

Universidade do Estado do Amazonas
Escola Normal Superior
Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas

**Monitoramento da Fenologia de Espécies de Dossel do Jardim Botânico de
Manaus**

Manaus – AM
2019

Universidade do Estado do Amazonas
Escola Normal Superior
Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas

Karen Andréia Leite Beltrão Silva

**Monitoramento da Fenologia de Espécies de Dossel do Jardim Botânico de
Manaus**

Orientador: Dr. Jair Max Furtunato Maia
Coorientadora: Dra. Fernanda Nunes Cabral

Trabalho de Conclusão de
Curso IV – TCC4 apresentado
como requisito parcial para
graduação no curso de
Licenciatura em Ciências
Biológicas.

Manaus – AM
2019

B453m Beltrão , Karen Andréia Leite
Monitoramento da Fenologia de Espécies de Dossel
do Jardim Botânico de Manaus / Karen Andréia Leite
Beltrão . Manaus : [s.n], 2019.
45 f.: color.; 21 cm.
TCC - Licenciatura em Ciências Biológicas -
Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2019.
Inclui bibliografia
Orientador: Jair Max Furtunato Maia e
Coorientador: Fernanda Nunes Cabral e
1. Fenologia. 2. Dossel . 3. Veículos não-tripulados.
I. Jair Max Furtunato Maia (Orient.). II. (Orient.). III.
Fernanda Nunes Cabral (Coorient.). IV. (Coorient.). V.
Universidade do Estado do Amazonas. VI.
Monitoramento da Fenologia de Espécies de Dossel do
Jardim Botânico de Manaus

Sumário

1. INTRODUÇÃO	6
2. OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO	GERAL: 11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	11
3. MATERIAIS E MÉTODOS	12
3.1 ÁREA DE ESTUDO	12
FIGURA 1: LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO (RETÂNGULO EM VERDE MAIS CLARO), NO MUSEU DA AMAZÔNIA, MANAUS/AM.	12
3.2 MÉTODO CLÁSSICO PARA OBSERVAR FENOLOGIA	13
3.3 MÉTODO COM VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO – VANT.....	13
3.4 INVENTÁRIO DO MUSEU DA AMAZÔNIA	14
3.5 FOTOGRAFIAS OBTIDAS POR VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO (VANT)	15
3.6 UTILIZAÇÃO DO GOOGLE EARTH®.....	16
3.7 PROCESSAMENTO DE IMAGENS COM AGISOFT PHOTOSCAN®.....	16
FIGURA 2: ALINHAMENTO DE PONTOS	18
FIGURA 3: NUVEM DENSA.....	18
FIGURA 4: MODELO 3D.....	19
FIGURA 5: TEXTURA	19
FIGURA 6: MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO (DEM).....	20
FIGURA 7: ORTOMOSAICO.....	20
3.8 TABELA PRODUZIDA COM O PHOTOSCAN.....	21
3.9 CORREÇÃO DAS ÁRVORES COM AZIMUTE	21
FIGURA 8: ÁRVORES TRABALHADAS COM A SUA REAL LOCALIZAÇÃO	23
FIGURA 9: ÁRVORES TRABALHADAS COM A SUA REAL LOCALIZAÇÃO	24
FIGURA 10: ÁRVORES TRABALHADAS COM A SUA REAL LOCALIZAÇÃO	25
4.RESULTADOS.....	26
TABELA 1: MATRIZ DAS DEZ ESPÉCIES DE DOSSEL EM FLORESTA DE TERRA FIRME, ESCOLHIDAS PARA ANÁLISE QUALITATIVA COMPARANDO- AS COM A LITERATURA. OS PADRÕES DE CORES INDICAM EM VERDE A FOLHAÇÃO, AMARELO A DESFOLHAÇÃO E EM ROXO A FLORAÇÃO.	29
5. DISCUSSÃO	30
6.CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
7. REFERÊNCIAS.....	33
ANEXOS	36
TABELA 2: INVENTÁRIO FLORÍSTICO DAS ESPÉCIES DE DOSSEL LOCALIZADAS EM UMA ÁREA DE TERRA FIRME DO JARDIM BOTÂNICO DE MANAUS	37
TABELA 3: MATRIZ ELABORADA PARA LOCALIZAR AS ESPÉCIES POR FOTO, AS CORES SERVEM PARA REALÇAR, FACILITANDO A VISUALIZAÇÃO DO REGISTRO DAS ESPÉCIES. A MATRIZ FOI FEITA PARA CADA MÊS, O VOO REPRESENTA O LADO FEITO PELO VANT, A POSIÇÃO INDICA A DIREÇÃO QUE ESTAVA (LESTE-OESTE; OESTE- LESTE), AS LINHAS SÃO AS FAIXAS PERCORRIDAS PELO VANT PARA CADA LADO E O NOME DA FOTO SIGNIFICA A NOMENCLATURA SALVA DE CADA IMAGEM.....	38
TABELA 4: MATRIZ FORMADA PARA CORRIGIR AS COPAS DO MAPA PRODUZIDO NO PHOTOSCAN, NA QUAL SE TEM A ORIGEM COMEÇANDO PELA TORRE COM AS SUAS BASES NOMEADAS EM (A, B, C E D), AS DEMAIS NUMERAÇÕES DA ORIGEM E DESTINO, REFEREM-SE AO REGISTRO DAS ÁRVORES, DISTÂNCIA EM METROS, AZIMUTE EM GRAUS E A OBSERVAÇÃO SOMENTE PARA OS TRONCOS QUE NÃO POSSUÍAM A BASE RETA... 47	47

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus, por me dar forças para não desistir dessa longa caminhada de trabalho.

Ao meu querido marido Douglas Loureiro da Silva pela ajuda e incentivo em todos os momentos de dificuldades ocasionais no transcorrer da graduação.

Ao meu filho Enzo Luíz Beltrão Loureiro da Silva que foi a minha maior motivação e felicidade para continuar seguindo firme.

A minha família que contribuiu para a minha formação para que chegasse até aqui.

Ao professor Jair Max Furtunato Maia que foi essencial dando todo o seu apoio e incentivo durante este trabalho.

A Fernanda Nunes Cabral e a Nállaret Marina Cardozo pela disponibilidade dos dados relativos as espécies do Museu da Amazônia e pelo tempo dedicado a contribuição do trabalho.

Ao Ítalo, Beatriz, Rodrigo, Juliana, Glória e Antônio Luiz meus colegas de graduação que foram a campo auxiliar melhorando o desempenho para obtenção dos dados.

A Flaviane, visitante do Museu da Amazônia, que se ofereceu para ajudar.

A professora Marta Regina Pereira que esteve em campo e dedicou seu tempo para contribuir com os dados.

A Universidade do Estado do Amazonas (UEA) pela oportunidade da graduação.

Ao Museu da Amazônia (MUSA) por ceder o espaço para o estudo e pela disposição dos seus funcionários.

1. Introdução

Segundo Rego (2007) a fenologia refere-se a eventos biológicos repetitivos, em plantas, que sofrem influência dos fatores bióticos e abióticos. As características fenológicas estão representadas na comunidade florestal, fazendo parte do seu processo de crescimento e de reprodução, tais como a floração e a frutificação, que servem como recursos para animais polinizadores e dispersores. A fenologia segue um padrão com a planta colocando primeiro as suas folhas e, em seguida, suas flores, que servem como um atrativo para os polinizadores, para completar o ciclo reprodutivo. Todo esse investimento, quando tem sucesso, culmina na formação de frutos / sementes, que ainda precisam se propagar (anemocoricamente, hidrocoricamente ou zoocoricamente), desde que haja condições ideais para isso.

As metodologias para a observação das fases fenológicas são importantes para o cruzamento de dados, pois apresentam características de complementação, sendo interessante a utilização de várias metodologias para a avaliação desses processos. Sua determinação pode seguir por diferentes metodologias, podendo avaliar tanto os aspectos quantitativos como os qualitativos, como é o caso de Bencke e Morellato (2002) que verificaram a fenologia através do percentual do índice de Fournier, sendo que este permite calcular com base nas escalas de (0 a 4) cada uma dessas com até 25% da intensidade das fenofases de um indivíduo. Outro método, denominado de índice de atividade, diz respeito a ausência ou presença da fenofase, podendo-se quantificar em nível populacional se aquele evento fenológico está aparecendo ou não dentro de uma comunidade.

Bencke e Morellato (2002) realizaram uma comparação entre o índice de atividade e o índice de intensidade. O índice que apresentou a melhor facilidade de uso em campo foi o de atividade. Já o índice de intensidade dá uma ideia melhor do esforço fenológico das espécies estudadas. Quanto a indicação de sincronismo fenológico entre os indivíduos, somente o índice de atividade foi capaz de dar esta resposta. Sobre a aplicação da análise de dados no herbário e a quantificação da fenofase, somente o índice de atividade foi eficaz; enquanto o índice de intensidade foi eficiente em evidenciar picos de intensidade. Entretanto, ambos são eficientes para identificar o início e o final das fenofases, desde que a frequência das observações sejam adequadas.

A correlação entre o pico de intensidade e fatores bióticos podem estar atrelados, constatando o momento ideal para a presença de polinizadores e dispersores de sementes, já que a oferta de flores e frutos estão em abundância. O pico de atividade, entretanto, pode corresponder aos fatores abióticos atuando diretamente na fisiologia das plantas em resposta ao surgimento ou ausência das suas fases fenológicas sendo evidenciado no estudo de Bencke e Morellato (2002).

Os fatores abióticos são de extrema importância, pois atuam no meio em que as plantas estão estabelecidas, influenciando diretamente no seu processo de crescimento e de reprodução. De acordo com Bergamaschi (2016) um desses fatores é a temperatura do ar que exerce uma forte influência sobre o desenvolvimento da fenologia da planta, como exemplo, as temperaturas mais elevadas tendem a acelerar os processos de desenvolvimento da planta, enquanto as mais baixas fazem o procedimento inverso. Portanto, as baixas temperaturas reduzem a atividade da planta ocasionando um estado de dormência, desse modo, o ambiente torna-se o responsável por essa modificação, quando as condições permitirem a planta pode germinar novamente completando o seu ciclo.

Bergamaschi (2016) esclarece que em regiões úmidas a ocorrência de estiagem altera o ciclo vegetal, quando as plantas estão passando por falta de água, elas deixam de crescer e passam a perder as suas folhas, flores e frutos. Esse fato é devido ao estresse que a planta pode estar adquirindo, podendo ser de curta duração, fazendo com que ela antecipe eventos de floração e frutificação, assim o seu ciclo termina mais cedo, caso esse estresse seja duradouro, esse ciclo pode ser prolongado ou até mesmo ter interferência em sua finalização.

“Variações climáticas ocorrem de forma periódica ao longo do ano e a cada dia, sobretudo em resposta ao balanço de radiação solar. A alternância de períodos quentes e frios determina o padrão fenológico típico anual de cada espécie vegetal. Por outro lado, oscilações aperiódicas podem ocorrer ao longo do ano, modificando o padrão fenológico das plantas, de um ano para outro. Uma mesma espécie ou variedade pode alterar as datas de ocorrência de fases importantes ou a duração do ciclo anual, dependendo principalmente do regime térmico” (BERGAMASCHI, 2016, p. 4).

A floresta Amazônica, conhecida como a maior Floresta Tropical Úmida, recebe incidência direta de luz solar, um dos processos fundamentais para a realização da fotossíntese para a sua manutenção. Algumas de suas espécies têm como característica apresentar uma tendência de um período de estação seca, acompanhando a época da floração, enquanto a estação chuvosa é a época propícia

para a ocorrência da frutificação de acordo com Alencar, Almeida e Fernandes (1979).

