatos sobre essa informação. É válido destacar que as condições do ambiente, impactado por fatores bióticos e abióticos, podem fazer com que o crescimento dos indivíduos se caracterize como rápido, moderado ou lento.

Sobre o domínio do conhecimento da ecologia da espécie, bem como os tratamentos silviculturais e informações de manejo, se pode afirmar que a *Euterpe edulis*, apesar de ainda não domesticada totalmente, é uma das espécies nativas que mais foram estudadas com interesses agrônômicos e, portanto, recebeu nota alta, uma vez que existem muitas informações científicas e técnicas registradas.

No que diz respeito a demanda de processamento, os dois produtos receberam nota 1, ou seja, a maioria não depende de equipamento que demandam altos custos. Porém, é válido destacar que no caso de implantação de uma agroindústria de maior escala, ambos produtos necessitariam de investimentos altos.

Para parte da planta utilizada, os dois usos alimentícios da juçara se diferem. No caso dos frutos para polpa, o resultado é positivo, já que o fruto indica um uso com nível médio de injúria à planta, porém é necessário que haja monitoramento dessa coleta e respeito à legislação para que a quantidade coletada não interfira na sobrevivência da espécie e regeneração natural da população.

Já o uso para palmito, por sua vez, recebeu nota 0 para este parâmetro, pois para coletar o palmito exige o corte do meristema apical que acarreta na morte do indivíduo. É válido citar que, este problema não impede a exploração sustentável de

populações de juçara para produção de palmito, mas se faz necessário um plano de manejo que seja comprometido com o replantio e monitoramento da população para que não haja pressão ainda maior para a extinção local. Certamente, outra vantagem do uso dos frutos é a que uma mesma planta pode gerar diversas colheitas por anos, enquanto o corte para produzir palmito se dá uma única vez por planta. Soma-se a estes fatores o fato de maior flexibilidade da legislação para coleta de frutos, que dispensa plano de manejo elaborado e aceito, frente a maior rigidez da legislação florestal para retirada de palmito que, por sua vez, exige o plano de manejo aprovado pelo órgão ambiental competente.

Por fim, o último parâmetro analisado foi o potencial de injúria ou de toxicidade. O nome da espécie não consta no site FDA Poisonous Plant Database, portanto, é caracterizada como não tóxica ao homem. Sendo assim, todas essas populações avaliadas atingiram o potencial para exploração sustentável de PFNM, tanto para palmito, quanto para frutos. Este resultado indica que essas populações podem contribuir com os dois usos para a diversificação de fonte de renda dos proprietários rurais, desde que seja realizado o manejo de forma sustentável.

5 CONCLUSÕES

Técnicas de sensoriamento remoto, geoprocessamento, fotogrametria e fotointerpretação a partir de imagens aéreas capturadas por Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) de Classe III foram satisfatórios para estimar o Valor Potencial de Exploração Sustentável (VPES) de populações de *Euterpe edulis* em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual.

O uso desta ferramenta se mostrou eficiente quando a altura de voo foi de 120 metros e permitiu, além da determinação da densidade de indivíduos emergentes das populações, a avaliação geográfica e espacial das populações, tornando possível outras avaliações ecológicas da espécie e do ecossistema como um todo.

As populações de juçara inventariadas neste estudo podem ser exploradas de forma sustentável segundo a metodologia apresentada para cálculo de VPES com uso de ARP, diferenciando-se do VPES sem a densidade mensurada de tal forma, estimada apenas com relatos científicos e entrevistas. Dessa forma, o estudo contribui para a exploração comercial do fruto da juçara, bem como sua valorização na região da APA - Corumbataí, uma vez que apresenta que as populações analisadas apresentaram baixa vulnerabilidade ecológica e são aptas para exploração sustentável. Além de valorizar a espécie e seu produto florestal não madeireiro, também valoriza as florestas naturais regionalmente, como ecossistemas que podem agregar financeiramente nas propriedades rurais.

Entre as considerações finais deste trabalho, podemos destacar a grande oportunidade de empreendedorismo em torno da *Euterpe edulis*, geração de empregos, acesso facilitado da sociedade a um superalimento, educação ambiental, valorização dos recursos e ecossistemas naturais que são essenciais para manutenção do clima e dos recursos hídricos são apenas alguns dos diversos fatores que indicam os retornos sociais positivos que investimentos em estudos, trabalhos e projetos no sentido de exploração sustentável das populações de *Euterpe edulis* podem trazer para toda população local.

Ações como pesquisas e monitoramento dos impactos do manejo sobre populações de *Euterpe edulis* devem ser realizadas de forma contínua para formatação cada vez mais robusta do conhecimento sobre a espécie, garantindo sua coexistência com o ser humano.

