

COMPORTAMENTO FENOLÓGICO DE ESPÉCIES FLORESTAIS DETECTADO POR SISTEMAS AÉREOS NÃO TRIPULADOS

Erica Kerolaine Mendonça dos Santos¹, Symone Maria de Melo Figueiredo² e Evandro Orfanó Figueiredo²

1. Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Ranco, Acre, Brasil;
2. Doutorado em Ciências de Florestas Tropicais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, Brasil;

RESUMO

A fenologia estuda as mudanças ocorridas nas copas das árvores ao longo do ano, bem como analisa os fatores que influenciam tais modificações. O estudo das fenofases possibilita a tomada de decisões em outras áreas da ciência florestal. Este trabalho teve o objetivo de determinar a fenologia de dez espécies madeiráveis a partir da análise de ortofotos obtidas com Unmanned Aircraft Systems (UAS) em uma área de floresta ombrófila densa de terra firme, com vistas à promover o uso de geotecnologias no acompanhamento fenológico. Os resultados obtidos evidenciam que o uso de UAS é eficiente para coletas fenológicas. Porém há fatores que influenciaram nesta coleta, os quais estão relacionados à velocidade do vento, incidência de nuvens, ceras cuticulares, capacidade do computador que analisou as imagens. Para que haja um processo de excelência na coleta dos dados e se permita a percepção de detalhes como floração e frutificação, quando os mesmos não possuírem cores chamativas há a necessidade de se minimizar a influência dos fatores, assim a coleta será mais precisa.

Palavras-chave: Fenofase, Ortofoto e UAS.

ABSTRACT

Phenology studies how the changes occurred in the tree tops throughout the year, as well as the analysis of the factors that alter such changes. The study of the phenophases made it possible to make a decision about the areas of forest science. Work on an unmanned aircraft system (UAS) in an area of dense land firmeombrophilous forest, with a view to promoting the use of geotechnologies in phenological monitoring. The results show that the use of UAS is efficient for the phenological collections. However, these factors influenced the energy generation, cloud incidence, skin waxes, analysis capacity as images. In order to have an excellent process of data collection and to realize how inflation and fruiting, when they are not present, an association of factors is necessary, as well as a more accurate collection.

Keywords: Fenophase, Orthophoto and UAS.

1. INTRODUÇÃO

Estudos fenológicos em ecossistemas ocorrem basicamente de duas formas, em nível de populações e de comunidades, os quais podem ter caráter qualitativo quando se observa a época de ocorrência dos eventos, ou quantitativo quando se mede o grau de intensidade dos eventos fenológicos (FOURNIER, 1974). Estudos de curto prazo, podem não encontrar resultados satisfatórios dependendo das variações abióticas e bióticas que ocorrerem no período. Devido a este fator a metodologia deverá ser elaborada de forma a permitir a continuidade ou comparação do estudo.

O conhecimento fenológico vegetal é de grande importância para se entender o funcionamento do ecossistema ao longo do tempo e dos processos ecológicos relacionados a sustentabilidade (CARDOSO, 2011). Através do conhecimento da periodicidade desses eventos é possível perceber desde mudanças sensíveis no ecossistema até mudanças ambientais significativas. Portanto conhecer a fenologia das espécies se faz necessário para desenvolver de forma mais eficientes outras atividades da área florestal.

Com o objetivo de determinar a fenologia de dez espécies madeiráveis a partir da análise de ortofotos obtidas com *Unmanned Aircraft Systems* (UAS) em uma área de floresta ombrófila densa de terra firme, com vistas a promover o uso de geotecnologias no acompanhamento fenológico, este estudo foi desenvolvido. Coletou-se imagem de alta resolução de cinco espécies com câmera fotográfica para comparar com ortofoto no período de março de 2017 a janeiro de 2019 e verificou-se a capacidade do drone em capturar detalhes em mudança de fenologia na área de Reserva Florestal da Embrapa-Acre.

2. MATERIAL E MÉTODO

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi desenvolvido no período de janeiro de 2017 a janeiro de 2019, na floresta da Embrapa Acre, localizada nas cercanias da cidade de Rio Branco, com localização central UTM/WGS84 (*Universal Transversa de Mercator/World Geodetic System*) 19L 643951E e 8890451 N.

Segundo Figueiredo (2018), há inúmeros pequenos canais de drenagem de duas microbacias, a do Igarapé da Colônia (5.750 m) e a do Igarapé Forquilha (6.230 m), tais canais de drenagem cortam a área de norte a sul, estimou-se uma Área de Preservação Permanente (APP) de 71,88 hectares. Tais estimativas de extensão dos canais e APP foi feita por interpretação dos pulsos LiDAR que alcançaram o solo e perfilam as calhas dos referidos canais de drenagem. Dentro desta área de floresta localiza-se a área de coleta do presente estudo.

A área de coleta está localizada no município de Rio Branco. As árvores georreferenciadas compõem o banco de dados do inventário da área através do qual foi realizada a escolha das espécies de interesse para o desenvolvimento do estudo fenológico.

2.2 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA COLETA DE DADOS

2.2.1 Aeronave remotamente pilotada

O modelo utilizado para a coleta de dados foi o mesmo dos estudos desenvolvidos por Figueiredo et al. (2018): uma UAS do multirrotor DJI Phantom 4 Professional (P4 pro) que possibilita planos de voos semi autônomos. O equipamento possui todas as homologações necessárias e registro junto à Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), Agência Nacional de Aviação Civil (Anac) e Departamento de Controle do Espaço Aéreo (Decea). A fabricante é a DJI, a aeronave possui peso total de payload de 1,388 kg a qual tem sensores eletrônicos de bússola, acelerômetro com controladora eletrônica de velocidade, giroscópio de seis eixos, sistema GNSS (GPS e Glonass) de alta sensibilidade, sensores ultrassônicos e infravermelhos anticolisão). A capacidade máxima de voo é de 30 minutos, porém levando em consideração os princípios de segurança, o tempo de voo normalmente era inferior a metade da capacidade máxima.