A dinâmica do dossel das florestas pode estar atrelado com o clima da região de acordo com seu ecossistema. As variáveis climáticas como é o caso da temperatura, precipitação e o comprimento do dia são fatores de relevância para o acompanhamento de cada uma das fases fenológicas. Em comparação com plantas do sub-bosque, o dossel está mais relacionado positivamente com todas essas variáveis climáticas, isso foi verificado por Marques e Oliveira (2004), na qual a altura desse estrato se encontra mais exposto aos fatores climáticos do ambiente, a copa das árvores recebe a luminosidade necessária para efetuar os seus processos metabólicos, além disso, o dossel da Amazônia se encontra mais fechado entre as copas das árvores fazendo com que o estrato inferior seja adaptado à sombra.

Alterações de temperatura no interior da floresta podem mudar seu microclima, este fato está relacionado através de atividades do homem, do qual faz a extração madeireira e converte a terra para outras finalidades, o que porventura ocasiona abertura de clareiras fragmentando a floresta. Este fato conhecido como efeito de borda, pode trazer riscos para as comunidades que habitam a floresta, tanto animais como vegetais que vivem em dependência mútua. De acordo com Cara (2006) a perda da vegetação causa mudanças no seu microclima e isso acontece em decorrência do efeito de borda condicionado pela fragmentação florestal, trazendo prejuízos para a comunidade florestal e alterando os seus padrões fenológicos.

Em contraposição nas cidades o efeito de borda pode ser ocasionado pela poluição do ar que é derivada de atividades do homem, como a queima dos combustíveis fósseis. Os líquens, associação simbiótica entre fungos e algas, ou fungos e cianobactérias, são considerados bioindicadores de ambientes poluídos, pois podem incorporar substâncias na composição do seu corpo, detectando a poluição ambiente. Segundo Assmann, Carpelleso e Dariva (2017) as bordas podem apresentar maior influência de atividades poluidoras em relação ao interior de fragmentos florestais.

Os estratos superiores, como é o caso de árvores que compõem o dossel com aproximadamente 30 m de altura, podem dificultar a visualização de sua copa. Para isso, devem ser utilizados métodos alternativos para observação da fenologia.

O mais comum deles pode ser através do observador suspenso próximo a copa das árvores. Outro método, pode ser através do uso de binóculo, que amplia o campo de visão, permitindo enxergar a longas distâncias (este é o meio mais usual e encontrado entre as literaturas) de Abreu e Vieira (2004); Fischer (1994).

Ambos possuem problemas práticos. O primeiro é caro, limita as observações, é lento e arriscado (tanto do ponto de vista de segurança quanto de saúde, pois há o risco real de contrair doenças transmissíveis por insetos, como leishmaniose, Chagas, arboviroses ou malária), já o segundo é difícil de manter o foco da observação e nem sempre pode-se ver o que ocorre no topo do dossel.

Alternativas vem sendo testadas com algum sucesso. Entre elas, as fotografias de alta resolução a partir de torres, tem ganhado espaço nas publicações. Entretanto, têm as mesmas limitações do método do observador suspenso. Seu raio de registro é limitado, o custo destas câmeras é elevado e a sua manutenção exige um gasto adicional.

Mais recentemente, outras alternativas vem sendo adotadas. Dentre elas, os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT), que são normalmente pequenas aeronaves de asas fixas ou móveis, com câmeras de alta resolução na descrição de Medeiros (2007). Essa tecnologia, por ser de fácil manuseio, normalmente de baixo peso, e principalmente com a redução dos preços comercializados, pode ser de grande relevância para o acompanhamento das mudanças da vegetação, principalmente quando se usa processamento de imagens com alta resolução computacional. Isso porque, permite abranger grandes áreas, facilitando a obtenção dos dados para determinação de estudos ecológicos mencionado por Borges (2016).

Os componentes de um VANT são essenciais para o seu bom desempenho, dentre eles Santos (2015) destaca os pares de hélices que são responsáveis pela sustentação do equipamento. Os motores são posicionados para cada hélice e são os que realizam os giros, o mais comum é do tipo “brushless” sem escovas, um VANT ainda deve conter controladores de velocidade estando este na mesma quantidade de hélices e motores, permitindo a realização de manobras e a descida vertical garantindo a sua estabilidade.

Santos (2015) ainda menciona em seu trabalho as partes principais de um VANT, dentre elas, a bateria que normalmente é feita de lítio, conhecida como bateria Lipo, alimenta todos os componentes integrados, já o controlador de voo comanda

todos os dados que são transmitidos e calculados, como os sensores que são feitos para quantificar os parâmetros como a altitude, velocidade do voo, distância entre objetos para evitar colisões, o giroscópio para identificar a altitude e a posição do VANT no espaço, o acelerômetro além de medir a aceleração serve para quantificar inclinações, rotações dentre outras projeções e o GPS do equipamento indica o seu deslocamento em uma área.

Borges (2016) destaca que o uso de VANTs para o monitoramento fenológico, exige cuidados adicionais, tais como: bom planejamento das missões e um cuidado especial nos métodos de processamento, já que os pixels que formam a imagem são suscetíveis a variações circadianas e sazonais. Adicionalmente, neste método, ter pontos de controle de coordenadas geográficas (com a instalações de miras, com coordenadas conhecidas) ajuda no processamento automático das variações fenológicas, ao longo do tempo. Ainda sobre o planejamento das missões, o ideal é possuir mais de uma bateria carregada para executar todo o trajeto sem que interferências ocasionais influencie na antecipação do voo e por fim verificar se o software exige a calibração do aparelho que é feita através da sua rotação, conforme demonstrado no controle do piloto.

Apesar disso, desde que se tenha uma plataforma ou clareira para lançamento dos VANTs, seu uso tem se tornado muito atraente para apoiar as observações de fenofases em florestas densas. Dessa forma, este trabalho apresenta o estudo da fenologia de árvores de dossel, no Museu da Amazônia, tendo como ponto de partida a torre de observação, utilizando-se um Phantom com câmera de alta resolução.

2. Objetivos

2.1 Objetivo Geral:

- Avaliar se o uso de VANTs pode ser uma alternativa viável para determinar as diferenças nos padrões fenológicos das espécies de dossel em floresta ombrófila densa.

2.2 Objetivos Específicos:

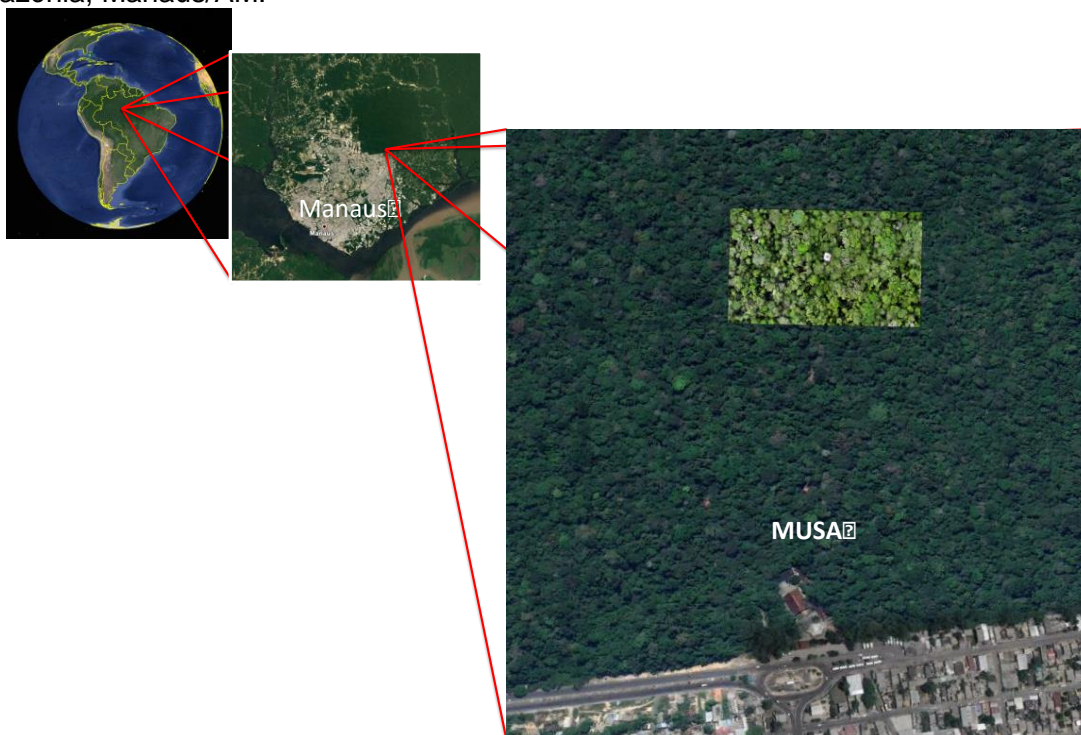
- Identificar os padrões fenológicos como folhagem, desfolhagem e floração;
- Analisar os padrões sazonais da fenologia;
- Analisar possíveis diferenças nos padrões encontrados com o VANT com a da literatura.

3. Materiais e Métodos

3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no Museu da Amazônia (MUSA), na qual está inserida a Reserva Florestal Adolpho Ducke, localizado no bairro Cidade de Deus em Manaus – AM (Figura 1). A vegetação é de Floresta Tropical Úmida, apresentando árvores emergentes que podem ultrapassar os 50 m, além de plantas que podem variar de 30-35 m competindo para receber luminosidade com dossel bem fechado e o sub-bosque adaptado à sombra.

Figura 1: Localização da área de estudo (retângulo em verde mais claro), no Museu da Amazônia, Manaus/AM.



Os solos formados por platôs são argilosos e as vertentes possuem argila chegando a áreas de baixio formadas por areia. A Reserva Ducke tem formações de platô que vão de 80-140 m de altitude, os baixios podem ser periodicamente inundados na época de chuva, sendo que podem ter igarapés mesmo em época de seca.

O clima é descrito como Tropical Úmido, a umidade relativa pode chegar de 75-86% e a precipitação anual pode ultrapassar 2.500 mm. A estação de chuva

é de novembro-maio, com os meses de março e abril com maior precipitação. A estação seca é de junho-outubro, com setembro sendo considerado o mês mais seco. A temperatura média anual é de 26 °C com poucas variações durante o ano.

O local é aberto à visitação guiada, possui vários atrativos como: trilhas, fungário, serpentário, borboletário, dentre outras atividades diferenciadas. A torre de 42 metros de altura e a parte do Museu que mais desperta curiosidade, com vista para a floresta, sendo possível observar a heterogeneidade desta grande riqueza que está sob proteção da reserva.

O Museu da Amazônia, foi escolhido para estudo qualitativo da fenologia de árvores do dossel, em Floresta Ombrófila Densa, com a finalidade de verificar se é possível utilizar VANTs para a observação de cada fenofase a partir da torre. O uso dessa tecnologia permitiu fazer o mapeamento de toda a área que cerca o perímetro da torre, dessa forma, foram feitas a seleção de dez espécies que tiveram acompanhamento de outubro de 2018 a outubro de 2019.

3.2 Método clássico para observar fenologia

O dossel apresenta altura entre 30-35 m o que dificulta a visualização de toda sua copa e dos processos fenológicos que acontecem nesse estrato arbóreo. A maioria das literaturas encontradas realizam as observações da fenologia por meio da utilização do binóculo (ALENCAR, ALMEIDA e FERNANDES, 1979; CARA, 2006; MARQUES e OLIVEIRA, 2004; e TALORA e MORELLATO, 2000). Normalmente, esse método de visualização é feito de baixo para cima, não sendo possível averiguar o que ocorre no topo do dossel, em termos de quantificação não é ideal o apoio desse tipo de observação, já que só permite caracterizar a presença ou a ausência de um evento fenológico.