O mesmo pode acontecer com as outras espécies nativas da região de estudo, como é caso da *Schinus terebinthifolius Raddi* que, de acordo com Ronchi (2017), além de possuir potencial alimentício e medicinal ainda apresenta aptidão como planta melífera. Outros usos de produtos florestais não madeireiros também podem ser identificados nas espécies de macaúba (*Acrocomia aculeata*) como fonte de produtos que podem ser utilizados na indústria de cosméticos, para bioenergia e alimentação animal, por exemplo.

Além disso, é importante ter em mente que todas as espécies nativas madeireiras oferecem também um PFNM, que são suas sementes, com grande potencial de comercialização para viveiros de mudas focados em restauração florestal e madeiras nobres, por exemplo. Dito isto, este estudo pode servir como base para mais pesquisas com ARP no sentido de explorar seu potencial para inventariar outras espécies ameaçadas de extinção e também para avaliações ecológicas de florestas nativas e espécies da biodiversidade brasileira de forma mais eficiente que métodos tradicionais.

Vislumbra-se um futuro próximo da engenharia agrônoma e florestal com uso de ARPs ligadas a sistemas com inteligência artificial, machine learning e outras tecnologias que possam gerar algoritmos de identificação, quantificação e estimativas de forma automatizada, acelerando ainda mais a velocidade de geração de informações triviais para análises fitogeográficas, agrícolas e ecológicas que dão suporte para as tomadas de decisão em campo.

REFERÊNCIAS

- AASEN, H., BURKART, A., BOLTEN, A., BARETH, G. Generating 3D hyperspectral information with lightweight UAV snapshot cameras for vegetation monitoring: From camera calibration to quality assurance. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2015.
- ACCORSI, W. R.; BARROS, M. A. A. de. Morfologia do fruto e da semente de *Euterpe edulis*, Mart. *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, São Paulo, 1974.
- AHRENS, Sergio. Sobre a Reserva Legal: origens históricas e fundamentos técnico-conceituais. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIREITO AMBIENTAL, 11., 2007. São Paulo. Meio ambiente e acesso à justiça: flora, reserva legal e APP. [São Paulo]: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2007.
- ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil - Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial – RBAC-E nº 94. Requisitos gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil. Resolução nº 419, 2017.
- ANDERSON, K., GASTON, K. J. Lightweight unmanned aerial vehicles will revolutionize spatial ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2013.
- ANDRADE, A.C.S.; PEREIRA, T.S. Comportamento de armazenamento de sementes de palmito (*Euterpe edulis* Mart.). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 1997.
- ANDRADE, J. C. P.; MARQUES, A. C.; BARBOSA, C. R.; LEITE, T. Plano de negócios para o fruto da palmeira Juçara (*Euterpe edulis*). Vitória: Projeto Corredores Ecológicos, 2014. Trabalho não publicado.
- ANJOS, A. et al. Análise do efeito de um manejo em regime de rendimento sustentável sobre o padrão de distribuição espacial do palmito (*Euterpe edulis* Martius), utilizando a função K de Ripley. *Revista Árvore*, v.22, n.2, p.215- 225, 1998.
- ARROYO, L. A., PASCUAL, C., MANZANERA, J. A. Fire models and methods to map fuel types: the role of remote sensing. *Forest ecology and management*, 1239-1252, 2008.
- AUER, S.P.; SOUZA, F.F.; CHAIMSOHN, F.P.; CHIQUETTO, N.C. Produção e processamento de frutos de juçara (*Euterpe edulis* Mart.) no litoral do PR. *Anais do CONEX (Conversando sobre extensão)*. Ponta Grossa, PR. Pró-reitoria de Extensão e Assuntos Culturais (PROEX), Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2012.
- BAILEY, K. *Methods of social research*. 4.ed. New York: The Free Press, 1994.

BANSKOTA, A., KAYASTHA, N., FALKOWSKI, M. J., WULDER, M. A., FROESE, R. E., WHITE, J. C. Forest Monitoring Using Landsat Time Series Data: A Review. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 362–384. <https://doi.org/10.1080/07038992.2014.987376>, 2014.

BANU, T. P., BORLEA, G. F., BANU, C. The use of drones in forestry. *Journal of Environmental Science and Engineering*, 557-562, 2016.

BARROSO, R. M.; Klier, V. A.; HANAZAKI, N. A palmeira-juçara (*Euterpe edulis* Mart.) em quintais quilombolas do Vale do Ribeira: manejo de populações e produção de frutos e polpa. Em: SILVA, R. B.; MING, L.C. (Orgs.). *Polo de biotecnologia da Mata Atlântica: relatos de pesquisa e outras experiências vividas no vale do Ribeira*. Jaboticabal, 2010.