Segundo Figueiredo et al. (2018) a aeronave é equipada com uma câmera com sensor RGB de 1"CMOS (complementary metal-oxide semiconductor) de 20 megapixel, com lentes de auto foco de 24 mm, a qual é acoplada a um gimbal de três eixos para estabilização eletrônica da imagem. A estação de solo utilizada tem duas opções de frequência (2.400–2.483 GHz e 5.725–5.825 GHz) e enlace máximo entre a RPA e o rádio de até 7.000 m de distância horizontal. Para a operação da estação em solo foi utilizado um celular modelo galaxy S9 com capacidade de armazenamento de 65 gigas.

2.2.2 Câmera de superzoom

Segundo a fabricante Nikon, a câmera COOLPIX B700, possui lente objetiva com alcance de zoom que cobre ângulos de visão desde grande angular de 24 mm até super teleobjetiva de 1440 mm (equivalente ao formato de 35 mm) e suporta uma poderosa fotografia macro, tão próximos com aproximadamente a 1 cm da objetiva. A câmera possui objetivas Super ED têm possibilidades avançadas, incluindo uma capacidade extremamente elevada de remover espectros secundários, oferecendo características superiores de correção da aberração cromática. Com lente objetiva NIKKOR com zoom ótico de 60x, distância focal de 4,3 a 258 mm. Tais configurações confere ao equipamento qualidade de aproximação e imagem alta qualidade, oferecendo um produto de qualidade, permitindo assim o uso na atividade de coleta fenológica.

2.3 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Utilizou-se dados anteriormente coletados por Figueiredo em 2007, para localização das espécies. Onde o inventário realizado foi do tipo censitário de todas as espécies comerciáveis e não comerciáveis com DAP_{1,30 cm} igual ou superior a 50 centímetros. As quais foram inseridas em um GPS Esportivo Portátil Garmin (GPSMAP 64), de alta sensibilidade com antena quadhelix.

Foram selecionadas quatro espécies arbóreas madeiráveis para desenvolvimento do estudo, sendo estas: *Bertholletia excelsa* Bonpl. – castanheira, *Cedrela odorata* L. – cedro, *Apuleia leiocarpa*- garapa, *Amburana acreana* (Ducke) A.C.Sm. – cerejeira. Após determinado as espécies objetos de estudo foi realizada a predileção em loco, a qual foi sucedido-se através de uma caminhada nas trilhas da área inventariada, onde dois parobotânicos acompanharam a estudante para confirmar que os indivíduos selecionados condizem com a identificação botânica do inventário. Foram seletados dez indivíduos de cada espécie, totalizando em quarenta árvores observáveis ao longo das trilhas da área de reserva Florestal da Embrapa- Acre.

As observações fenológicas no primeiro ano foram realizadas com o uso de RPA e no segundo ano tanto com a RPA quanto com uma câmera fotográfica de superzoom, com lentes de 1480 mm. No primeiro ano foram realizados voos mensais para coleta de dados, no segundo ano os voos passaram a ser quinzenais para acompanhar as coletas realizadas com o uso do equipamento fotográfico. Os dados coletados com a RPA passaram por

processamento de dados para tornar possível a elaboração de ortofotos, através das quais foram realizadas as análises fenológicas. As fotos coletadas com câmera fotográfica de alta resolução foram separadas por coletadas e identificadas com as devidas datas para facilitar a alocação das fotografias e compará-las com a ortofoto de data próxima.

A comparação das imagens da câmera com as ortofotos foram realizadas através do uso de um computador notebook com processador core i3, permitindo o manuseio das ortofotos e o armazenamento das fotografias da câmera fotográfica, em Sistema de Informação Geográfica (SIG). Todos os dados obtidos e resultados encontrados foram comparados com dados bibliográficos de outros autores, preferencialmente cujos estudos realizados o mais próximo possível da Reserva Florestal da Embrapa.

2.3.1 Dados Climatológicos

Os dados climáticos diários foram coletados na estação meteorológica da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária do Estado Acre - Embrapa Acre, a estação está localizada menos de 03 km de raio da região de estudo. Foram obtidos os valores diários de precipitação dos anos de 2017 a 2019. Os dados são medidos pela estação em intervalos periódicos de cinco minutos, dispostos em planilha eletrônica.

O período escolhido para análise de precipitação (janeiro de 2017 a fevereiro de 2019) deve-se ao período de coleta de dados fenológicos para tornar possível a montagem do calendário fenológico e sua correlação com a precipitação, visto que a literatura comprova a associação da ausência ou presença de fenofase com o índice de chuva.

2.3.2 Avaliação Fenológica

As observações fenológicas foram realizadas mensalmente com o uso de veículos aéreos não tripulados, onde o equipamento *captura* fotos a cada dois segundos, através das quais é montada em laboratório um mosaico de fotografias denominado ortofoto. A ortofoto permitiu a observação das copas das árvores sobrevoadas da área de pesquisa.

A partir do segundo ano, qualquer modificação observada nas ortofotos nas copas das árvores, foi analisada *in loco*, registrando-se com câmera fotográfica de superzoom, se tais mudanças correspondem ao observado anteriormente. Além disso, foram realizadas vistorias rotineiras a cada quinze dias, no intuito de observar as mudanças de fenofase das espécies. Durante as vistorias em campo, foi realizado o registro em ficha de

campo, preenchido com os números referentes às fenofases, conforme a proposta de Araújo (1970), descrito abaixo:

- ✓ Floração: botões florais (F1), plena floração (F2), floração terminando ou terminada (F3);
- ✓ Frutificação: frutos novos (F4), frutos maduros (F5), frutos maduros caindo ou sementes dispersadas (F6);
- ✓ Mudança foliar: árvores com poucas folhas ou desfolhadas (F7), folhas novas (F8), folhas novas em maioria (F9) e folhas velhas (F10).