3.3 Método com veículo aéreo não tripulado – VANT

Essa nova tecnologia têm ganhado espaço no mercado devido aos preços mais acessíveis, o VANT utilizado na realização deste trabalho é um Phantom de uso doméstico de fabricação da DJI, o seu preço de mercado está em uma faixa de R\$ 7.000 – 8.0000 reais. O equipamento é de asa móvel com quatro hélices

(quadricoptero) essa aeronave é estável para a realização de vários movimentos, possui sensores que alertam quando objetos estão próximos para evitar choques, a sua câmera de alta resolução captura imagens de alta qualidade, ainda possui GPS e a bateria dura quase 30 minutos de voo, sendo aconselhável ter mais de uma bateria dependendo do tamanho da área a ser mapeada. Os VANTs podem ser utilizados para diversas finalidades como na agricultura, saúde e outras aplicações, mas para fenologia ainda existem poucos trabalhos que avaliam esses aspectos da vegetação.

A escolha dessa aeronave de baixo preço, demonstrou um grande potencial para o monitoramento de árvores, quando se procura por métodos eficientes e de baixo custo. É importante atentar-se para o tempo das observações que devem ser suficientes para se categorizar em um padrão fenológico, o planejamento das missões deve seguir o mesmo protocolo, fazer pontos de controle com as coordenadas do local evita gastar tempo em fazer correções e possuir mais de uma bateria carregada oferece mais segurança para abranger grandes áreas.

3.4 Inventário do Museu da Amazônia

O Museu da Amazônia disponibilizou listas que foram trabalhadas ao longo das trilhas, nelas continham informações básicas sobre todas as coletas tais como: o número dos indivíduos marcados, as espécies, as famílias, as coordenadas e dentre outras informações primordiais para auxiliar no trabalho, esta encontra-se compilada na (Tabela 2) adaptada. Tendo em vista, que as espécies de interesse, eram árvores de dossel, no entorno da torre foram monitoradas algumas espécies-chaves que já apresentavam identificação essas porventura, foram fotografadas mensalmente para observação, sendo selecionadas dez espécies desse estrato arbóreo conforme a (Tabela 1) para verificar as mudanças que ocorreriam ao longo dos meses com cada uma delas e se os padrões encontrados na literatura eram correspondentes. Foi definido que os aspectos a serem observados seria a folhagem, desfolhagem e a floração. Quanto a frutificação, não foi possível notar a sua presença nas imagens feitas pelo VANT, devido a altitude de 30 metros impossibilitando a sua visualização, normalmente o fruto imaturo é verde dificultando a distinção do restante da vegetação.

Os campos demonstraram que as coordenadas feitas com o GPS para monitoramento de árvores não são confiáveis, já que existe uma margem de erro de metros e isso pode influenciar na identificação das árvores, pois elas se encontram próximas umas das outras, dessa forma outras estratégias foram inseridas ao longo do trabalho. Além das listas, uma botânica do Museu, auxiliou no reconhecimento de algumas espécies que não estavam indicando a sua posição correta, para isto, foi utilizado um ortomosaico (Figura 7) que na prática significa juntar todas as fotos para formar somente uma com as correções já incluídas e com grande resolução, sendo este ortomosaico executado por um programa chamado Agisoft Photoscan que será detalhado mais adiante. Foi feita a comparação das copas do ortomosaico com os mapas que ela já tinha trabalhado e a partir do contorno das copas foi possível fazer a identificação das espécies.

3.5 Fotografias Obtidas por Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT)

Os voos com VANT devem ser feitos em faixas para manter uma sobreposição entre uma foto e outra, assim é preciso planejar um voo com várias faixas, mantendo sempre uma maior sobreposição longitudinal e uma sobreposição lateral menor. É aconselhável em câmeras convencionais, utilizar uma sobreposição longitudinal de 80-90% e acima de 55% de sobreposição lateral.¹

O trabalho foi executado por meio de um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), cujo modelo é o Phantom de fabricação da DJI, este VANT é de fácil manipulação, possui ainda sensores contra objetos, GPS, além de vir acompanhado por um controle para a realização de todos os comandos.

Para iniciar o estudo foi seguido um protocolo baseado em um voo automático que determina alguns parâmetros como: o tempo, a altitude, velocidade e o caminho a ser percorrido. O software do equipamento pode exigir a sua calibração, o controle informa como deve ser feita a rotação para que ele possa ser utilizado, portanto é necessário verificar se o aparelho informa sobre a calibração antes de iniciar a missão para não interferir no voo.

Ao iniciar a partida, o VANT começa pelo lado leste da torre de observação, após o término desse lado, a bateria é trocada para dar continuidade, é

¹ (MOREIRA, Alexandre, 2018)

importante salientar que a troca de bateria é necessária para que não ocorra nenhum acidente com o equipamento, e em seguida o lado oeste começa a ser feito. É possível ver todo o trajeto enquanto o VANT fotografa assim, como visualizar as copas que estão em torno de 30 metros de altitude.

3.6 Utilização do Google Earth©

Para aprimorar a localização de cada uma das espécies foi essencial o uso do Google Earth, pois esse aplicativo indica a posição de cada ponto no globo terrestre. Conforme os campos para a confirmação de onde essas árvores se encontravam, tendo como referência a torre, algumas espécies apresentavam coordenadas que estavam em conformidade com o que se esperava no mapa, sendo possível inserir espécies que apresentavam dossel.

O Google Earth juntamente com as imagens obtidas através das fotografias realizadas pelo VANT, cada uma delas contendo as suas coordenadas, foi de suma importância para conferir se as árvores estavam de acordo com a posição dada pelo GPS do MUSA. Algumas espécies próximas da torre estavam indicando a posição correta, outras estavam mais distantes, sendo necessário buscar a informação correta dessas coordenadas.

Com relação ao reconhecimento das espécies na torre de observação, ainda havia dificuldades, surgindo a necessidade de confeccionar um mapa para apoiar na familiaridade com cada uma das espécies de interesse.

3.7 Processamento de Imagens com Agisoft Photoscan©

As imagens foram processadas em um programa chamado Agisoft Photoscan, com a sua versão em 64 bits, isso significa que o computador apresenta uma grande capacidade para executar o processamento. Ao abrir o programa na sua parte superior está inserida a barra de ferramentas, dentre elas, a mais utilizada é o fluxo de trabalho que permite executar todas as funções do processamento e escolher a qualidade de resolução (baixa- ultra elevada), quanto maior for a qualidade mais tempo leva para finalizar todo o processamento, porém o produto gerado apresenta um maior refinamento.

As imagens que fazem parte do processamento devem estar alocadas em uma pasta para serem adicionadas através da barra de ferramenta, fluxo de trabalho, é necessário que as imagens estejam salvas em uma pasta para em seguida inserir na área de trabalho para ser feito o alinhamento dos pontos conforme a (Figura 2) o programa faz o cruzamento de dados do GPS do VANT indicando a posição de cada foto capturada. A próxima etapa é construir uma nuvem densa (Figura 3) que mostra os pontos das imagens mais aglomerados deixando menos espaços vazios dentro da área, para dar sequência ao projeto deve-se permanecer na ferramenta e escolher os demais procedimentos para o projeto que tem opções para a construção de um modelo 3D (Figura 4) , incluir textura (Figura 5), criar um Modelo Digital de Elevação – MDE (Figura 6) que busca mostrar através das cores a altura do terreno, após o MDE a última etapa do processamento é um ortomosaico (Figura 7), o programa ortorretifica a imagem retirando distorções e cria um mosaico do terreno formando apenas uma imagem com uma qualidade superior. Ao final de cada etapa, deve-se salvar o projeto ou exportar para uma pasta, é interessante manter uma organização, pois os arquivos gerados são divididos em várias partes.

A elaboração de um mapa com a localização das espécies, foi produzido com o Photoscan, gerando-se um ortomosaico com uma resolução de ótima qualidade para conduzir na identificação das espécies. Esse mapa passou por várias correções estando representado nas (Figuras 8, 9 e 10) para realocar as copas nos seu lugar de origem.