BELIN-DEPOUX, M.; QUEIROZ, M. H. Contribution à l'étude ontogénique des palmiers. Quelques aspects de la germination de *Euterpe edulis* Mart. *Revue Générale de Botanique*, Paris, 1971.

BFG. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. *Rodriguésia*, Rio de Janeiro, v.66, n.4, p.1085-1113, 2015.

BOON, M. A., DRIJFHOUT, A. P., TESFAMICHAEL, S. Comparison of a Fixed-Wing and Multi-Rotor Uav for Environmental Mapping Applications: A Case Study. *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2017.

BORGES, G. S. C.; VIEIRA, F. G. K.; COPETTI, C.; GONZAGA, L. V.; ZAMBIAZI, R. C.; MANCINI FILHO, J.; FETT, R. Chemical characterization, bioactive compounds, and antioxidant capacity of jussara (*Euterpe edulis*) fruit from the Atlantic Forest in southern Brazil. *Food Research International*, v. 44, p. 2128-2133, 2011.

BOVI, M.L.A. et al. Pesquisas com os gêneros *Euterpe* e *Bactris* no Instituto Agrônomo de Campinas. In: *O Agrônomo*. Campinas: [s.n.], p. 129-174, 1987.

BOVI, M. L. A.; CARDOSO, M. Germinação de sementes de palmito (*Euterpe edulis* Mart.). *Bragantia*, Campinas-SP, v. 84, 1975.

BOVI, M. L. A.; CARDOSO, M.; JOSÉ, C. Sistema radicular do palmito. *Bragantia*, Campinas, 1978.

BOVI, M.L.A., GODOY G.J.R., SAES, L.A. Pesquisas com os gêneros *Euterpe* e *Bactris* no Instituto Agrônomo de Campinas. In: *I Encontro Nacional de Pesquisadores em Palmito*. Anais... Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1988.

BRASIL. LEI Nº 12.651 – NOVO CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO. Brasília, DF, 2012.

BREUNIG, F. M.; GALVAO, L. S.; NETO, R. P. M. Drones na agricultura de precisão. In: PRUDKIN, G.; BREUNIG, F. M. *Drones e ciência: teorias e aplicações metodológicas*. Santa Maria, RS: FACOS-UFSM, 2019.

BRITO, E. S.; ARAÚJO, M. C. P.; ALVES, R. E.; CARKEET, C. C.; CLEVIDENCE, B.; NOVOTNY, J. Anthocyanins present in selected tropical fruits: Acerola, jambolão, Jussara e guarabiju. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, 2007.

CALVI, G. P.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Fenologia e produção de sementes de *Euterpe edulis* – Mart em trecho de floresta de altitude em município de Miguel Pereira-RJ. *Revista Universidade Rural, série ciências da vida*, Rio de Janeiro, 2005.

CANAL, G.B.; MENGARDA, L.H.G.; GUILHEN, J.H.S.; MARÇAL, T.S.; REBOLETO, I. D.; FERREIRA, M. F. S. Estimativa de repetibilidade para rendimento de polpa e caracteres biométricos de frutos e sementes de *Euterpe edulis*. XX ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA, Anais. São José dos campos, 2016.

CARDOSO, S.R.S.; ELOY, N.B.; PROVAN, J.; CARDOSO, M.A.; FERREIRA, P.C.G. Genetic differentiation of *Euterpe edulis* Mart. populations estimated by AFLP analysis. *Molecular ecology*, Austin, 2000.

CARVALHO, M.S.; LORENZONI, R.M.; GUILHEN, J.H.S.; MARÇAL, T.S.; FERREIRA, M. F. S.; FERREIRA, A. PRELIMINARY ANALYSIS OF *Euterpe edulis* MART. Genetic diversity by Microsatellite in the south and caparaó in Espírito Santo. 60º CONGRESSO BRASILEIRO DE GENÉTICA. Anais, Guarujá-SP, 2014.
CASTRO, R.W. de. Caracterização de açaí obtido de frutos de *Euterpe edulis* Martius tratados termicamente. Florianópolis, 2012.

CHEN, P.N.; KUO, W.H.; CHIANG, C.L.; CHIOU, H.L.; SHOU, Y.S.; CHUC, S.C. Black rice anthocyanins inhibit cancer cells invasion via repressions of MMPs and uPA expression, *Chemico-Biological Interactions*, Londres, v. 163, n.3, p. 218, 2006.

