

Uso de Drone para Mapeamento de Açaizeiros na Amazônia Ocidental

Caio Alexandre Nascimento Santos¹, Daniel de Almeida Papa², Laryssa dos Santos Prado³, Evandro Orfanó Figueiredo⁴ e Evandro José Linhares Ferreira⁵

¹Graduando em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Acre, estagiário na Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

²Engenheiro florestal, mestre em Recursos Florestais, analista da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

³Graduanda em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Acre, estagiária na Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁴Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência de Florestas Tropicais/Manejo Florestal, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

⁵Engenheiro-agrônomo, Ph.D em Ciência de Plantas, pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Rio Branco, AC.

Resumo – No manejo florestal da Amazônia, o inventário florestal de campo é uma atividade onerosa, de difícil execução e sujeita a falhas. A aplicação das geotecnologias nas atividades florestais vem sendo primordial para aperfeiçoar a qualidade e eficiência das atividades de campo. Esta pesquisa tem como objetivo comparar o inventário censitário de palmeiras da espécie *Euterpe precatoria* Mart. (açai-solteiro) feito em campo com a identificação visual a partir de ortofotos de alta resolução geradas pelo sobrevoo com drone. O estudo foi realizado no campo experimental da Embrapa Acre, sendo analisados densidade absoluta, diâmetro à altura do peito (DAP) e altura das palmeiras. Como resultado, é possível afirmar que a identificação visual localizou 2,77 vezes mais palmeiras que o trabalho de campo. Isso pode ser explicado pela alta ocorrência das palmeiras em áreas de difícil acesso durante o inventário de campo, como brejo e Área de Preservação Permanente. Entretanto, não é possível avaliar parâmetros como diâmetro, altura e produção a partir da ortofoto obtida com o drone. Os dados mostraram a eficácia do inventário com drone, mas não excluem a utilização do método tradicional de inventário. Logo, é possível otimizar o inventário de campo fornecendo dados levantados preliminarmente com o drone.

Termos para indexação: *Euterpe precatoria*, inventário florestal, manejo florestal.

Introdução

O bioma Amazônia abrange uma área de 4,2 milhões de km² (49,3% do território nacional) e é formado, principalmente, por florestas densas e abertas, porém abriga uma diversidade de outros ecossistemas, como florestas estacionais, florestas de igapó, campos alagados, várzeas, savanas, refúgios montanhosos, campinaranas e formações pioneiras (Serviço Florestal Brasileiro, 2020). Esse bioma, que abriga a maior rede hidrográfica do mundo e concentra 15% das águas doces superficiais não congeladas do planeta, é fonte de alta biodiversidade com vasto estoque de madeira comercial, de carbono e uma grande variedade de produtos florestais não madeireiros. Toda essa riqueza natural da Floresta Amazônica permite que populações tradicionais, extrativistas, pequenos agricultores, cooperativas e indústria do setor florestal tirem proveito comercial da floresta sem afetar a continuidade dessa forma de uso da terra.

Diante de tamanha biodiversidade, o uso dos recursos florestais da região Amazônica não pode ser explorado de qualquer forma. Para isso, faz-se necessário a utilização do manejo florestal como forma de gerenciar os recursos da floresta de modo sustentável, conforme a legislação federal (Brasil, 2006). Uma das etapas primordiais do manejo florestal é o inventário – levantamento da

vegetação na área de interesse. Há diversos tipos de inventário (amostral, diagnóstico, censitário e de monitoramento) que podem ser utilizados de acordo com o objetivo do projeto (Papa, 2018). Independentemente do tipo de inventário, essa atividade pré-exploratória é onerosa, de difícil execução e sujeita a falhas.