Figura 2: Alinhamento de pontos

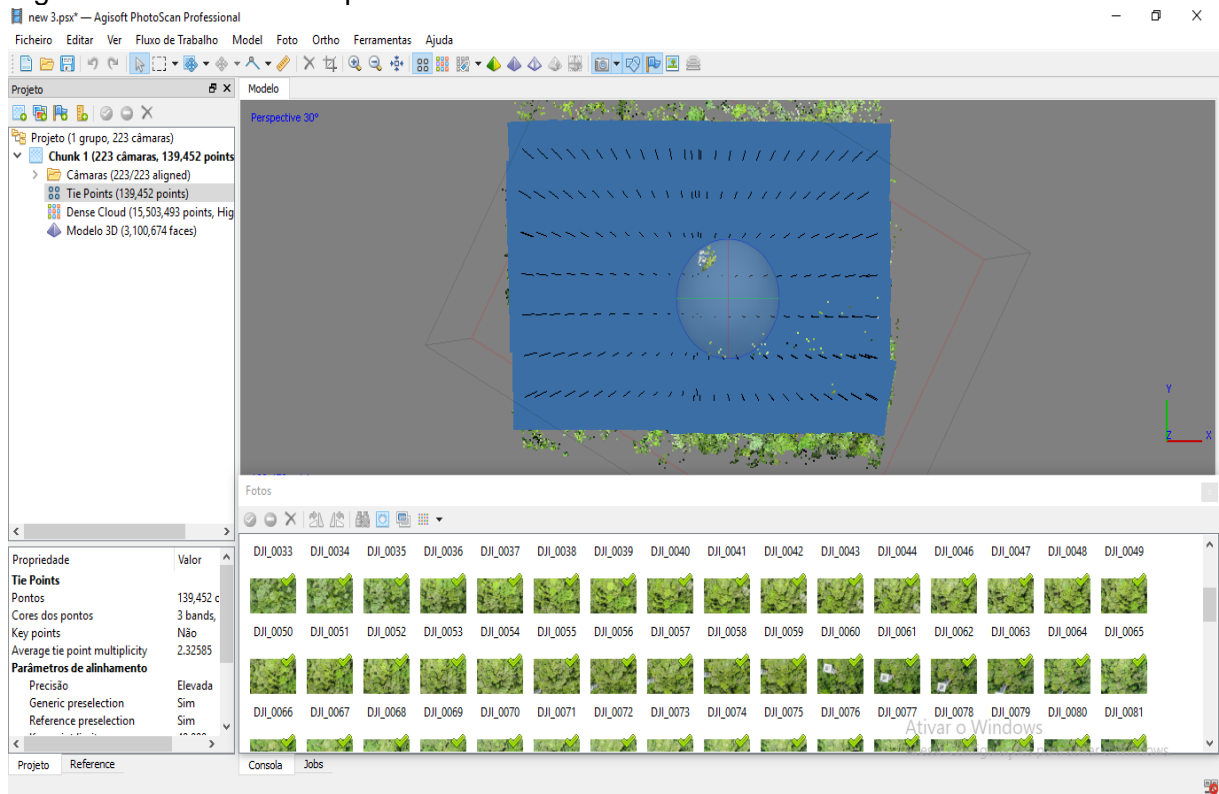


Figura 3: Nuvem densa

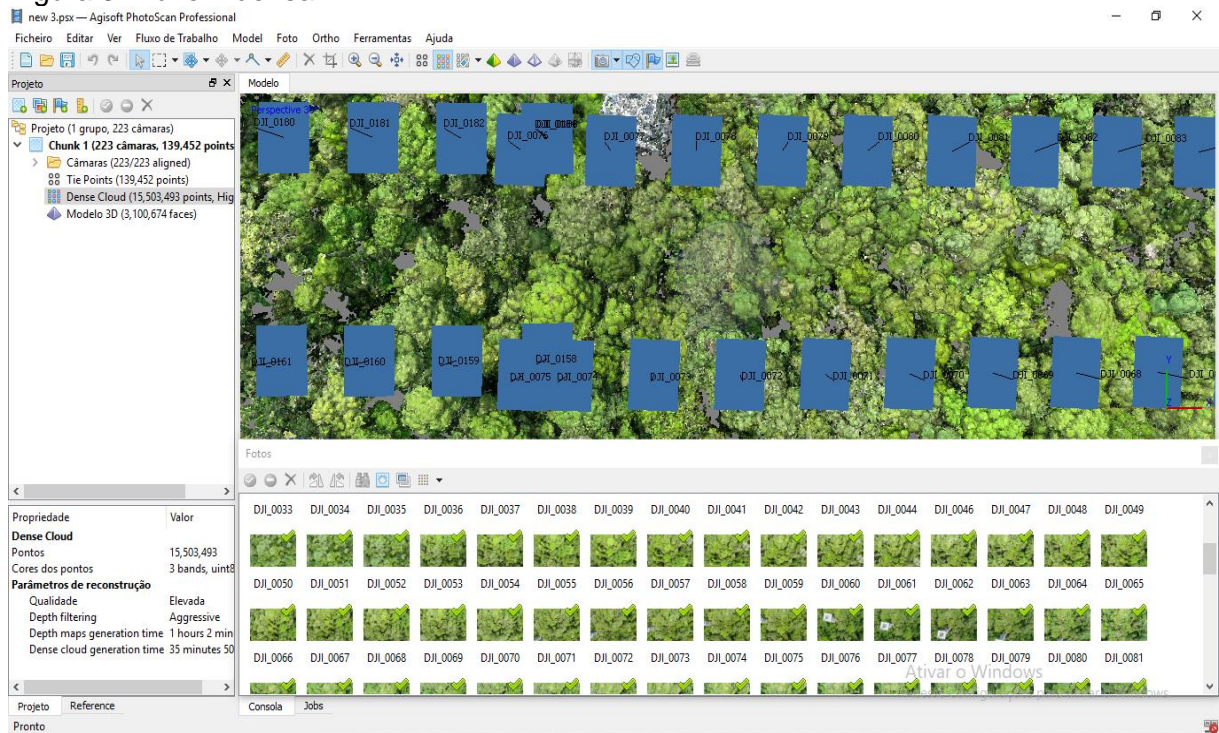


Figura 4: Modelo 3D

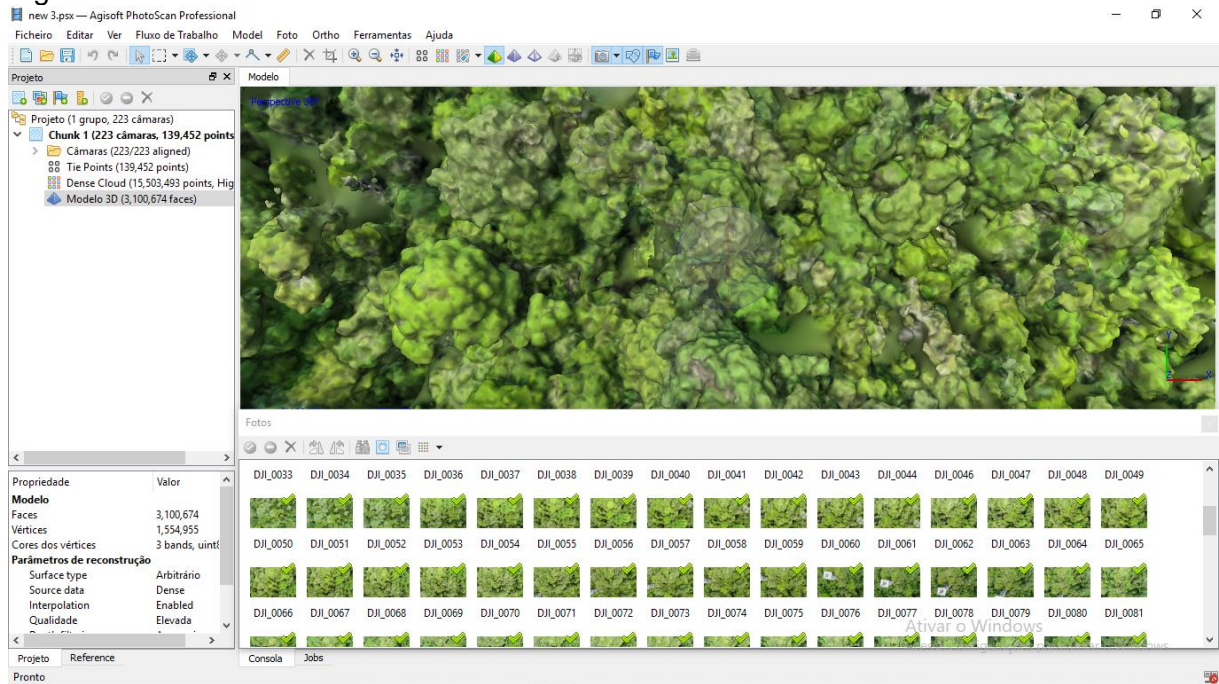


Figura 5: Textura

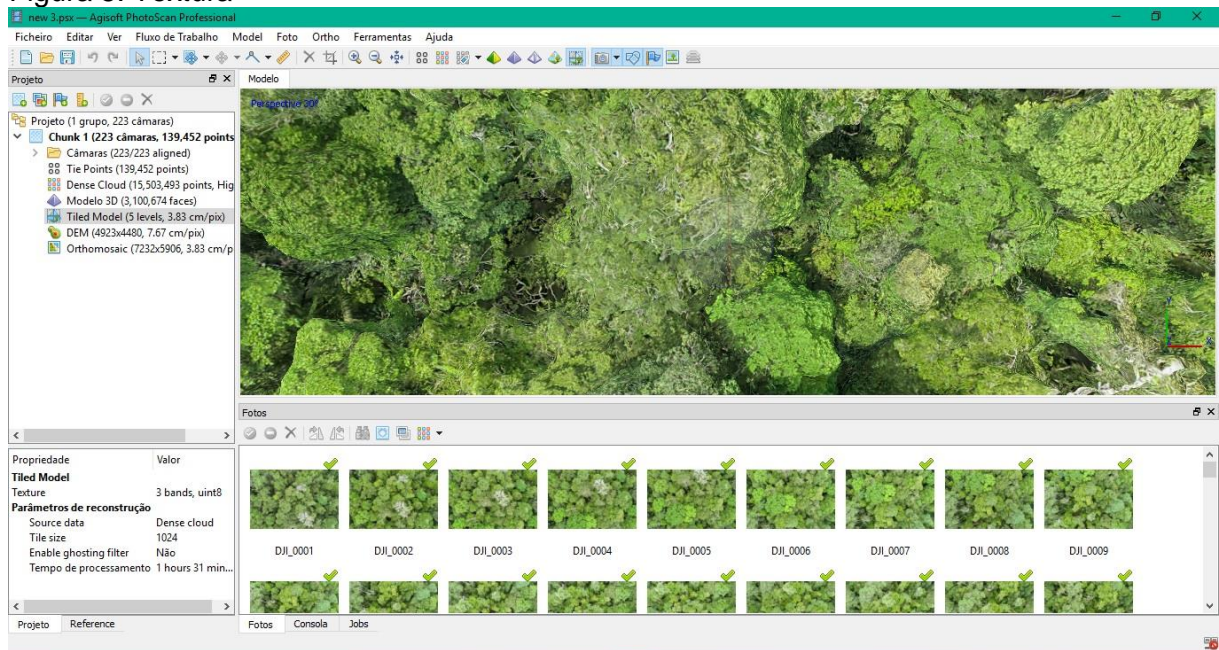


Figura 6: Modelo Digital de Elevação (DEM)

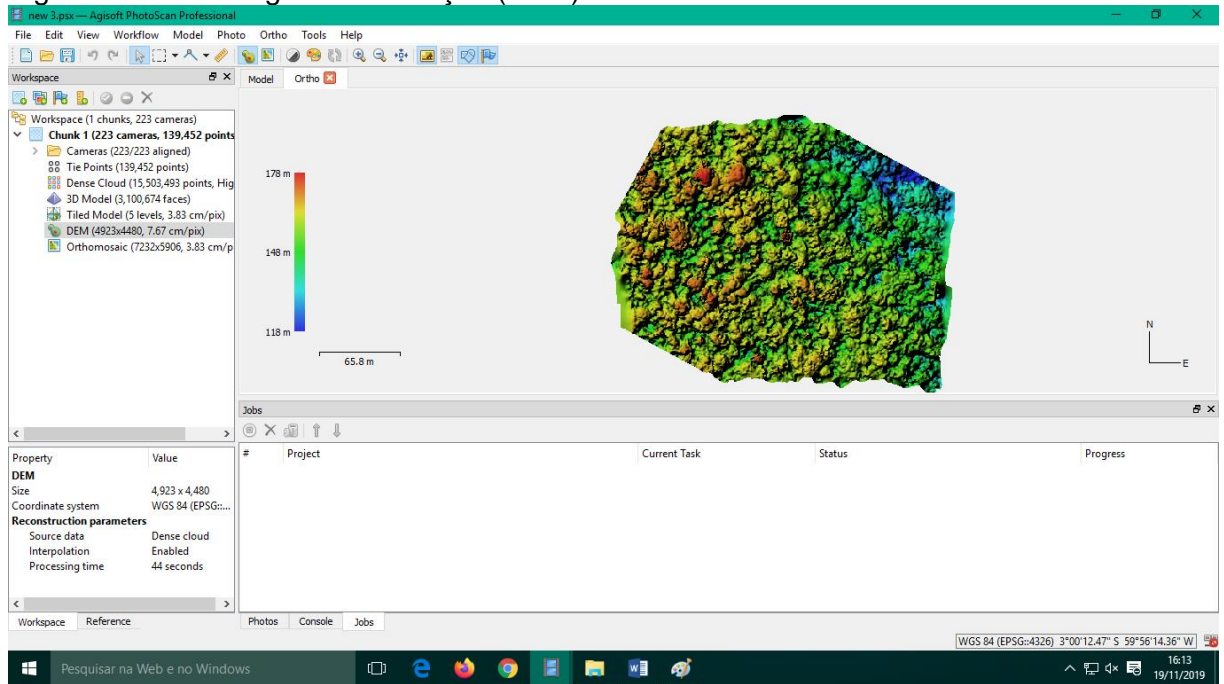
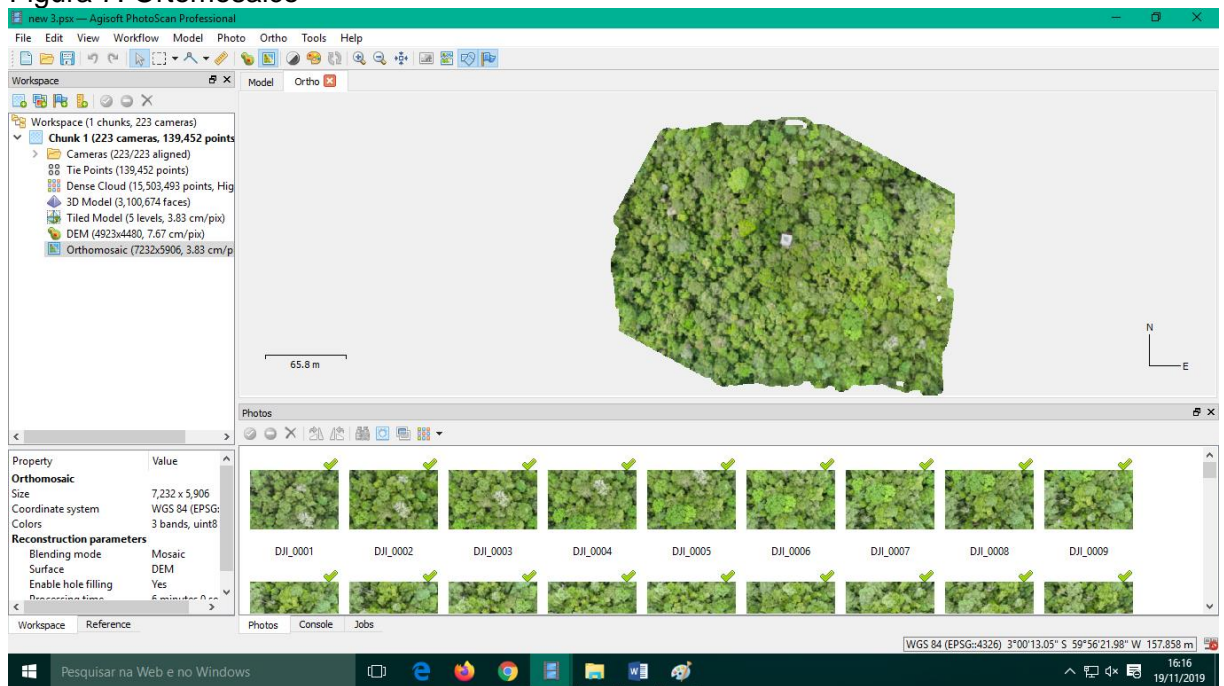