Os padrões fenológicos foram classificados conforme NEWSTRON et al. (1994), que organiza estes eventos em época, duração e frequência. A época está relacionada a estação do ano em que ocorre a fenofase. A duração é dividida em breve (até um mês), intermediária (1 a 5 meses) e prolongada (mais que 5 meses). A frequência divide-se em subanual (quando houver múltiplas e irregularidades durante o ano), anual (quando o ciclo fenológico durar 12 meses); supra-anual (quando o ciclo for superior a doze meses).

2.3.3 Identificação de padrões fenológicos

Para identificação dos padrões fenológicos na área objeto de estudo foi elaborado uma ficha de coleta de campo para melhor acurácia e rapidez das coletas. Durante as coletas de campo com o auxílio da câmera de superzoom, as copas das árvores eram observadas e os dados anotados em planilha.

Através das coletas de dados e catalogação das fichas foi possível montar o calendário fenológico, com o uso dos códigos que seguem a metodologia de Araújo (1970). Esta ficha foi utilizada durante todas as coletas realizadas com o uso da câmera fotográfica e depois de finalizada as coletas os dados foram transferidos para planilha eletrônica, mantendo-se a metodologia.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PRECIPITAÇÃO MENSAL DA ÁREA DE ESTUDO

Os dados acerca da precipitação foram analisados e posteriormente desenvolvido os procedimentos estatísticos adequados para obtenção das médias mensais de precipitação na área da Reserva Florestal da Embrapa- Acre.

É possível observar, ao analisar os dados, que a precipitação no mês de janeiro foi 96,62 milímetros superior no ano de 2018, no que se refere à fevereiro a mesma aumentou significativamente chegando a atingir 344,07 (mm). A partir do mês de maio até o mês de novembro a precipitação manteve-se baixa em ambos os anos, começando a aumentar significativamente a partir de novembro.

3.2 FENOFASES OBSERVADAS DAS ESPÉCIES FLORESTAIS

As 40 árvores analisadas no presente estudo com suas respectivas características fenológicas e período de ocorrência estão listadas no quadro 01 e 02.

Quadro 1. Listagem de fenofases das dez espécies objeto de estudo no ano 2017, obtida por ortofoto.

Espécie	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<i>Amburana acreana</i> (Ducke) A.C.Sm.	F7 F10	F7	F7	F7	F7	F7	F7	F8	F9	F9
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	F10	F10 F8	F10	F7	F7	F7	F8	F9	F9	F9
<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	F9	F8 F10	F8 F10	F8 F10	F10	F10	F10	F3 F7	F9	F9
<i>Cedrela odorata</i> L.	F10	F10 F8	F10	F10	F10	F7	F7	F7	F8	F8

Plena floração (F2), floração terminando ou terminada (F3); frutos novos (F4), frutos maduros (F5), frutos maduros caindo ou sementes dispersadas (F6); árvores com poucas folhas ou desfolhadas (F7), folhas novas (F8), folhas novas em maioria (F9) e folhas velhas (F10).

Quadro 2. Listagem de fenofases das dez espécies objeto de estudo no ano 2018, obtida por ortofoto.

Espécie	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<i>Amburana acreana</i> (Ducke) A.C.Sm.	F10	F10	F10	F7	F7	F7	F9	F9	F9	F9
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	F10	F10	F10	F7	F7	F7	F8	F8	F8	F8
<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	F9	F9	F10	F10	F7	F7	F10 F8	F3 F8	F8	F8
<i>Cedrela odorata</i> L.	F10	F10	F10	F10	F7	F7	F9	F10	F10	F10

Plena floração (F2), floração terminando ou terminada (F3); frutos novos (F4), frutos maduros (F5), frutos maduros caindo ou sementes dispersadas (F6); árvores com poucas folhas ou desfolhadas (F7), folhas novas (F8), folhas novas em maioria (F9) e folhas velhas (F10).

Das espécies analisadas, todas perderam as folhas, algumas parcialmente, em algum mês dos anos analisados. A espécie com maior período sem folhagem no ano de 2017 foi a *Amburana acreana*, a qual ficou seis meses sem cobertura total de copa. A interferência de fatores internos e externos na comunidade e da espécie faz com que o período de senescência período perdure mais em algumas espécies do que em outras (OLDEMAN, 1991).

Ao observar a relação entre precipitação e a mudança vegetativa obtida através dasortofotos é possível constatar algumas afirmações, as quais foram separadas por espécie.

3.2.1 *Amburana acreana*

Ao analisar dos dados de precipitação e mudança na copa das arvores de *Amburana acreana* de forma conjunta, é possível identificar que ao final das chuvas amazônicas (mês de março) a copa da espécie está totalmente composta com folhas velhas em ambos os anos (2017 e 2018), entre os meses de abril e setembro de 2017 a espécie manteve-se em senescência, período em que as chuvas são mais escassas (verão amazônico), no ano de 2018, o período de queda foliar foi menor no ano de 2018 durando apenas três meses, iniciando em junho e finalizando em agosto, estes três meses são o de menor índice pluviométrico na Reserva Florestal da Embrapa Acre, tal fato pode ser observado através da figura 1 (A e B) obtida através de ortofoto.