CIRAQUI, R. A.; TERRA, G.; CHAER, G.; BONFIM, F. G. P. Estrutura populacional de *Euterpe edulis* reintroduzida em floresta secundária. *Cadernos da agroecologia: Seção Manejo de Agroecossistemas de Base Ecológica*, 2020.

COLETTI, L.Y.; VERRUMA-BERNARDI, M.R. Study of the acceptability of palm hearts. *Revista Univap*. São José dos Campos-SP-Brasil, 2015.

COLOMINA, I., & MOLINA, P. Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A Review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2014.

CONTE, R. Estrutura genética de populações de *Euterpe edulis* Mart. submetidas à ação antrópica utilizando marcadores alizímicos e microssatélites Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 2004.

CONTE, R.; NODARI, R.O.; VENCOSKY, R.; REIS, M.S. Genetic Diversity and recruitment of the tropical palm, *Euterpe edulis* Mart., in a natural population from the Brazilian Atlantic Forest. *Heredity*, v. 91, p. 401-406, 2003.

COUCEIRO, P.; SLYWITCH, E.; LENZ, F. Eating pattern of vegetarian diet. *Revista Einstein* ed. 3, v. 6, p. 365-73, São Paulo, 2008.

CULVER, K. From Battlefield to Newsroom: Ethical Implications of Drone Technology in Journalism. *Revista Journal of Mass Media Ethics*, 52-64, 2014.

DIAS, N.C.S.; MARQUES, K.F.; ALVES, M.C.; SOUZA, J.R.C.L.; SOUZA, T.S.; FERREIRA, A. Caracterização química das antocianinas do fruto de juçara (*Euterpe edulis Martius*). XX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica. São José dos Campos, 2016.

DJI. Phantom 4 advanced. Disponível em: <https://www.dji.com/br/phantom-4-adv?site=brandsite&from=insite_search>. Acesso em: 09 de jan. de 2022.

DUKE, J.A.; GODWIN, M.J.B; OTTESEN, A.R.; Duke's Handbook of medicinal plants of Latin America. New York: CRC-Press, 2009.

ELISIA, I.; CHUNHU, C.; POPOVICH, D.G.; KITTS, D.D. Antioxidant assessment of an anthocyanin-enriched blackberry extract. *Food Chemistry*. London, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Açaí: produção de frutos, mercado e consumo. Macapá, AP. 2016.

FAO/WHO. Expert consultation on human vitamin and mineral requirements. Rome: Food and Nutrition Division, 2001.

FARIAS, M. Reinventando a relação humano-*Euterpe edulis*: do palmito ao açaí. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

FAVARO, L. B. Estudo ecológico e econômico da palmeira juçara (*Euterpe edulis Mart.*) no entorno do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), MG. 2012. 97 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

FAVRETO, R. Aspectos etnoecológicos e ecofisiológicos de *Euterpe edulis Mart.* (Arecaceae). 2010. 143p. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 2010.

FERREIRA, A.; MARCAL, T.S.; GUILHEN, J.H.S.; OLIVEIRA, W.B.S.; CARVALHO, M.S.; FERREIRA, M.F.S. Variabilidade Genética Intrapopulacional de *Euterpe edulis Martius* via parâmetros genéticos. In: III Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos, Anais. Santos-SP, 2014.

FIGUEIREDO, E. O.; FIGUEIREDO, S. M. M.; OLIVEIRA, V. N. Inventário florestal de palmáceas na Amazônia com o emprego de Aeronave Remotamente Pilotada (RPA). Simpósio brasileiro de pós-graduação em ciências florestais, 2018.

FIGUEIREDO, E. O.; FIGUEIREDO, S. M. M. Planos de Voo Semiautônomos para Fotogrametria com Aeronaves Remotamente Pilotadas de Classe 3. Rio Branco, AC. 2018.

FRANCO, M. et al. Informações estratégicas geradas através do estudo de patentes de plantas medicinais citadas pelos sítiantes da Reserva Rio das Pedras, Mangaratiba, Rio de Janeiro. *Revista de Biologia Neotropical*, 2008.

FRIGERI, J. V. Avaliação de metodologia para inventário de uva-do-japão (*Hovenia dulcis* Thunb.) utilizando imagens de veículos aéreos não tripulados (VANT) na UTFPR- campus Dois Vizinhos. Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Florestal. Dois Vizinhos: UTFPR, 2016.

GARAY, J.; DIAS, J. Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

GRAÇA, N. L. S de. S., MITISHITA, E. A., GONÇALVES, J. E. Detecção de alterações ambientais a partir de imagens digitais obtidas com plataforma VANT: Estudo de caso do desastre ambiental na região da comunidade Floresta Morretes - PR. Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2018.