Figura 7: Ortomosaico



3.8 Tabela produzida com o Photoscan

O uso do programa Photoscan foi primordial para a criação de uma tabela, cuja a finalidade era encontrar as fotos de cada mês, na qual apareciam as espécies a serem analisadas no período de estudo. Para isso, foi preciso adicionar as fotos no Photoscan, na área do projeto havia a projeção de todas as coordenadas indicando através dos pontos a posição das fotos.

Tendo em vista que o VANT tinha como ponto de partida o lado leste da torre de observação e ao retornar executava o lado oeste, fazendo sempre o mesmo percurso, foi necessário refazer todo o caminho do VANT para marcar na tabela que estava baseada nas linhas, nos lados (leste e oeste) e no número de cada foto indicando a posição onde cada uma delas se encontrava de acordo com o GPS do VANT.

A elaboração da tabela juntamente com o Google Earth, facilitou a procura das árvores que foram marcadas conforme a identificação registrada no Museu, destacando-se na planilha com uma cor diferenciada para melhorar a visualização no momento da análise qualitativa de cada espécie, assim como se encontra na (Tabela 2) exemplificando o mês de outubro.

3.9 Correção das Árvores com Azimute

Ao longo dos campos foi notado que algumas das árvores não estavam na posição indicada pelo GPS, portanto foi necessário fazer a correção e para isto foi preciso de uma equipe para auxiliar no trabalho. Desse modo, com a produção de um mapa feito pelo laboratório de ecologia em conjunto com o Museu da Amazônia, este mapa serviu para procurar as árvores e acertar a posição correta da copa, foi necessário o uso de bússola para fazer o azimute, trena de 30 m para medir a distância de uma árvore a partir de um ponto de referência assim como o uso da régua e esquadros para indicar a posição da copa.

Esse trabalho foi desenvolvido a partir de um ponto de partida, a torre que teve como origem as suas bases, estas foram nomeadas como os pontos (A, B, C e D), a partir daí as árvores que estavam mais próximas iam sendo procuradas por seu número de identificação, então conforme encontradas tirava-se a distância em metros, o azimute que saía do ponto de origem para o destino em graus e caso a

copa não fosse reta, tirava-se a medida do seu deslocamento e também o azimute (Tabela 4). Para finalizar, foi feito uma regra de três com base no azimute e escala do mapa, sendo usado os esquadros e o transferidor para marcar a copa.