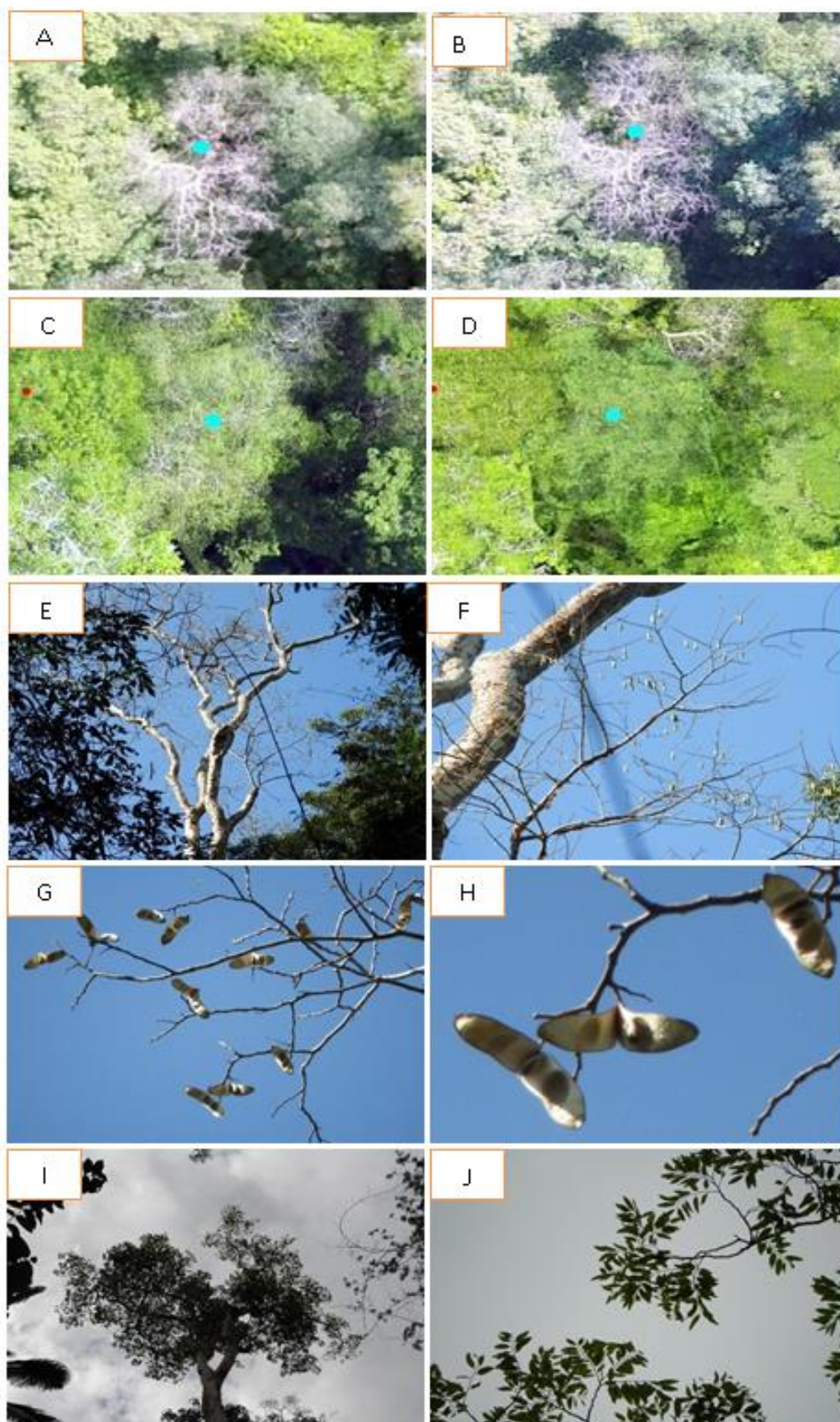


Figura 1. *Amburana acreana* (Ducke) A.C.Sm.

Em julho de 2017 (A) e 2018 (B); em outubro de 2017 (C) e 2018 (D); extraída de ortofoto (Elaborada por FIGUEIREDO, 2018) julho de 2018- árvore inteira (E); ramo com presença de fruto (F); agosto de 2018- ramo com frutos abertos (G); frutos abertos com sementes dispersadas (H); em outubro de 2018, vista da copa (A) e detalhe do ramo (B); obtida com câmera de alta resolução em campo

É possível constatar que o período de senescência das folhas de *Amburana acreana* (Ducke) A.C.Sm está intimamente relacionado com a pluviosidade local, assim em anos mais secos a espécie passa maior tempo sem composição de copa, o que interfere consequentemente nas fenofases de floração e frutificação. Nos dois períodos observados com UAS não foi possível evidenciar floração e frutificação desta espécie.

A figura 1 (A e B) mostra a espécie objeto de estudo no mesmo mês durante dois anos consecutivos é possível observar que a senescência é regular em ambos os anos, no que se refere ao mês de julho, podendo alongar-se ou não dependendo da precipitação local.

Foi possível observar que no ano de 2017 a espécie encontrava-se em período de composição de copa, o que se deve ao período prolongado de baixa precipitação no mesmo ano. No ano seguinte a copa teve composição foliar mais rápida devido ao aumento significativo da precipitação em outubro, o qual foi de 166,8 mm³ na área da Reserva Florestal da Embrapa, o que favorece o desenvolvimento de novas folhas.

No mês de julho de 2018 a espécie *Amburana acreana* encontrou-se em plena frutificação (Figura 01 – E e F), frutos com coloração verde, tal fenofase não identificada em ortofoto no mesmo período. A floração da espécie não foi coletada com o uso de UAS e de câmera fotográfica, ao analisar os indivíduos em campo concluiu-se que a floração ocorreu no intervalo de tempo entre duas coletas.

No mês de agosto de 2018, foi evidenciado através das fotografias de alta resolução que os frutos da espécie estudada dispersam suas sementes com os frutos ainda mantidos nas árvores. Na figura 01 (G e H) é possível observar inúmeros frutos abertos sem a presença de sementes nos mesmos. Estes resultados corroboram com os encontrados por Carvalho (2007), o qual afirma que a frutificação ocorre em agosto no estado do Acre.

Em outubro de 2018, a copa da espécie está totalmente composta por folhas novas, o que é possível observar na figura 01 (A, B, I e J), constatando assim que a ortofoto é eficiente para captar esta fenofase. Na figura 01 (I e J) apesar da influência da luminosidade é possível perceber que os ramos em J são novos.

3.2.2 *Apuleia leiocarpa*

Ao analisar os dados de precipitação e fenologia em conjunto, é possível constatar que a espécie *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr. tem sua maior taxa de senescência nos meses de junho, julho e agosto em ambos os anos, o que configura em período de queda das folhas regular que coincide com o período de menor precipitação nos dois períodos.