GRAZIANO NETO, F. Questão agrária e ecologia: crítica da moderna agricultura. São Paulo: Brasiliense, 1991.

GUIMARÃES, L.A.O.P.; DE SOUZA, R.G.; DORZENONI, R.R.; MENDONÇA, G.C. Produção e maturação de frutos de palmeira juçara: primeiros resultados para a região Serrana do Espírito Santo. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, Anais. São José dos Campos, UNIVAP, 2015.

HARRIS, W. S.; BULCHANDANI, D. Why do omega-3 fatty acids lower serum triglycerides? *Current opinion in lipidology*. v. 17, n. 4, p. 387-393, 2006.

HENDERSON, A. The genus *Euterpe* in Brasil. In: *Euterpe edulis* Martius - (palmito) - Biologia, Conservação e Manejo. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, 2000.

HENDERSON, A., GALEANO, G.; BERNAL, R. Field Guide to the Palms of the Americas. Princeton University Press, New Jersey, 1995.

HENDERSON, A.; GALEANO, G. *Euterpe*, *Prestoea*, and *Neonicholsonia* (Palmae: Euterpeinae). *Flora Neotropica*. New York: New York Botanical Garden. v. 72, p.90, 1996.

HENTZ, Â. M. K., CORTE, A. P., NETTO, S. P., STRAGER, M. P., SCHOENINGER, E. R. Treedetection: Automatic tree detection using UAV-based data. *Floresta*, 2018.

HOMOLOVÁ, L., MALENOVSKY, Z., CLEVERS, J. G. P. W., GARCÍA-SANTOS, G., SCHAEPMAN, M. E. Review of optical-based remote sensing for plant trait mapping. *Ecological Complexity*, 2013.

IADEROZA, M.; BALDINI, V.L.S.; DRAETTA, S.E.; BOVI, M.L.A. Anthocyanins from fruits of açai (*Euterpe oleracea*, Mart) and juçara (*Euterpe edulis*, Mart). *Tropical Science*, Germantown, NY 41-46, 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura. Rio de Janeiro, RJ, p. 55. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Estudos e Pesquisas Geográficas. IBGE. Rio de Janeiro, RJ, p. 59. 2015.

KAGEYAMA, P.; REIS, A. Areas of Secondary Vegetation in The Itajai Valley, Santa Catarina, Brasil. Perspectives For Management And Conservancy. Forest Genetic Resources, 1993.

KIYUNA, I.; SANTIAGO, M.M.D.; BOVI, M.L.A. Simulacao da Viabilidade Econômica da Cultura do Palmiteiro Híbrido (*Euterpe Oleracea* X *Euterpe edulis*) No Estado de São Paulo. Informações Econômicas. Instituto de Economia Agrícola, São Paulo, 1997.

KLEIN, R. M. Árvores nativas da floresta subtropical do Alto Uruguai. *Sellowia*. n.24. Ano XXIV. Herbário Barbosa Rodrigues, 1972.

KLEMAS, V. V. Coastal and environmental remote sensing from unmanned aerial vehicles: An overview. *Journal of Coastal Research*, 2015.

KÖPPEN, W. O sistema geográfico dos climas. Manual de climatologia. Berlim, Borhtraeger, 1938.

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

LILLESAND, T.; KIEFER, R. Remote Sensing and Image Interpretation. 6 ed, 2008.
LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. Frutas brasileiras e exóticas cultivadas: (de consumo in natura). São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006.

LORENZI, H.; NOBLICK, L.; KAHN, F. ET AL. Flora Brasileira - Arecaceae (Palmeiras). Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2010.

LUCIEER, A., ROBINSON, S., TURNER, D., HARWIN, S., KELCEY, J. Using a micro-UAV for ultra-high resolution multi-sensor observations of antarctic moss beds. *ISPRS – Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inform. Sci.*, 2012.

MAC FADDEN, J. A produção de açaí a partir do processamento dos frutos do palmito (*Euterpe edulis* Martius) na Mata Atlântica. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2005.

MANTOVANI, A. Fenologia e aspectos da biologia floral de uma população de *Euterpe edulis* Martius na Floresta Atlântica no Sul do Brasil. Rio Claro. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1998.

MANTOVANI, A.; MORELLATO, P. Fenologia da floração, frutificação, mudança foliar e aspectos da biologia floral. Sellowia, 2000.

MARTINS, C.C.; BOVI, M.L.A.; NAKAGAWA, J. Qualidade fisiológica de sementes de palmito-vermelho em função da desidratação e do armazenamento. Horticultura Brasileira, Brasília, 2007.