Figura 8: Árvores trabalhadas com a sua real localização

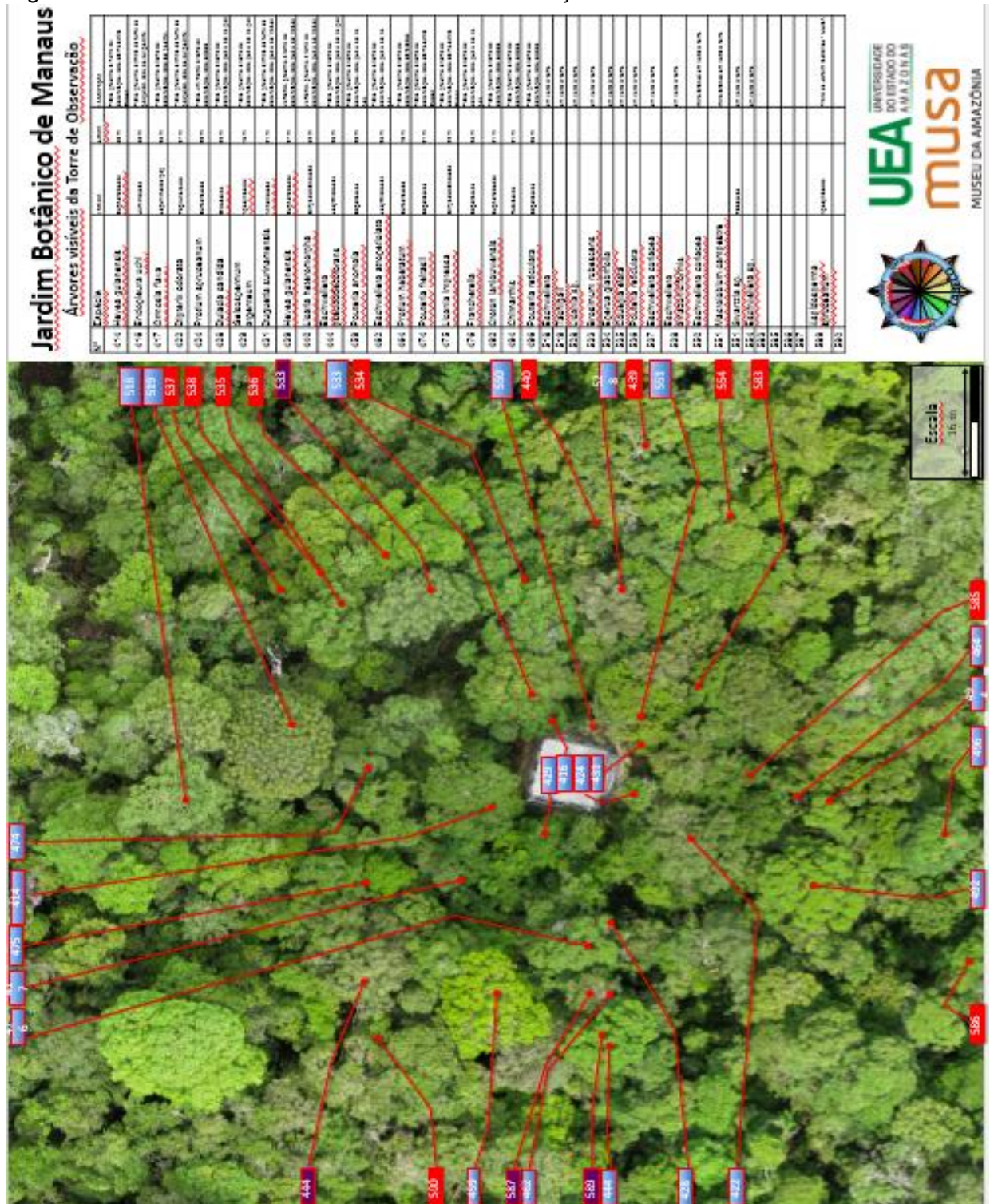


Figura 9: Árvores trabalhadas com a sua real localização

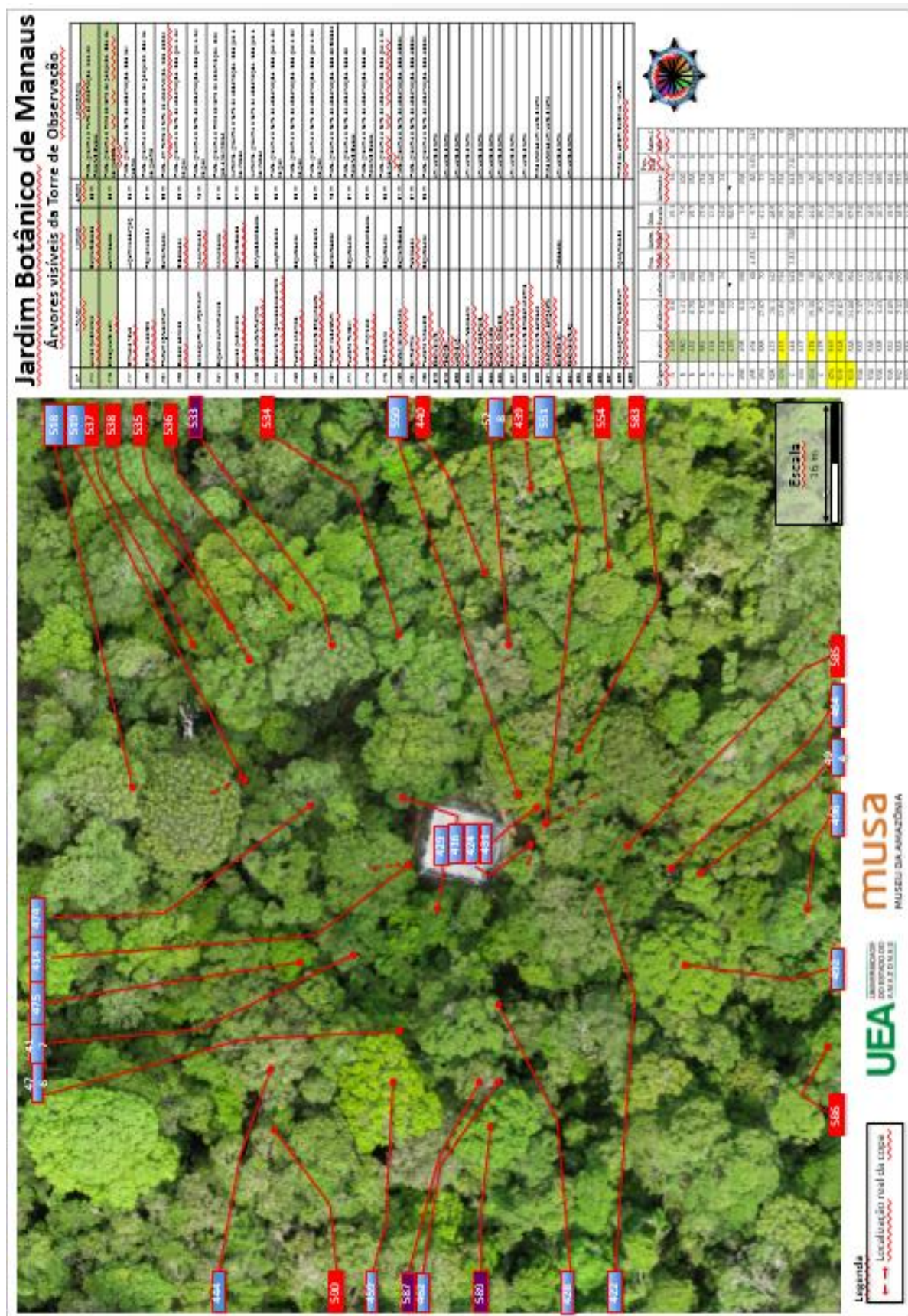


Figura 10: Árvores trabalhadas com a sua real localização

Jardim Botânico de Manaus Árvores visíveis da Torre de Observação

Nº	Espécie	Família	Altura	Localização
414	<i>Hevea guianensis</i>	Euphorbiaceae	30 m	Prato, próximo a Torre de observação, lado da Reserva Ducke
415	<i>Eriopora urchi</i>	Humifloraceae	30 m	Prato, próximo a trilha da torre de observação, lado do solo pólo
417	<i>Ormosia flava</i>	Leguminosae	23 m	Prato, próximo a torre de observação, lado do solo pólo
422	<i>Crateva odorata</i>	Fabaceae	27 m	Prato, próximo a trilha da torre de observação, lado do solo pólo
424	<i>Protium spruceanum</i>	Burseraceae	28 m	Prato, em trilha da torre de observação, lado do solo pólo
428	<i>Dulacia zaridada</i>	Chacaceae	22 m	Prato, próximo a torre de observação, lado do solo pólo
429	<i>Stenandrium spenseum</i>	Apocynaceae	18 m	Prato, próximo a trilha da torre de observação, lado do solo pólo
431	<i>Cuguela surinamensis</i>	Annonaceae	21 m	Prato, próximo a trilha da torre de observação, lado do solo pólo
439	<i>Hevea guianensis</i>	Euphorbiaceae	27 m	Ventilador, próximo a torre de observação, lado do solo pólo
440	<i>Licania heteromorphus</i>	Chrysobalanaceae	32 m	Ventilador, próximo a torre de observação, lado do solo pólo
444	<i>Eschweilera pseudocoborant</i>	Leguminosae	26 m	Prato, próximo a torre de observação, lado do solo pólo
459	<i>Pouteria anomala</i>	Sapotaceae	20 m	Prato, próximo a torre de observação, lado do solo pólo
462	<i>Eschweilera propolis</i>	Leguminosae	23 m	Prato, próximo a torre de observação, lado do solo pólo
464	<i>Protium monobotum</i>	Burseraceae	18 m	Prato, próximo a torre de observação, lado do solo pólo
474	<i>Pouteria frutesc</i>	Sapotaceae	21 m	Prato, próximo a torre de observação, lado do solo pólo
475	<i>Licania impressa</i>	Chrysobalanaceae	22 m	Prato, próximo a torre de observação, lado do solo pólo
476	<i>Fraxinella</i>	Sapotaceae	25 m	Prato, próximo a torre de observação, lado do solo pólo
492	<i>Croton ampouweris</i>	Euphorbiaceae	21 m	Prato, próximo a torre de observação, lado do solo pólo
494	<i>Cinnamom</i>	Rubiacae	21 m	Prato, próximo a torre de observação, lado do solo pólo
496	<i>Pouteria reticulata</i>	Sapotaceae	26 m	Prato, próximo a torre de observação, lado do solo pólo
518	<i>Eschweilera</i>	Leguminosae		sem volta à torre
519	<i>Fraxinella</i>	Chrysobalanaceae		sem volta à torre
528	<i>Licania coriacea</i>	Leguminosae		sem volta à torre
533	<i>Brosimum rubescens</i>	Moraceae		sem volta à torre
534	<i>Erinac. thibetensis</i>	Chrysobalanaceae		sem volta à torre
535	<i>Couepia exita</i>	Chrysobalanaceae		sem volta à torre
536	<i>Pouteria reticulata</i>	Sapotaceae		sem volta à torre
537	<i>Eschweilera coriacea</i>	Leguminosae		sem volta à torre
538	<i>Eschweilera amazonensis</i>	Leguminosae		sem volta à torre
550	<i>Eschweilera coriacea</i>	Leguminosae		trilha branca em volta à torre
551	<i>Macaranga campestris</i>	Sapotaceae		trilha branca em volta à torre
551	<i>Sapota sp.</i>	Sapotaceae		sem volta à torre
554	<i>Eschweilera sp.</i>	Leguminosae		sem volta à torre
555	<i>Brosimum rubescens</i>	Moraceae		sem volta à torre
555	<i>Mouriri angulicosta</i>	Moraceae		
557	<i>Coccoloba culamary</i>	Sapotaceae		
558	<i>Macaranga spruceanum</i>	Apocynaceae		Trilha do Jardim Botânico - MUSA
559	<i>Licania camels</i>	Leguminosae		



Localização real da copa

Legenda



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS

MUSA MUSEU DA AMAZÔNIA

4.Resultados

Foram selecionadas dez espécies que se encontram na (Tabela 1) para averiguar as mudanças que exibiram ao longo dos meses, tendo como referência o mês de outubro de 2018 ao mês de outubro de 2019. Em alguns meses, não foi possível retirar as fotos com o VANT devido alguns imprevistos, vale ressaltar que dezembro foi o único que não apresentou nitidez nas imagens, isso pode ter sido acarretado por um dia com excesso de luminosidade afetando a sua qualidade, mas houve possibilidade de retirar informações referentes a folhagem e a desfolhagem.

Para extração dos dados foi necessário encontrar cada foto que continha a árvore de interesse e para isto foi utilizado: uma planilha com as informações das fotos apresentada na (Tabela 3) o Google Earth e o mapa com a localização exata de cada copa, essas ferramentas contribuíram para a seleção das fotos de cada mês.

As espécies a seguir tais como: *Aspidosperma spruceanum*, *Dipteryx odorata*; *Duguetia surinamensis*; *Endopleura uchi*; *Eschweillera*; *Eschweillera coriacea*; *Eschweillera pseudodecolorans*; *Franchetella sp*; *Hevea guianensis* e *Macrobium campestre* foram escolhidas para gerar dados qualitativos através da sua folhagem, desfolhagem e floração. Logo abaixo, encontra-se uma tabela referente as informações fenológicas das dez espécies.

Aspidosperma spruceanum obteve folhas novas ao longo do período de estudo, tendo em vista, que suas folhas se distinguem por causa do seu tom esverdeado ser completamente diferente do restante da copa, quanto ao desfolhamento somente ocorreu em março e a floração de junho a julho. De acordo com Lorenzi (1998) *Aspidosperma spruceanum* tem a sua época de floração de julho a setembro, a floração foi coerente somente com o mês de julho.

Dipteryx odorata inicialmente estava com intenso desfolhamento entre outubro a novembro de 2018, após esse período nos meses que seguiram até julho de 2019 teve a incorporação de folhas novas apresentando-se mais encorpada e por fim, só foi possível notar uma única floração em outubro de 2019. Na descrição de Alencar, Almeida e Fernandes (1979) essa árvore, cuja as folhas geralmente permanecem na copa, podendo na estação seca perder parte de suas folhas, a sua floração tem ocorrência entre novembro e fevereiro, mas para Aleixo (2014) pode

incluir os meses de outubro a março, porém nas observações só foi possível notar uma mudança sutil na floração em outubro.

Duguetia surinamensis foi uma das árvores que mais dificultou o detalhamento das observações, tendo em vista, que esta copa estava próxima a várias outras, o que promoveu uma certa falta de distinção entre o seu começo e fim. Conforme as observações, inicialmente teve folhas novas em novembro, fevereiro e abril e o seu desfolhamento ocorreu em fevereiro e também de julho a outubro de 2019. *Duguetia surinamensis* apresenta eventuais perdas de folhas que são ditas como ocasionais, isto foi confirmado pelo estudo que demonstrou que a árvore havia perdido as folhas no início, no meio e próximo ao final do ano.

Endopleura uchi apresentou folhas novas entre abril a outubro, o seu desfolhamento foi pouco perceptível concentrando-se nos meses de novembro a dezembro, já a floração foi o que mais se destacou na copa, tendo início entre outubro de 2018 e após isto de junho a julho de 2019. Dentre todas as árvores de dossel, essa foi a mais simples de identificar visualmente todos os aspectos relacionados a folhas novas, folhas perdidas e a floração. Considerada uma árvore perenifólia, ou seja, mantém as suas folhas durante todo o ano, mas sobre a sua floração não há consenso entre os autores porém, é provável que ocorra entre julho a setembro para Viana, et al., (2011) mas de acordo com Lorenzi (1998) pode ser de setembro a novembro. As análises revelaram mudanças sutis em relação as folhas novas e as perdidas, já a floração apresentou uma coloração amarelada facilitando sua distinção e a correlação com os meses de outubro e julho.

Eschweilera chamou atenção por conta das folhas novas que surgiram serem parecidas com flores, essas tiveram ocorrência entre dezembro a outubro, o seu desfolhamento não foi tão aparente e surgiu em julho, já a floração foi possível notar que ocorreu de outubro de 2018 a novembro e em seguida outubro de 2019. Conforme dados de Jesus et al., (2000) apresenta floração de junho a outubro. Conforme as análises a floração ocorreu entre outubro de 2018 a novembro e também em outubro de 2019.

Eschweilera coriacea apresentou folhas novas num intervalo entre outubro a dezembro de 2018 e também entre junho a outubro de 2019, não houve desfolhamento da copa dentro desse período, enquanto a floração foi por volta de novembro e outubro de 2019. Lopes (2012) descreve essa árvore como perenifólia

e a sua floração tem ocorrência de agosto a dezembro. Em comparação com as análises houve somente folhas novas e a floração foi correspondente em novembro e outubro.

Eschweilera pseudodecolorans teve uma grande perda de folhas em outubro de 2018 a novembro de 2018, porém foi visível o ganho de folhas entre fevereiro a junho de 2019, já a floração tem sua nitidez comprometida, mas é possível que tenha ocorrido em fevereiro. Mori e Prance (2010) destacam que a floração da espécie é de agosto a setembro. A floração não correspondeu a mencionada por Mori e Prance, já que está estava indicando o mês de fevereiro.

Franchetella sp. apresentou mudanças sutis em sua composição, tendo colocado folhas novas em novembro, já nos meses subsequentes entre dezembro a meados de junho houve seu desfolhamento, sendo que sua provável floração se deu por volta de junho.

Hevea guianensis foi uma árvore que apresentou períodos de folhagem esparsos, além disso teve como característica marcante o excesso da perda das folhas entre os meses de abril a junho, após esse intervalo recuperou o seu volume. Quanto a floração não houve possibilidade de distinguir nas fotografias, apenas com base em uma observação feita com binóculo foi percebido a fase inicial da sua floração que ocorreu em julho. É comum a perda das folhas da espécie *Hevea guianensis* que tem duração de 8 a 12 meses antes de iniciar o período de floração, este tem uma tendência de ocorrência nos meses de agosto a novembro para Alencar, Almeida e Fernandes (1979) mas para Aleixo (2014) esta pode ocorrer de junho a outubro durante a estação seca. Conforme as observações, é possível confirmar com os estudos mencionados que a árvore é caducifolia e em seguida floresce.

Macrobium campestre foi uma das árvores que teve uma intensa perda das folhas de outubro a novembro de 2018 e em outubro de 2019, após esse período recuperou o tamanho da copa através da reposição de novas folhas de novembro a fevereiro e também em julho, enquanto a floração foi de junho a julho. Para Félix da Silva (2008) *Macrobium campestre* é uma árvore que floresce entre fevereiro, julho e setembro. Essa espécie está de acordo com a floração no mês de julho podendo ter se antecipado no mês de junho.