Quando o índice de precipitação começa a aumentar as folhas novas começam a se desenvolver até a copa está completamente composta de folhas novas, processo que ocorre de setembro até dezembro.

Ao observar a figura 2 (A e B), extraída de ortofoto, é possível constatar que a copa encontra-se em período de senescência completa com a presença de frutos, fato constatado em campo com câmera de alta resolução.

Segundo Lorenzi (2000), os frutos maduros permanecem nas árvores por muitos meses, o que pode ser observado na figura 2 (C e D), a qual evidencia um indivíduo observado com copa totalmente composta por folhas novas em agosto de 2018 e ainda com frutos persistentes em estágio maduro. As vagens da espécie não abrem na planta.

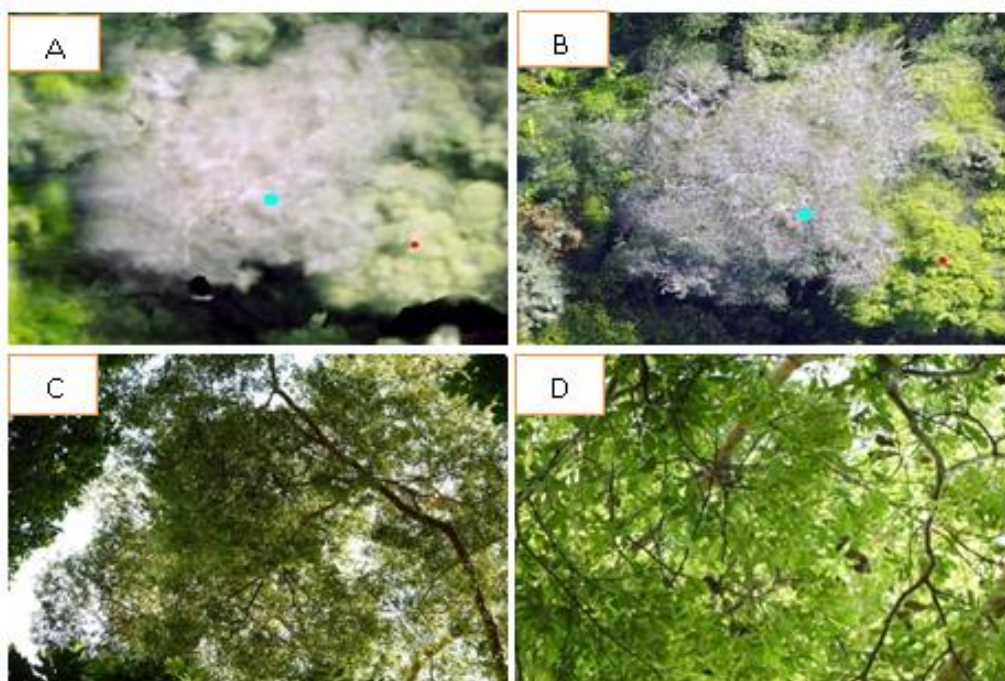


Figura 2. *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr.

Em julho de 2017(A) e 2018(B); extraída de ortofoto, (Elaborada por FIGUEIREDO, 2018); Em agosto de 2018, copa completa (C) e detalhe do ramo com frutos maduros (D), coletada com câmera de alta resolução.

3.2.3 *Bertholletia excelsa*

A medida que a precipitação diminui na área da Reserva florestal da Embrapa Acre (Figura 3 A e B) as folhas de *Bertholletia excelsa* Bonpl.envelhecem permanecendo com copa repleta de folhas velhas durante 06 meses do ano de 2017. Ao analisar a ortofoto de outubro do mesmo ano (Figura 3 G e H) é possível constatar floração da espécie (Figura 3

B). Em novembro de 2017 o índice de precipitação aumenta e a copa da espécie renova sua folhagem.

Em agosto de ambos os anos observados a espécie encontra-se com folhas velhas, porém no ano de 2018 (Figura 3 B) foi possível identificar processo de senescência mais intensificado do que no mesmo período no ano anterior. Fato que se relaciona com o acumulado de chuvas serem menor no segundo período (julho-agosto) do que no primeiro, onde em 2017 o somatório foi de 160 mm³ nos dois meses e em 2018 foi 69,2 mm³, aproximadamente a metade do ano anterior.

Mediante a figura 3 (C e D) é possível observar que em agosto de 2018 a espécie estava em processo de senescência, bem como possui inflorescências em tons amarelados na imagem e presença de frutos em estágio de maturação, foi observado em campo que alguns espécimes perdem as folhas mais cedo ou mais tarde, tendo assim uma variação dentro a espécie com relação a perda de folhas, porém a maioria perdeu as folhas no mês de agosto.

Foi constatado que *Bertholletia excelsa* Bonpl. renovou copa em setembro de 2018 (Figura 3 E e F), tal fato pode ser comprovado através da imagem abaixo, onde é possível verificar (Figura 03 H) folhas em estágio de crescimento a direita da imagem. Tais resultados corroboram com os encontrados por Campos et al. (2013) que encontrou mais indivíduos com folhas novas entre os meses de outubro e novembro, no estado do Amapá.

Através da figura 3 (G, H e I) é possível observar que a espécie está repleta de folhas novas no mês de outubro, fato que não ocorreu no ano seguinte, em (J) observa-se o fruto em processo de amadurecimento.

Mediante a figura 3 (I, J, K, e L) é possível constatar que a copa está repleta de folhas novas com a presença abundante de inflorescências, mostrando assim que ocorrem vários picos de floração ao longo do ano em indivíduos desta espécie. Segundo Lorenzi (2000) a espécie floresce no final de outubro e prolongam-se até novembro, os resultados encontrados não são totalmente discordantes, porém houve picos de floração em período anterior ao determinado por Lorenzi.