MARTINS, S. V.; LIMA, D. G. Cultura de Palmeiras I: palmito (*Euterpe edulis* Mart.) Viçosa: Editora UFV, 1999.

MCGRIFFY, D. Make drones: teach an Arduino to fly. San Francisco, CA. MakerMedia, 2016.

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

MICCOLIS, Andrew et al. Restauração ecológica com sistemas agroflorestais: como conciliar conservação com produção. Brasília: Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal, 2016.

MIKHAIL, E. M., BETHEL, J. S., & MCGLONE, J. C. Introduction to Modern Photogrammetry. New York: John Wiley & Sons, 2001.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, MMA. Portaria nº 443, de 17 de setembro de 2014.

MOLINA, I. R., BOTREL, M.C.G. Germinação e desenvolvimento de mudas de palmito juçara em diferentes substratos. Agrarian, v.2, n.3, p.115-122.2009.

MONICO, J. F. G. Posicionamento pelo GNSS. Descrição, fundamentos e aplicações. São Paulo: UNESP, 2008.

MONTEIRO, R. B. Estrutura e distribuição espacial de *Euterpe edulis* em um fragmento florestal no município de Alegre – ES. 38 p. Monografia (Engenharia Florestal) – Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo. Alegre - ES, 2017.

NAKAZONO, ERIKA MATSUNO et al. Crescimento inicial de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes regimes de luz. Rev. bras. Bot., São Paulo, v. 24, n. 2, p. 173-179, 2001.

NEX, F., REMONDINO, F. UAV for 3D mapping applications: A review. Applied Geomatics, p. 1– 15, 2014.

NODARI, R.O.; REIS, A. GUERRA, M.P.; REIS, M.S.dos; FLORIANO, E.P. Análise preliminar do inventário do palmito em Floresta Ombrófila Densa Montana. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM PALMITO. Anais. Curitiba: Embrapa, 1987.

NUNES, C. F.; PIRES, D.S.J. FREY, I.A.; MOREIRA, E.L.G. Prospecção Tecnológica do Palmito-Juçara (*Euterpe Edulis Martius*). REVISTA INGI, Vol.2, n.3, p.150-157, 2018.

OLIVEIRA, K. S. et. al. Estrutura e distribuição espacial de populações de palmeiras em diferentes altitudes na Serra do Mar, Ubatuba, São Paulo, Brasil. Rodriguésia v.65 n.4 p. 1043-1055. 2014.

OLIVEIRA, W.B.S.; FERREIRA, A.; GUILHEN, J.H.S.; MARÇAL, T.S.; SILVA, M. F.; SENRA, J. F. DE B. Análise de trilha e diversidade genética de *Euterpe edulis Martius* para caracteres vegetativos e de frutos. Scientia Forestalis, Piracicaba, 2015.

ONOEJGHUO, A. O., BLACKBURN, G. A., HUANG, J., KINDRED, D., HUANG W. Applications of satellite hyper-sensing in Chinese agriculture: Challenges and opportunities. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2017.09.005>, 2018.

PÁDUA, L., VANKO, J., HRUSKA, J., ADÃO, T., SOUSA, J. J., PERES, E., MORAIS, R. UAS, sensors, and data processing in agroforestry: A review towards practical applications. International journal of remote sensing, 2349-2391, 2017.

PAJARES, G. Overview and Current Status of Remote Sensing Applications Based on Unmanned Aerial Vehicles (UAVs). Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, v. 81, n. 4, 281–330, 2015.

PALUDO, G. F.; SILVA, J. Z. D.; REIS, M. S. D. Estimativas de produção de frutos de palmitero (*Euterpe edulis Mart.*) a partir da densidade de indivíduos. Biodiversidade Brasileira, Florianópolis, SC, n. 2, p. 92-102, 2012.

PAULILO, M.T.S. Ecofisiologia de plântulas e plantas jovens de *Euterpe edulis Mart.* (Arecaceae): comportamento em relação à variação da radiação solar. Sellowia, 2000.

PEREIRA, P. M. Caracterização da variabilidade genética de *Euterpe edulis* (Arecaceae) do Espírito Santo para produção de frutos. Vitória, ES. 2018.

PORTELA, R.C.Q.; PIRES, A.S.; SANTOS, F.A.M. Unusual branching in the palm *Euterpe edulis Mart.* Hoehnea, São Paulo, 2009.

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

PRUDKIN, G.; BREUNIG, F. M. DRONES E CIÊNCIA: Teoria e aplicações metodológicas. Santa Maria, RS: FACOS-UFSM, v. 1, 2019.