Tabela 1: Matriz das dez espécies de dossel em Floresta de Terra Firme, escolhidas para análise qualitativa comparando- as com a literatura. Os padrões de cores indicam em verde a folhagem, amarelo a desfolhação e em roxo a floração.

Espécie	Período													Base na literatura			
	2018			2019										Padrão	Autor		
	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out				
<i>Aspidosperma spruceanum</i> Benth. Ex Müll. Arg.		■	■		■		■		■				■				Lorenzi (1998)
						■	■		■	■					■	jul - set	
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Forsyth f.	■	■			■		■			■	■						Aleixo (2014)
			■		■									■		out - mar	
<i>Duguetia surinamensis</i> R. E. Fr.		■			■		■				■				■		
						■											
<i>Endopleura uchi</i> (Huber) Cuatrec.							■			■	■			■			Viana et al., (2011)
		■	■		■					■	■					jul - set	
<i>Eschweilera</i> Mart. ex DC.			■		■	■	■			■	■						Jesus et al., (2000)
		■	■								■			■		jun - out	
<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S. A. Mori	■	■	■							■	■						Lopes (2012)
														■		ago - dez	
<i>Eschweilera pseudodecolorans</i> S. A. Mori					■	■	■			■							Mori e Prance (2010)
	■	■														ago - set	
<i>Franchetella sp.</i> (Pierre) Eyma		■					■				■			■			
			■		■	■				■							
<i>Hevea guianensis</i> Aubl.		■	■		■	■				■	■	■	■	■			Aleixo (2014)
	■							■		■						jun - out	
<i>Macrobium campestre</i> Huber		■	■		■						■						Félix da Silva (2008)
	■	■								■	■			■		fev, jul, set	

5. Discussão

É comum em regiões equatoriais úmidas que possuem pouca variação sazonal na temperatura, chuva e fotoperíodo, espécies que florescem e frutificam ao longo do ano, assim servindo como um recurso para a obtenção de energia de animais que têm como finalidade a reprodução (BEGON, TOWNSEND e HARPER, 2007).

Em um estudo investigativo para verificar o efeito da sazonalidade sobre a fenologia de árvores localizadas em floresta de terra firme foi verificado um padrão, na qual a floresta de terra firme tem como característica ser caducifólia somente na estação seca. O período de queda de folhas para a terra firme foi de agosto a setembro, a frequência de queda das folhas permaneceu durante todo o ano no habitat de terra firme. Porém a produção de folhas novas ocorreu no fim da estação chuvosa e início da estação seca entre junho a agosto com mais árvores produzindo em menor quantidade (HAUGAASEN e PERES, 2005).

A floração marcada por um padrão sazonal no habitat de terra firme, na qual a produção estava em conformidade com a estação seca de julho a outubro, tendo se prolongado até novembro início da estação chuvosa (HAUGAASEN e PERES, 2005).

Por fim (HAUGAASEN e PERES, 2005) confirmam que as chuvas e a irradiância são fatores determinante para os padrões fenológicos em floresta terra firme.

6.Considerações Finais

Este trabalho serve como um subsídio para os demais que porventura desejam utilizar a tecnologia como uma ferramenta para estudar a fenologia. Como já mencionado no decorrer do estudo, não houve possibilidade de distinguir a frutificação, já que de acordo com o protocolo seguido a altitude de voo do VANT estava programado para 30 m isso evita o choque com as emergentes, mas reduz a capacidade de observar a frutificação ou floração com pouca intensidade. Um outro fator limitante, é o tempo da bateria que dura quase 30 minutos, sendo interessante adquirir baterias extras para abranger uma área maior.

No decorrer dos campos houve dificuldade no reconhecimento das espécies, pois as coordenadas feitas com o GPS apontavam uma margem de erro de metros, portanto foi necessário vários ajustes até chegar no que mais se aproximava da real localização das copas que foi através do azimute. Para trabalhos futuros que tenham noção do reconhecimento das espécies, recomenda-se que o VANT faça voos o mais próximo de cada uma das árvores de interesse para capturar cada detalhe fenológico que pode ser evidenciado em conjunto com as observações com binóculo.

O VANT ao fazer as fotografias pode gerar deformações nas bordas das árvores dando a impressão que sua copa está de lado, esse tipo de deformação é conhecido como erro de paralaxe, que nada mais é do que uma distorção decorrente do ângulo de visão do observador. A correção do erro de paralaxe, pode ser feita em um programa de processamento de imagens, redirecionando os pontos nos locais indicados por algum tipo de marcador, conhecidos como pontos de controle, eles servem para ajustar as coordenadas com o local do terreno dando uma maior precisão para o desempenho do trabalho.

Quanto ao processamento das imagens com o Agisoft Photoscan, no decorrer foi visto que era possível realizar a sequência de tarefas do programa para determinado mês, porém conforme solicitado um novo processamento não estava sendo executado todos os passos que despendiam mais tempo por conta da memória do computador que não estava suportando, com base nisto foi verificado que o computador necessita de um grande armazenamento de memória para executar todas as tarefas do programa.

O trabalho serviu para verificar se é possível utilizar a tecnologia como ferramenta para estudar os padrões de fenologia das árvores do dossel da Floresta Amazônica, entretanto, foi visto a dificuldade de encontrar detalhes com a altitude utilizada durante o processo. Portanto, é necessário uma maior aproximação entre as espécies para distinguir a frutificação, que foi um dos eventos dos quais não se obteve sucesso, pois o fruto imaturo apresenta coloração esverdeada podendo se perder entre as folhas gerando confusão.

7. Referências

- ABREU, C. R. M.; VIEIRA, M. F. Os beija-flores e seus recursos florestais em um fragmento florestal em Viçosa, sudeste brasileiro. Instituto de Ciências Biológicas. Vol. 5, n. 3, 2004.
- ALEIXO, I. F. Padrões e tendências de 30 anos de floração em espécies arbóreas de terra firme na Amazônia Central. 2014. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Floresta Tropical) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2014. [Orientador: Antenor Pereira Barbosa].
- ALENCAR, J. da C.; ALMEIDA, R. N.; FERNANDES, N. P. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. Acta Amazonica, Vol. 9, n. 1, 1979.
- ASSMANN, B. R.; CAPELLESSO, E. S.; DARIVA, G. Efeito de borda na concentração de alumínio e chumbo em líquens em área urbana, rural e industrial. Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade. Vol. 10, n. 7, 2017.
- BEGON, M.; Townsend, C. R.; HARPER, J. L. et al. Ecologia: de indivíduos a ecossistemas. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. p. 97.
- BENCKE, C. S.C.; MORELLAATO, L. P. C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. Revista Brasil. Bot., V.25, n.3, p.269-275, set. 2002.
- BERGAMASCHI, H. O clima como fator determinante da fenologia das plantas. ResearchGate, 2016.
- BORGES, B. D. Uma nova perspectiva para entender a conectividade funcional integrando paisagem e fenologia. 2016. 47 f. Tese (Mestrado em Ecologia) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2016. [Orientador (a): Dra. Leonor Patricia Cerdeira Morellato].
- CARA, P. A. de A. Efeito de borda sobre a fenologia, as síndromes de polinização e a dispersão de sementes de uma comunidade arbórea na Floresta Atlântica ao norte do rio São Francisco. 2006. 235 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal com ênfase em Ecologia Vegetal) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006. [Orientador (a): Dra. Isabel Cristina S. Machado].
- FÉLIX DA SILVA, M. M. Maclobium Schreb., Peltogyne Vog. E. Eperua Aubl (Leguminosae: Caesalpinioideae: Detarieae) da Floresta Nacional de Caxiuanã, com Ênfase na Grade do PPBIO, Pará, Brasil. 2008. 90 f. Dissertação (Mestrado em

Botânica) – Universidade Federal Rural da Amazônia e Museu Paraense Emílio Goeldi, 2008. [Orientador (a): Maria de Nazaré do Carmo Bastos].

FISCHER, E. A. Polinização, fenologia e distribuição espacial de Bromeliaceae numa comunidade da Mata Atlântica, litoral sul de São Paulo. 1994. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Estadual de Campinas, 1994. [Orientador (a): Marlies Sazima].

HAUGAASEN, T.; PERES, C. A. Tree Phenology in Adjacent Amazonian Flooded and Unflooded Forest. *Biotropica*, Vol. 37, N. 4. 2005.

JESUS, K.A.S. de; FERREIRA, G.C.; MARTINS-DA-SILVA, R.C.V. Acervo do herbário IAN. 2. Lecythidaceae Poiteau. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. P. 190. 2000.

LOPES, G. L. *Eschweilera coriácea* (DC.) S. A. Mori Matamatá, matamatá branco. <<https://sites.unicentro.br/wp/manejoflorestal/matamata/>>

LORENZI, H. *Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil*. 2. ed. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 1998.

MARQUES, C. M.; OLLIVEIRA, P. E. A. M. Fenologia de espécies do dossel e do sub-bosque de duas florestas de Restinga na Ilha do Mel, sul do Brasil. *Revista Brasil Bot.*, Vol. 27, n. 4, out-dez de 2004.

MEDEIROS, F. A. Desenvolvimento de um Veículo Aéreo Não Tripulado para Aplicação em Agricultura de Precisão. 2007. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal de Santa Maria, 2007. [Orientador: Dr. Airton dos Santos Alonço].

Mori, S. A., N. P. Smith, X. Cornejo & G. T. Prance. 2010. The Lecythidaceae Pages (<http://sweetgum.nybg.org/lp/index.php>). The New York Botanical Garden, New York, USA.

OLIVEIRA, Márcio Luiz et al. **Reserva Ducke: A biodiversidade Amazônica através de uma grade**. 19. ed. Manaus: Editora Áttema, 2008.

REGO, G. M.; NEGRELLE, R. J. B.; MORELLATO, L. P. C. **Fenologia: ferramenta para a conservação, melhoramento e manejo de recursos vegetais arbóreos**. 21 ed. Colombo: Embrapa Florestas, 2007.

RUBIM, P.; NASCIMENTO, H. E. M.; MORELLATO, L. P. C. Variações interanuais na fenologia de uma comunidade arbórea de floresta semidecídua no sudeste do Brasil. *Acta bot. bras.* Vol. 24, n.3, 2010.

SANTOS, T. R. S. dos. Integração de um VANT. 2015. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Elétrica /Eletrônica) Universidade do Vale do Paraíba, 2015 [Orientador: Alessandro Corrêa Mendes].

SILVA, D. de P; BRITO, V. L. G. Previsão de respostas de comunidades às mudança climáticas globais. Unicamp – PG Ecologia, Ecologia de Comunidades e Ecossistemas, Seminários, 2008.

VIANA, Carla Azevedo dos Santos et al. Plantas da Amazônia: 450 espécies de uso geral. Brasília: Universidade de Brasília, 2011. P. 1771-1772.]