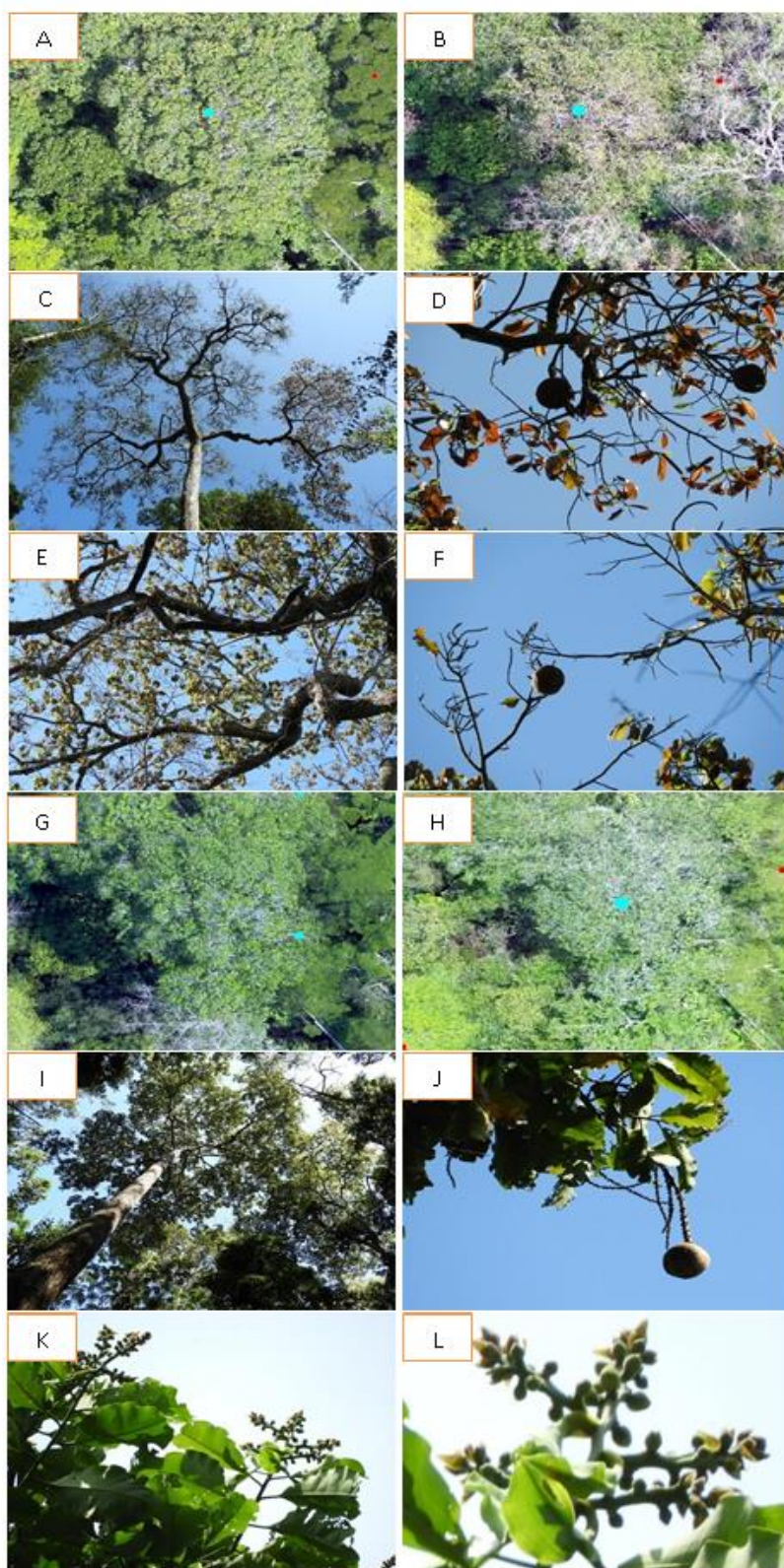


Figura 3. *Bertholletia excelsa*.

Em agosto de 2017 (A) e 2018 (B), extraída de ortofoto (Elaborada por FIGUEIREDO, 2018); em agosto de 2018, árvore com copa repleta de folhas velhas (C), ramo com folhas velhas e frutos em processo de amadurecimento (D), coletada com câmera de alta resolução em campo; em setembro de 2018, copa com folhas novas (E); detalhe de ramo com folhas novas e fruto maduro (F); em outubro de 2017 (G) e outubro de 2018 (H) extraída de ortofoto (Elaborada por Figueiredo, 2018); em outubro de 2018, visão geral da copa (I); ramo com presença de inflorescência (J); em outubro de 2018, ramo com presença de inflorescência (K) e detalhes da inflorescência (L); coletada com câmera de alta resolução em campo.

Segundo Tonini (2010) os fatores abióticos como a precipitação tem influência sob a floração e afeta diretamente a habilidade da planta em produzir flores ou indiretamente afeta os polinizadores, o que ocasionará em variação sazonal da quantidade dos mesmos. Ainda segundo o autor, os polinizadores são mais abundantes na estação seca. Devido a estes fatores a floração da espécie pode variar de acordo com o local e as condições climáticas.

Em novembro de 2018 a copa já estava totalmente formada por folhas em estágio de maturação, possuindo ainda inflorescências e foram encontradas muitas flores caídas sobre o piso florestal. Segundo Schaiket al. (1993) a produção desta espécie é potencialmente limitada por fatores como a disponibilidade de água, luz, gás carbônico e minerais. Quaisquer variações de algum destes fatores de forma significativa pode influenciar no comportamento fenológico e alterar seu padrão. Os frutos começaram a ser dispersos em novembro de 2018 e prolongou-se até o final das coletas em dezembro do mesmo ano, segundo Lima e Wadt (2016) a presença dos frutos durante todo o processo de coleta e sua dispersão ao final do mesmo se deve ao tempo de maturação do mesmo que é de 14 meses. Tais resultados também corroboram com os descritos por Lorenzi (2000) que relata o amadurecimento dos frutos entre novembro-março.