QUEIROZ, M. H. Biologia do fruto, da semente e da germinação do palmitero (*Euterpe edulis Martius*). Sellowia, v. 49, n. 52, p. 39-49, 2000.

REIS, A. Dispersão de sementes de palmito (E. edulis M.- Palmae) na Floresta Ombrófila Densa Montana em Blumenau, SC. Campinas. Tese (Doutorado) – Universidade de Campinas, 1995.

REIS, M.S.dos; REIS, A.; NODARI, R.O.; GUERRA, M.P.; FANTINI, A.C.; ENDER, M.; BASSANI, A. Incremento corrente anual do palmito (Euterpe edulis) na Floresta Ombrófila Densa. Insula, Florianópolis, 1991.

REIS, T. Zoneamento ambiental para a palmeira juçara com foco na produção de frutos: potencialidades para a agricultura familiar. 2012. Dissertação de Mestrado Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC. p. 111, 2012.

REITZ, R. (Ed.). Flora ilustrada catarinense. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1974.

REITZ, R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. SIlowia, 1983.

RIBEIRO, T.M. et al. Sobrevivência e crescimento inicial de plântulas de Euterpe edulis Mart. transplantadas para clareiras e sub-bosque em uma Floresta Estacional Semidecidual, em Viçosa, MG. Rev. Árvore, Viçosa, 2011.

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

RONCHI, H. S. Potencial alimentício e medicinal das espécies nativas da área de proteção ambiental - APA CORUMBATAÍ, BOTUCATU E TEJUPÁ - Perímetro Botucatu. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Botucatu, SP, p. 111. 2017.

RUZA, M. S., CORTE, A. P., HENTZ, A. M. K., SANQUETTA, C. R., SILVA, C. A., SCHOENINGER, E. R. Inventário de Sobrevivência de povoamento de Eucalyptus com uso de Redes Neurais Artificiais em Fotografias obtidas por VANTs. Advances in Forestry Science, 2017.

SANTOS, K.A. Estudo etnobotânico de plantas medicinais utilizadas como hipoglicemiantes por usuários do Programa de Fitoterapia da Universidade Federal do Maranhão, Brasil. Scientia Plena, 2017.

SÃO PAULO. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE (SP). RESOLUÇÃO 105. São Paulo, SP, 2013.

SÃO PAULO. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE (SP). RESOLUÇÃO 189. São Paulo, SP, 2018.

SCHULER, C. A. B.; DISPERATI, A. A. Sobre o uso de fotografias aéreas convencionais (preto e branco e falsa-cor) e 35 mm (coloridas) verticais no mapeamento florestal de uma área teste na Região Metropolitana de Curitiba. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, p. 627-636, 1998.

SCHULZ, M.; et al. Chemical composition, bioactive compounds and antioxidant capacity of juçara fruit (*Euterpe edulis* Martius) during ripening. *Food Research International*, p. 125-131, 2015.

SCOLFORO, J.R.S., PULZ, F.A. & MELO, J.M. Modelagem da produção, idade das florestas nativas, distribuição espacial das espécies e a análise estrutural. In *Manejo Florestal* (J.R.S. Scolforo, org.). UFLA/FAEPE, Lavras, p.189-246. 1998.

SENRA, J.F.B.; DALVI, N.B.C.; OLIVEIRA, W.B.S.; FERREIRA, M.F.S.; FERREIRA, A. Avaliação da divergência genética de uma amostra de dez árvores de palmito juçara (*Euterpe edulis* Mart.) com base no polimorfismo dos frutos. XV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica. Anais. São José dos Campos, 2011.

SILVA, D. Evolução da Fotogrametria no Brasil. *Revista Brasileira de Geomática*, Pato Branco, 2015.

SILVA, M. das G.C P.C., BARRETTO, W.S.; SERÔDIO, M.H. Caracterização Química da Polpa dos Frutos de Juçara e de Açaí. XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. Anais. Florianópolis, SC, 2004.

SILVA, P.P.M.; CARMO, L.F.; SILVA, G.M.; SILVEIRA-DINIZ, M.F.; CASEMIRO, R.C.; SPOTO, M.H.F. Physical, chemical, and lipid composition of juçara (*Euterpe edulis* Mart.) pulp. *Food Nutr. Araraquara*, 2013.

SOBRINHO, O.P.L. et al. Estudo etnobotânico de plantas medicinais e indicações terapêuticas no povoado Fomento, município de Codó, Maranhão, Brasil. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 2018.

TANG, L.; SHAO, G. Drone remote sensing for forestry research and practices. *J. For. Res.* 2015, 26, 791–797.