Com os avanços tecnológicos na última década, o uso das geotecnologias aperfeiçoou a qualidade e eficiência das atividades de campo no manejo florestal (Braz et al., 2007). Receptores de sinal de dezenas de satélites GNSS, imagens orbitais de alta qualidade, desenvolvimento de sensores ativos como o Lidar (Light Detection and Ranging) e, mais recentemente, a popularização dos drones no mapeamento de propriedades rurais, têm transformado a forma como se faz manejo florestal na Amazônia. As imagens de alta resolução (5 cm) combinadas com ferramentas da indústria 4.0, como aprendizagem de máquinas e inteligência artificial, podem representar um salto para o futuro da atividade de inventário florestal em planos de manejo na região Amazônica.

Sendo assim, esta pesquisa tem como objetivo comparar o inventário censitário de palmeiras da espécie *Euterpe precatoria* Mart. (açai-solteiro) realizado em campo com a identificação visual feita em ortofotos de alta resolução geradas a partir de sobrevoo aéreo com drone.

Material e métodos

Área de estudo

O estudo foi conduzido no campo experimental da Embrapa Acre (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), localizado no município de Rio Branco, AC (10° 01' 22" S, 67° 40' 3" W), às margens da BR-364, entre 2019 e 2020 (Figura 1). A área florestal da propriedade possui 960 hectares e, em 2015, foi realizado um inventário florestal 100% (censo) em 800 hectares. Uma parte menor dessa área (88 hectares) foi selecionada e mapeada com drone para a realização deste estudo. A hidrografia da área é caracterizada por uma vasta rede de drenagem derivada do Igarapé Liberdade, que corta a propriedade no sentido sul/norte (Rodrigues et al., 2001). A altimetria do terreno tem amplitude de 63 m, variando de 147 m a 210 m de altitude. O relevo varia de plano a ondulado e o solo tem alta concentração de argila de baixa permeabilidade (Rodrigues et al., 2001). A classificação climática da região, conforme Köppen, é Aw (Álvares et al., 2013), equatorial quente e úmido, com temperatura média anual de 24,3 °C e precipitação média anual de 1.950 mm (Acre, 2010).

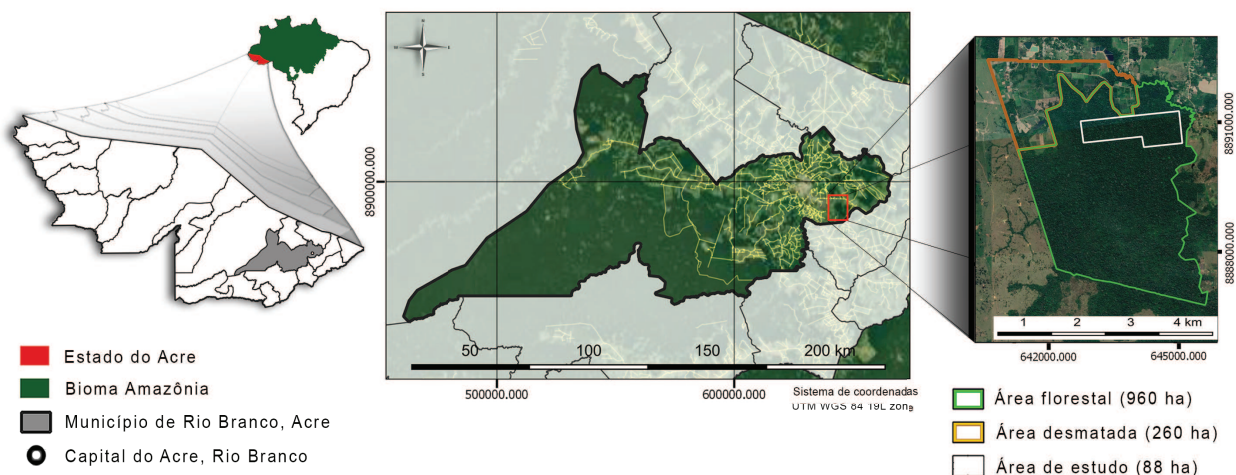


Figura 1. Mapa de localização do campo experimental da Embrapa Acre.