3.2.4 *Cedrela odorata*

Ao analisar os dados de fenologia e precipitação coletados é possível inferir que a medida que a precipitação diminui a copa da espécie mantém-se com folhas velhas até e ao final do mês de julho, quando começa a perder sua folhagem, recompondo-se a medida que aumenta a precipitação.

A figura 4 (A e B) mostra um indivíduo com inúmeros frutos em processo de amadurecimento com folhas velhas, neste mês, a copa encontrava-se completa. Em B observa-se o detalhe da frutificação.

Ao observar a ortofoto em julho dos dois anos estudados é possível constatar que a mesma está em acordo com a figura 4 (C e D), que mostra que *Cedrela odorata* sofreu processo de senescência em julho de ambos os anos.

Na figura 4 (E, F, G e H) é possível evidenciar o observado também na ortofoto, bem como é possível verificar detalhe dos frutos em processo iniciado de abertura em B. Indicando assim que os frutos se abrem após a queda foliar.

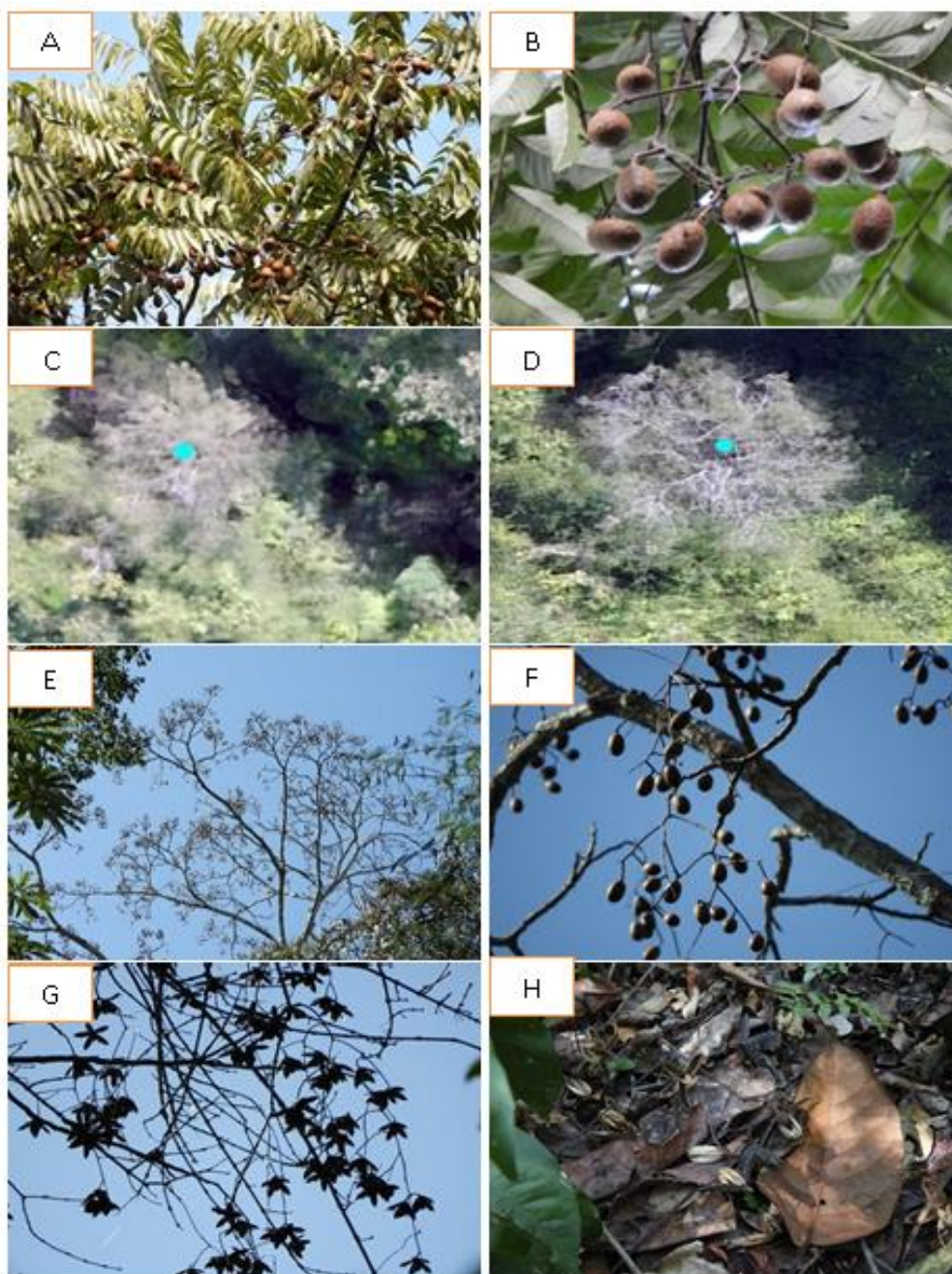


Figura 4. *Cedrela odorata* L.

Em maio de 2018, parte da copa da espécie observada (A); detalhe do fruto em desenvolvimento (B), coletada com câmera de alta resolução em campo.; em julho de 2017 copa desfolhada (C) e julho 2018 copa desfolhada (D); extraída de ortofoto (Elaborada por Figueiredo, 2018); em julho de 2018, copa desfolhada e com frutos (E) e detalhe do ramo com frutos (F); agosto e setembro de 2018, respectivamente - ramo com frutos abertos (G); ramo com presença de fruto com sementes dispersadas(H); coletada com câmera de alta resolução em campo.

Ao observar a figura 4 (E e F) é possível identificar que os frutos estão em período de maturação, quase abrindo e na figura 4 (G) vê-se os frutos abertos com sementes já dispersadas e no mês seguinte foram encontrados durante as observações fenológicas galhos de duas das árvores observadas caídas sobre o piso florestal (Figura 4 H). A presença

de frutos foi constatada nas árvores observadas desde o mês de maio, período em que as árvores de *Cedrela odorata* ainda encontravam-se com copa composta. Ao analisar as informações contidas na figura 4 (G e H) e correlacioná-las com os dados de precipitação nota-se que o período de abertura dos frutos coincide com o final do período senil da espécie. Tais resultados estão em acordo com os estudos de UFAM (2016) a qual relata que a produção de frutos desta espécie se dá no período seco e ocorre entre os meses de junho a agosto.