TOMAZI, L.B. et al. Estudo etnobotânico das árvores medicinais do Parque Ecológico Municipal José Milanese, Criciúma, Santa Catarina, Brasil. *Rev. bras. plantas med., Botucatu*, p. 450-461, 2014.

TOMMASELLI, A. M. G. *Fotogrametría básica*. São Paulo, 2012.

TORRES-SANCHEZ, J., LOPEZ-GRANADOS, F., CASTRO, A. I., PENA-BARRAGAN, J. M. Configuration and specifications of an unmanned aerial vehicle (UAV) for early site specific weed management. *PloS one*, 2013.

TORRES, O.J.M. et al. Activity of *Orbignya phalerata* and *Euterpe edulis* in the prevention and treatment of peptic ulcer in rats. *Arq Bras Cir Dig.* 2018.

TORRESAN, C., BERTON, A., CAROTENUTO, F., GENNARO, S. F., GIOLI, B., MATESE, A., WALLACE, L. Forestry applications of UAVs in Europe: A review. *International Journal of Remote Sensing*, 2017.

TOTH, C., JOZKOW G. Remote sensing platforms and sensors: A survey. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 2016.

TOUFEKTSIAN M.C.; DE LORGERIL, M.; NAGY, N.; SALEN, P.; DONATI, M.B.; GIORDANO, L.; MOCK, H.P.; PETEREK, S.; MATROS, A.; PETRONI, K.; PILU, R.; ROTILLO, D.; TONELLI, C.; LEIRIS, J. de; BOUCHER, F.; MARTIN, C. Chronic dietary intake of plant-derived anthocyanins protects the rat heart against ischemia reperfusion injury, *Journal of Nutrition*, Cambridge, v. 138, n. 4, p. 747, 2008.

TRAGUETA, N. L. Implicações do uso de receptores GPS de navegação sem conhecimento de suas limitações e configurações básicas. 2008.

TSUKAMOTO FILHO, A.A.; MACEDO, R.L.G.; MORAIS, A.R.; VENTURIN, N. Aspectos fisiológicos e silviculturais do palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius) plantado em diferentes tipos de consórcios no município de Lavras, Minas Gerais. *Revista Cerne*, Lavras, 2001.

TURNER, D., LUCIEER, A., WATSON, C. An automated technique for generating georectified mosaics from ultra-high resolution unmanned aerial vehicle (UAV) imagery, based on structure from motion (SfM) point clouds. *Remote sensing*, 2012. UNEP. Global Biodiversity Assessment. United Nations Environmental Programme. [S.I.], p. 1080. 1995.

UBESSI-MACARINI, C.; NEGRELLE, R. R. B.; SOUZA, M. C. Produtos florestais não-madeiráveis e respectivo potencial de exploração sustentável, associados à remanescente florestal ripário do alto rio Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum, Biological Sciences*, Maringá, v. 33, n. 4, p. 451-462, 2011.

WENDT, T.; CRUZ, D.D.; DEMUNER, V.G.; GUILHERME, F.A.G.; BOUDET-FERNANDES, H. An evaluation of the species boundaries of two putative taxonomic entities of *Euterpe* (Arecaceae) based on reproductive and morphological features. *Flora: morphology, distribution, functional ecology of plants*, London, 2011.

WOLF, P. R., DEWITT, B. A., WILKINSON, B. E. *Elements of photogrammetry: with applications in GIS*. New York: McGraw-Hill Education, 2014.

XIA, M.; LING, W.; ZHU, H.; MA, J.; WANG, Q.; HOU, M.; TANG, Z.; GUO, H.; LIU, C.; YE, Q. Anthocyanin attenuates CD40-mediated endothelial cell activation and apoptosis by inhibiting CD40-induced MAPK activation, *Atherosclerosis*, (UK) 202, n. 1, p. 41-47, 2009.

XIE, Y., SHA, Z.; YU, M. Remote sensing imagery in vegetation mapping: a review. *Journal of plant ecology*, 2008.

ZAMPROGNO, T. T.; LOPES, A. C. G.; LACERDA, T.; HIURA, E.; FONSECA, L. A.; SENNA, T.; SOARES, F. E. F.; ENDRINGER, D. C. ARAUJO, J. V.; BRAGA, F. R. Activity of *Euterpe edulis* Martius, *Mikania glomerata* Spreng, and *Mikania laevigata* Schultz Bip. Extracts on Gastrointestinal Nematodes *Toxocara canis* and *Ancylostoma caninum*. *Archives of Clinical Infectious Diseases*, 2015.