ANEXOS

Tabela 2: Inventário Florístico das espécies de dossel localizadas em uma área de Terra Firme do Jardim Botânico de Manaus

Coleção	Núm. Reg.	Família	Nome Científico	Nome comum	Autor	Localização
JB-N	414	Euphorbiaceae	<i>Hevea guianensis</i>	Seringueira	Aubl.	em volta à torre
JB-N	416	Humiriaceae	<i>Endopleura uchi</i>	Uchi	(Huber) Cuatrec.	Trilha branca
JB-N	417	Fabaceae	<i>Ormosia flava</i>		(Ducke) Rudd	em volta à torre
JB-N	422	Fabaceae	<i>Dipteryx odorata</i>	Cumarú	(Aubl.) Forsyth f.	em volta à torre
JB-N	424	Burseraceae	<i>Protium spruceanum</i>	Breu	(Benth) Engl.	em volta à torre
JB-N	428	Olacaceae	<i>Dulacia candida</i>		(Poepp) Kuntze	em volta à torre
JB-N	429	Apocynaceae	<i>Geissospermum argenteum</i>	Aquariquara-branca	Woodson	em volta à torre
JB-N	431	Annonaceae	<i>Duguetia surinamensis</i>		R. E. Fr.	Trilha branca
JB-N	439	Euphorbiaceae	<i>Hevea guianensis</i>	Seringueira	Aubl.	em volta à torre
JB-N	440	Chrysobalanaceae	<i>Licania heteromorpha</i>	Caripé-rana	Benth.	em volta à torre
JB-N	444	Lecythidaceae	<i>Eschweilera pseudodecolorans</i>		S. A. Mori	em volta à torre
JB-N	459	Sapotaceae	<i>Pouteria anomala</i>		(Pires) T. D. Penn.	em volta à torre
JB-N	462	Lecythidaceae	<i>Eschweilera atropetiolata</i>		S. A. Mori	em volta à torre
JB-N	464	Burseraceae	<i>Protium hebetatum</i>		Daly	em volta à torre
JB-N	474	Sapotaceae	<i>Pouteria freitasii</i>		T. D. Penn.	em volta à torre
JB-N	475	Chrysobalanaceae	<i>Licania impressa</i>		Prance	em volta à torre
JB-N	476	Sapotaceae	<i>Franchetella sp.</i>		(Pierre) Eyma	em volta à torre
JB-N	492	Euphorbiaceae	<i>Croton lanjouwensis</i>		Jabl.	em volta à torre
JB-N	494	Rubiaceae	<i>Chimarrhis</i>		Jacq.	em volta à torre
JB-N	496	Sapotaceae	<i>Pouteria reticulata</i>		(Engl.) Eyma	
JB-N	518	Lecythidaceae	<i>Eschweilera</i>		Mart. ex DC.	em volta à torre
JB-N	519	Fabaceae	<i>Tachigali</i>	Tachi	Aubl.	em volta à torre
JB-N	528	Chrysobalanaceae	<i>Licania sp.</i>		Aubl.	em volta à torre
JB-N	533	Moraceae	<i>Brosimum rubescens</i>	Pau-rainha	Taub.	em volta à torre
JB-N	534	Fabaceae	<i>Eperua glabrifolia</i>		(Ducke) R. S. Cowan	em volta à torre
JB-N	535	Chrysobalanaceae	<i>Couepia elata</i>		Ducke	em volta à torre
JB-N	536	Sapotaceae	<i>Pouteria reticulata</i>		(Engl.) Eyma	em volta à torre
JB-N	537	Lecythidaceae	<i>Eschweilera coriacea</i>		(DC.) S. A. Mori	em volta à torre
JB-N	538	Lecythidaceae	<i>Eschweilera amazoniciformis</i>		S. A. Mori	em volta à torre
JB-N	550	Lecythidaceae	<i>Eschweilera coriacea</i>	Mata mata amarelo	(DC.) S. A. Mori	trilha branca
JB-N	551	Fabaceae	<i>Macrolobium campestre</i>		Huber	trilha branca
JB-N	554	Lecythidaceae	<i>Eschweilera sp.</i>		Mart. ex DC.	em volta à torre
JB-N	583	Moraceae	<i>Brosimum rubescens</i>		Taub.	Trilha branca
JB-N	585	Melastomataceae	<i>Mouriri angulicosta</i>		Morley	Trilha branca
JB-N	586	Sapotaceae				Trilha branca
JB-N	587	Lauraceae	<i>Ocotea cujumarý</i>		Mart.	Trilha branca
JB-N	589	Apocynaceae	<i>Aspidosperma spruceanum</i>		Benth. Ex Müll. Arg.	Trilha branca
JB-N	590	Lauraceae	<i>Licaria cannella</i>		(Meisn.) Kosterm.	Trilha branca

Tabela 3: Matriz elaborada para localizar as espécies por foto, as cores servem para realçar, facilitando a visualização do registro das espécies. A matriz foi feita para cada mês, o voo representa o lado feito pelo VANT, a posição indica a direção que estava (Leste-Oeste; Oeste- Leste), as linhas são as faixas percorridas pelo VANT para cada lado e o nome da foto significa a nomenclatura salva de cada imagem.

Mês	Voo	Posição	Linha	Foto	Nome da foto	Número de registro da espécie			
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	I	1	1				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	I	2	2				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	I	3	3				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	I	4	4				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	I	5	5				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	I	6	6				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	I	7	7				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	I	8	8				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	I	9	9				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	I	10	10				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	I	11	11				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	I	12	12				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	I	13	13				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	I	14	14				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	II	1	15				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	II	2	16				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	II	3	17				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	II	4	18				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	II	5	19				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	II	6	20				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	II	7	21				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	II	8	22				

11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	II	9	23				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	II	10	24				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	II	11	25				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	II	12	26				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	II	13	27				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	II	14	28				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	III	1	62				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	III	2	63				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	III	3	64				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	III	4	65				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	III	5	66				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	III	6	67				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	III	7	68				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	III	8	69				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	III	9	70				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	III	10	71				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	III	11	72				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	III	12	73				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	III	13	74				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	III	14	75	JBN 494	JBN 495	JBN 496	
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	IV	1	76	JBN 492			
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	IV	2	77	JBN 422	JBN 424		
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	IV	3	78	JBN 550	JBN 551	JBN 583	JBN 585
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	IV	4	79	JBN 431			

11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	IV	5	80	JBN 528 , 532, 533, 534			
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	IV	6	81	JBN 440	JBN 554		
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	IV	7	82	JBN 439			
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	IV	8	83				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	IV	9	84				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	IV	10	85				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	IV	11	86				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	IV	12	87				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	IV	13	88				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	IV	14	89				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	V	1	90				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	V	2	91				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	V	3	92				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	V	4	93				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	V	5	94				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	V	6	95				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	V	7	96				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	V	8	97				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	V	9	98				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	V	10	99	JBN 416	JBN 535, 538	JBN 536	JBN 537
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	V	11	100				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	V	12	101				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	V	13	102				

11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	V	14	103	JBN 429			
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	VI	1	104				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	VI	2	105				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	VI	3	106	JBN 474	JBN 475	JBN 519	
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	VI	4	107				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	VI	5	108				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	VI	6	109				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	VI	7	110				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	VI	8	111				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	VI	9	112				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	VI	10	113				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	VI	11	114				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	VI	12	115				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	VI	13	116				
11/10/2018	Leste	Oeste - Leste	VI	14					
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	VII	1	117				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	VII	2	118				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	VII	3	119				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	VII	4	120				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	VII	5	121				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	VII	6	122				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	VII	7	123				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	VII	8	124				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	VII	9	125				

11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	VII	10	126				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	VII	11	127				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	VII	12	128	JBN 518			
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	VII	13	129				
11/10/2018	Leste	Leste - Oeste	VII	14	130				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	I	1	144				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	I	2	143				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	I	3	142				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	I	4	141				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	I	5	140				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	I	6	139				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	I	7	138				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	I	8	137				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	I	9	136				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	I	10	135				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	I	11	134				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	I	12	133				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	I	13	132				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	I	14					
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	II	1					
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	II	2	157				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	II	3	156				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	II	4	155				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	II	5	154				

11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	II	6	153				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	II	7	152				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	II	8	151				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	II	9	150				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	II	10	149				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	II	11	148				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	II	12	147				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	II	13	146				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	II	14	145				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	III	1	170				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	III	2	169				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	III	3	168				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	III	4	167				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	III	5	166				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	III	6	165				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	III	7	164				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	III	8	163				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	III	9	162				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	III	10	161	JBN 586			
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	III	11	160				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	III	12	159				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	III	13	158	JBN 464			
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	III	14					
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	IV	1	184				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	IV	2	183				

11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	IV	3	182				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	IV	4	181	JBN 428			
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	IV	5	180	JBN 462, 587			
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	IV	6	179				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	IV	7	178				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	IV	8	177				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	IV	9	176				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	IV	10	175				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	IV	11	174				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	IV	12	173				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	IV	13	172				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	IV	14	171				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	V	1	198				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	V	2	197				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	V	3	196				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	V	4	195				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	V	5	194				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	V	6	193				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	V	7	192				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	V	8	191				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	V	9	190				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	V	10	189				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	V	11	188	JBN 417	JBN 589	JBN 590	
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	V	12	187	JBN 476			

11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	V	13	186				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	V	14	185	JBN 414	JBN 475		
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	VI	1	212				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	VI	2	211				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	VI	3	210				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	VI	4	209	JBN 444	JBN 459		
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	VI	5	208				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	VI	6	207				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	VI	7	206				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	VI	8	205				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	VI	9	204				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	VI	10	203				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	VI	11	202				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	VI	12	201				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	VI	13	200				
11/10/2018	Oeste	Leste - Oeste	VI	14	199				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	VII	1	225				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	VII	2	224				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	VII	3	223				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	VII	4	222				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	VII	5	221				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	VII	6	220				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	VII	7	219				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	VII	8	218				

11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	VII	9	217				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	VII	10	216				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	VII	11	215				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	VII	12	214				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	VII	13	213				
11/10/2018	Oeste	Oeste - Leste	VII	14					

Tabela 4: Matriz formada para corrigir as copas do mapa produzido no Photoscan, na qual se tem a origem começando pela torre com as suas bases nomeadas em (A, B, C e D), as demais numerações da origem e destino, referem-se ao registro das árvores, distância em metros, azimute em graus e a observação somente para os troncos que não possuíam a base reta.

Origem	Destino	Distância (m)	Azimute (°)	Observação
D	416	6,60	34	
B	550	3,41	100	
B	431	6,78	158	
B	551	7,57	174	Tronco a 7,29m - azimute (168°)
A	424	5,18	146	
C	414	5,72	24	
496	495	0,80	198	
495	494	4,20	80	Tronco a 4,63m – azimute (342°)
494	585	17,87	72	
585	422	20,1	142	
422	424	12,64	54	
C	444	28,60	342	
444	417	12	116	
474	519	9,43	208	
519	518	15,62	358	
519	538	24,86	154	
538	537	7,37	112	
538	536	7,12	124	
538	535	4,43	169	
535	532	6,89	164	
532	533	7,32	272	
533	534	4,88	150	
414	475	15,72	340	
474	414	15,93	24,5	
475	417	6,04	304	
519	474	9,42	20	
518	519	15,55	355	
519	473	10,60	138	

533	473	19,34	156	
533	534	4,89	142	
534	535	11,24	20	
535	536	5,15	64	
535	537	6,38	60	
535	538	4,48	354	
A	424	5,41	148	
B	550	3,76	86	
B	431	7,53	148	
B	551	7,89	176	Tronco a 8,15m - azimute (84°)
424	422	12,51	228	
B	585	21,11	170	
585	464	9,80	240	
464	494	7,57	244	Tronco a 5,43m - azimute (350°)
464	495	11,90	260	Tronco a 1,00m – azimute (48°)
464	496	13,35	246	
464	492	18,02	298	
444	576	10,55	100	
476	576	8,60	24	
476	587	12,49	84	
587	462	12,07	40	
462	429	15,25	80	
444	590	10,88	25	
444	459	5,54	28	
431	433	6,48	140	
431	583	9,80	178	
433	528	9,94	62	
528	555	12,28	148	Tronco a 3,50m - azimute (50°)
555	554	3,39	180	
554	439	16,31	70	
439	440	10,55	318	