4. CONCLUSÃO

É possível determinar a fenologia com o uso de ortofotos obtidas com Unmanned Aircraft Systems (UAS) em uma área de floresta ombrófila densa de terra firme. Porém para que este objetivo seja alcançado há a necessidade de se ter equipamentos de qualidade para o processamento das ortofotos, bem como a análise das mesmas. Para se identificar os indivíduos necessita-se de uma base de dados. O uso de ortofotos diminui o trabalho em campo e transfere-o para o laboratório, o mesmo permite que se colete informações de um maior número de indivíduos por voo.

Os fatores que influenciam nesta coleta estão relacionados à velocidade do vento, incidência de nuvens, ceras cuticulares, capacidade do computador que analisou as imagens. Para que haja um processo de excelência na coleta dos dados e se permita a percepção de detalhes como floração e frutificação, quando os mesmos não possuírem cores chamativas há a necessidade de se minimizar a influência dos fatores citados. Deve-se voar em períodos de baixa nebulosidade e velocidade do vento para que não haja distorções na imagem. Devem-se conhecer as características biológicas das espécies para saber interpretar cores discrepantes nas ortofotos; deve-se ter um computador com processador superior ao Intel core 3 para melhorar o processo de análise das ortofotos.

O UAS é capaz de fornecer informações confiáveis acerca de mudanças foliares nas copas das árvores objeto de estudo, no que diz respeito a detalhes mais sutis como os já citados, há necessidade de superar os fatores que influenciam na qualidade do produto final, superando estes fatores a imagem coletada fornecerá todos os detalhes que uma câmera de alta resolução é capaz de fornecer.

As imagens obtidas por câmera de alta resolução permitiram melhor análise das imagens obtidas por UAS, bem como confirmaram presença ou ausência de fenofase observada nas ortofotos. Considera-se assim que o uso de câmeras de alta precisão é um recurso acessível e eficiente para obterem-se dados fenológicos para as espécies botânicas.

Ao observar os resultados obtidos pela pesquisa constata-se que há a necessidade de se desenvolver mais estudos, pois houvesse dificuldade para encontrar material bibliográfico para comparar com os resultados encontrados. De acordo com o acervo obtido, a maioria das espécies está com período fenológicos distintos dos encontrados por outros estudos da área. Vale ressaltar que a maioria dos estudos não foram conduzidos no estado do Acre, assim a variação pode ser explicada pela mudança de habitat.

O uso de UAS e câmera de alta resolução permite aumentar a fineza dos resultados obtidos, visto que os dados não ficam restritos “aos olhos do observador”, assim qualquer profissional que analisar as imagens obterá os mesmos resultados, tendo-se uma coerência na interpretação dos dados coletados e na produção dos resultados. Conclui-se que a metodologia utilizada além de inovadora introduz ferramentas que permitem melhor precisão para eventos fenológicos.

5. REFERÊNCIAS

NIKON. **OBJETIVA NIKKOR COM ZOOM ÓTICO DE 60X**. Disponível em <https://www.nikon.pt/pt_PT/product/digital-cameras/coolpix/bridge/coolpix_b700#tech_specs>, Acesso em: 02/02/2019.

ARAUJO, C.V. Fenologia de essências florestais Amazônicas. **Boletim do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia**, v.4, n. 1, p.1-25, 1970.

CAMPOS, A.M.; FREITAS, J.L.; SANTOS, E.S.; SILVA, R.B. Fenologia reprodutiva de *Bertholletia excelsa* Bonpl. em floresta de terra firme em Mazagão, Amapá. **Biota Amazônia**, v. 3, n. 1, p. 1-8, 2013.

CARDOSO, G.L. **Composição florística e fenologia de quatro áreas de floresta de terra firme com diferentes históricos de alteração antrópica no município de Manaus**. (Tese) Doutorado em Diversidade Biológica, área de concentração em Caracterização da Biota Amazônica - Universidade Federal do Amazonas. Colombo, 2007.

FIGUEIREDO, E.O.; FIGUEIREDO, S.M.M.; d'OLIVEIRA, M. V.N.; SANTOS, E.K.M. **Manejo florestal 4.0: calendário preliminar de inventário florestal com aeronaves remotamente pilotadas**, Embrapa: Rio Branco, AC, 2018.

FOUNIER, L.A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas em árboles. **Turrialba**, 24:54–59. 1974.

LIMA, L. M. WADT, L.H.O. Fenologia de Andirobeira (*Carapa guianensis* Aubl) E DE CASTANHEIRA (*Bertholletia excelsa* HBK) no município de Rio Branco, Acre. **XV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC/CNPq/UFAC**, 2016.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras - Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 1ª ed, Instituto Plantarum, 2000.

NEWSTRON, L.E.; FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica**, v. 26, p.141-159, 1994.

OLDEMAN, R.A.A.; VAN DIJK, J. **Diagnosis of the Temperament of Tropical Rain Forest Trees**. In: GOMEZ-POMPA, A.; WHITMORE, T.C.; HADLEY, M. Rain Forest Regeneration and Management. UNESCO. The Parthenon Publishing Group Limited, 1991.

SCHAIK, C. P.; TERBORGH, J. W.; WRIGHT, J. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 24, p. 353-377, 1993.

TONINI, H. FENOLOGIA DA CASTANHEIRA-DO-BRASIL (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl., 123 Lecythidaceae) no sul do estado de Roraima. **Cerne**, v. 17, n. 1, p. 123-131, 2011.

UFAM. **Manejo de sementes para o cultivo de espécies florestais da Amazônia**. 1ª ed. Brasil Seikyo, 2016.