A vegetação da área de estudo é caracterizada por um gradiente de floresta densa, com ocorrência de clareiras, manchas de floresta secundária com presença de cipós e bambu, e floresta aberta com ocorrência de palmeiras (Oliveira, 1994; Rodrigues et al., 2001). As espécies de palmeiras mais comuns são jaci (*Attalea butyracea*), paxiubão (*Iriartea deltoidea*), patauá (*Oenocarpus bataua* Mart.) e açaí (*E. precatoria*).

Inventário censitário de campo

O inventário 100% foi realizado por equipe de campo, composta por três pessoas de empresa contratada para mapear, identificar e medir o diâmetro e altura total de todas as palmeiras de açaí (*Euterpe precatoria* Mart.), com diâmetro a partir de 10 cm a 1,30 m de altura do solo, localizadas na área de estudo. As informações coletadas foram analisadas e processadas em planilha eletrônica, da qual foram extraídas estatísticas de distribuição do diâmetro e altura, como média, máxima e mínima, além da densidade de indivíduos por hectare.

Inventário com drone

O sobrevoo foi realizado em 2017, com um veículo aéreo não tripulado, modelo Phantom 4, da marca DJI, com sensor embarcado RGB de 20 megapixel de resolução e 24 mm de distância focal. A câmera ficou acoplada a um gimbal eletrônico de três eixos que garantiu a estabilidade das fotos. O voo foi realizado a 120 m de altura da superfície da floresta, sob uma velocidade de 47 km/h. Foram realizadas dez linhas de voo, com uma sobreposição lateral de 86% e sobreposição horizontal de 86,36%. Após o voo, as fotos foram processadas no programa PIX4D para geração de ortofoto de 4 cm de resolução final. A imagem foi submetida à análise visual para delimitação de todas as copas de açaí-solteiro identificadas a olho nu. Para isso foi utilizado o programa QGIS e foram realizadas duas excursões de validação da espécie em campo com ajuda de especialistas. As informações geradas a partir da ortofoto foram tabuladas em planilha eletrônica, sendo extraídas métricas de distribuição, como densidade de palmeiras por hectare.

Análise estatística

Os dados resultantes do inventário de campo e do inventário obtido a partir da imagem de drone foram comparados quanto às características quantitativas e qualitativas a fim de se identificar suas principais diferenças em termos de densidade na área, considerando as diversas metodologias de inventário.

Resultados e discussão

O inventário de campo resultou em 155 indivíduos medidos, com diâmetro mínimo de 10 cm e máximo de 28 cm. O diâmetro médio das palmeiras mapeadas foi de 16,5 cm. A altura média estimada do açaí-solteiro foi de 15 m, variando de 5 m a 20 m. A densidade de palmeiras obtida por esse inventário foi de 1,7 indivíduo por hectare.

O sobrevoo com uso de drone resultou em 1.424 fotos, totalizando 240 minutos de voo. A identificação visual de palmeiras de açaí a partir da ortofoto resultou em 430 copas identificadas. A densidade de indivíduos de palmeiras obtida foi de 4,89 indivíduos por hectare. Houve uma grande disparidade no número de indivíduos, pois a metodologia tradicional (campo) apresentou uma quantidade bem abaixo do outro método (Tabela 1). Ao comparar os resultados obtidos, observou-

se que a análise visual na ortofoto identificou 2,77 vezes mais palmeiras que a equipe de campo. Isso se deve às características da copa de *E. precatoria*, pois essa espécie tende a competir por luz e, conseqüentemente, se destaca no dossel da floresta. Além disso, cerca de 10% dos pontos do inventário de campo não coincidiram com os encontrados na classificação por ortofoto (Figura 2), devido a alguns fatores, tais como altura dos indivíduos (abaixo de 10 m), erro do GPS e falha humana na identificação das copas.

Tabela 1. Estatística de distribuição das variáveis diâmetro e altura dos pés de açaí-solteiro mapeados no inventário censitário realizado na área de estudo.

Tipo de inventário	Número de palmeiras	Diâmetro médio do fuste	Densidade de indivíduos (ind./ha)
Campo	155	16,5	1,7
Drone	430	-	4,89

O hífen (-) representa um dado que não pode ser obtido pelo método utilizando drone.

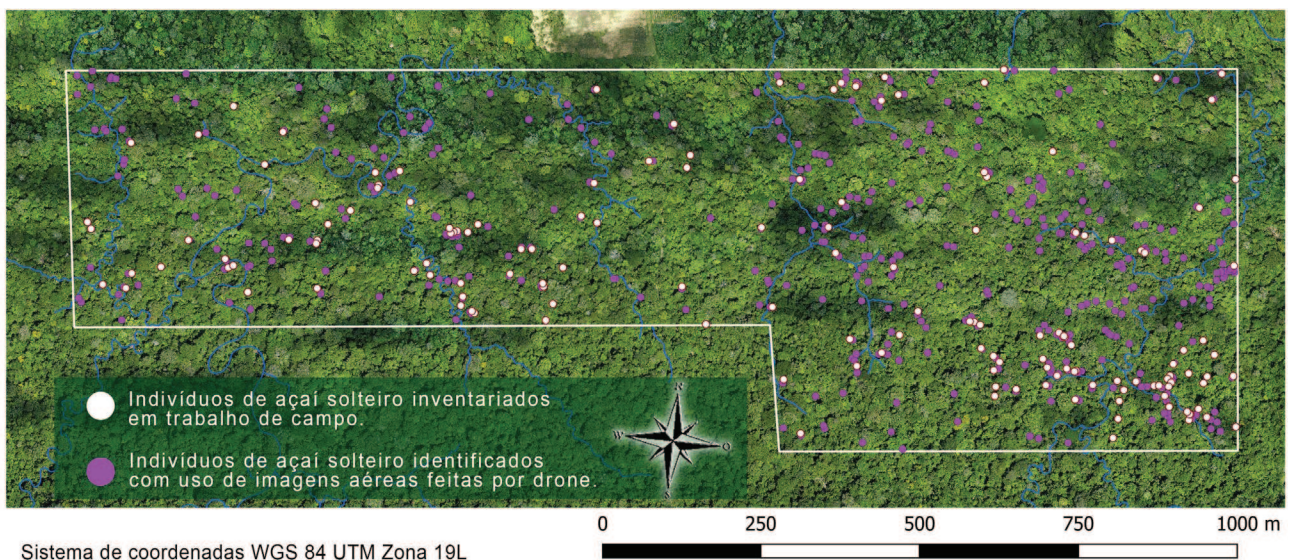


Figura 2. Exemplos de indivíduos identificados pelo inventário e pela ortofoto.

Os dados observados corroboram com os resultados obtidos por Figueiredo et al. (2018). Os autores compararam dois métodos de identificação, sendo um deles a utilização de ortofoto. Eles avaliaram os métodos em dois ambientes, e para ambos o método utilizando ortofoto se destacou. No ambiente 01 foram observadas 2,2 palmeiras por hectare (orto) e 1 palmeira por hectare (nuvem de pontos), já no ambiente 02 foram obtidas 30,6 palmeiras por hectare (orto) e 28,2 palmeiras por hectare (nuvem de pontos).

Um dos motivos que pode explicar a grande diferença na densidade de palmeiras entre os dois métodos é a falha humana no levantamento de campo. O trabalho de campo exige esforço físico, habilidades motoras e sensoriais (visão) e é realizado em um ambiente hostil que desgasta o trabalhador e impede sua alta produtividade laboral. Além disso, em áreas de brejo, baixio e margem de rios e igarapés, a incidência da palmeira costuma ser mais alta e o acesso mais difícil. Como consequência, o inventário de campo deixa de mapear a ocorrência real de palmeiras, pois tem parâmetros de avaliação da população de indivíduos do açaí-solteiro.

Com a utilização do drone, esses desafios são superados. As fotografias de alta resolução espacial tornam mais fácil a identificação de indivíduos a olho nu. Porém, a utilização dessa tecnologia também apresenta limitações, estando associadas às condições climáticas. Além disso, existem variáveis que não podem ser obtidas dessa forma, sendo necessário realizar o inventário tradicional.

Conclusões

A identificação visual de açaizeiros por meio de ortofoto para fins de contagem de indivíduos se mostrou muito eficiente quando comparada ao método tradicional de inventário florestal. Entretanto, o uso do drone não permitiu a obtenção de variáveis como diâmetro, qualidade do fuste e o estado fenológico dos indivíduos de açaí. Portanto, o uso das geotecnologias não substitui a necessidade do trabalho de campo.

Quanto à continuidade desta pesquisa, acredita-se que a determinação de variáveis do dossel da floresta e da copa do açaí, por meio da ortofoto obtida por drone, é o próximo passo que precisa ser dado em estudos dessa natureza, como também que as variáveis da parte superior da floresta têm boa correlação com as variáveis de campo, como por exemplo: diâmetro, perímetro e altura da copa.

Agradecimento

Os autores agradecem o Grupo de Pesquisa em Mapeamento Florestal (GPMAP) que organizou a base de dados para este trabalho; e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), pelo financiamento da bolsa do estagiário pelo projeto Manejo Florestal e Extrativismo (MFE na Amazônia), vinculado ao Fundo Amazônia.

Referências

ACRE (Estado). Zoneamento ecológico econômico do Acre. **Fase II – escala 1:250.000 – documento síntese**. 2. ed. Rio Branco, AC: SEMA, 2010. (Coleção Temática do ZEE; v. 4).

ÁLVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, dez. 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa n. 5, de 11 de dezembro de 2006. Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável – PMFSs nas florestas primitivas e suas formas de sucessão na Amazônia Legal, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Seção 1, Brasília, 13 dez. 2006. Disponível em: <http://exmam.com.br/ar/IN05-06doMMA-manejoflorestal.pdf>. Acesso em: 6 set. 2020.

BRAZ, M. E.; FIGUEIREDO, E. O.; OLIVEIRA, M. V. N. d'; PASSOS, C. A. M. Manejo florestal de precisão: modelo digital de exploração e manejo de florestas naturais. In: FIGUEIREDO, E. O.; BRAZ, E. M.; OLIVEIRA, M. V. N. d' (Ed.). **Manejo de precisão em florestas tropicais: modelo digital de exploração florestal**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2007. p. 17-29.

FIGUEIREDO, E. O.; FIGUEIREDO, S. M. de M.; OLIVEIRA, M. V. N. d'. Inventário florestal de palmáceas na Amazônia com o emprego de Aeronave Remotamente Pilotada (RPA). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS, 10., 2018, Natal. **Anais...** Natal: UFRN. Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, 2018. p. 703-707.

OLIVEIRA, M. V. N. d'. **Composição florística e potenciais madeireiro e extrativista em uma área de floresta no Estado do Acre**. Rio Branco, AC: EMBRAPA-CPAF-Acre, 1994. (EMBRAPA-CPAF-AC. Boletim de pesquisa, 9).

PAPA, D. de A. **Impacto do manejo de precisão em florestas tropicais**. 2018. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências: Silvicultura e Manejo Florestal) – Programa de Pós-Graduação Recursos Florestais, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

RODRIGUES, T. E.; SILVA, J. M. L. da; CORDEIRO, D. G.; A. GOMES, T. C. de A.; CARDOSO JÚNIOR, E. Q. **Caracterização e classificação dos solos do Campo Experimental da Embrapa Acre, Rio Branco, Estado do Acre**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 43 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 122).

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **SNIF – Sistema Nacional de Informações Florestais**. Disponível em: <http://snif.florestal.gov.br/pt-br/os-biomas-e-suas-florestas>. Acesso em: 6 set. 2020.