

USO DE DRONES PARA INVENTÁRIO DE ARBORIZAÇÃO URBANA

Estudo de caso em Tabatinga - AM

Railma Pereira Moraes¹, Joelson da Silva Lima², Marxer Antonio Colares Batista³ e Gabriele de Vasconcelos Cesar⁴

RESUMO

O uso de tecnologias vem avançando em diferentes áreas de estudos. O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o uso de *drone* em análises quali-quantitativas da arborização viária da Avenida da Amizade em Tabatinga-AM, estabelecendo critérios para tornar a obtenção dos dados mais confiáveis. Para o estudo foi selecionada a principal via da cidade, a Avenida da Amizade, onde foi realizado o levantamento, da forma tradicional, com a caminhada na via e, por meio do drone, com parada para obtenção das imagens a cada 500 metros, aproximadamente. Foram coletados dados fitossociológicos, morfométricos e fitossanitários. Para a obtenção dos dados adotou-se a altura de 60m do drone ao solo. O levantamento com o uso do drone possibilitou melhor visualização das condições de copa. A espécie mais abundante na Avenida da Amizade é o *Ficus benjamina* L.. As imagens aéreas não se mostraram eficazes quanto à caracterização de fitossanidade e a morfometria. Porém, as imagens permitiram a quantificação de 98% do total de indivíduos e 80% quando analisado a identificação de cada espécie.

Palavras-chaves: Arborização; VANTs; Fotografias; Planejamento urbano.

1 Doutora em Engenharia Florestal. Professora EBTT – IFAM/Campus Presidente Figueiredo. E-mail: railmoraes@gmail.com.

2 Graduado em Ciências Agrárias e Ambientais. Professor EBTT – IFAM/Campus Tabatinga. E-mail: joelsonufam@hotmail.com.

3 Mestre em Ciências do Ambiente. Professor EBTT – IFAM/Campus Tabatinga. E-mail: marxer.batista@ifam.edu.br.

4 Graduanda em Engenharia Florestal – UEA/Campus Itacoatiara. E-mail: gabrieledvc01@gmail.com.

DRONE USE IN URBAN TREE DIVERSITY INVENTORIES

Drone in survey of urban afforestation of Tabatinga, Amazonas

ABSTRACT

The use of technologies has been advancing in different areas of study. The present study was developed with the objective of evaluating the use of drone in qualitative and quantitative analysis of road afforestation of Avenida da Amizade in Tabatinga, Amazonas, establishing criteria to make the most reliable data. For the study was selected the main route of the city, the Avenida da Amizade, in which the census was carried out in the traditional way, with the walk on the road and through the use of the drone, with stop to obtain the images every 500 meters, approximately. Phytosociological, morphometric and phytosanitary data were collected. To obtain the data was adopted the height of 60m of the drone to the ground. The survey with the use of the drone allowed a better visualization of the treetops conditions. The most abundant species on Avenida da Amizade is *Ficus benjamina* L.. Aerial images were not effective in phytosanitary and morphometric characterization. However, the images allowed the quantification of 98% of the total individuals and 80% when analyzing the identification of each species.

Keywords: Afforestation; UAVs; Photographs; Urban planning.

INTRODUÇÃO

A cobertura vegetal encontrada no percurso dos sistemas viários exerce função ecológica, no sentido de melhoria do ambiente urbano, estética de modo a embelezar as vias públicas da cidade, além de desempenhar um papel importante na moderação do impacto ambiental urbano (CANETTI et al., 2017; ARAÚJO et al., 2019; MESQUITA et al., 2022). Contudo quando não planejada e mal manejada, a vegetação urbana pode tornar-se causa de

inúmeros conflitos causados à população. Assim, deve-se buscar a aplicação de tecnologias que auxiliem no planejamento da implantação e manejo de áreas verdes e seus componentes arbóreos nas cidades.

Os VANTs (Veículo Aéreo Não Tripulado) ou *drones* surgem com grande potencial de estudos em muitos aspectos da vida urbana. No contexto de planejamento urbano, as imagens originadas por *drones* têm sido ferramentas usadas em diversas áreas de estudo, tais como arqueologia, monitorando a vegetação, catalogação de espécies de árvores em parques e vias públicas como parte de equipamentos agrícolas e para fins ambientais e fins de conservação (NOOR et al., 2017). Por esta ser uma ferramenta nova, mesmo reconhecendo as diversas aplicações, sabe-se da existência de outros usos potenciais, que precisam ser estudados, testados e validados. Para tal, faz-se necessário estudos avaliativos sobre o uso de drones, indicando quais os parâmetros e quais os critérios que devem ser adotados para fins de cada estudo.

Embora haja muitos estudos de planejamento urbano com o uso de *drone*, não foram identificados parâmetros para aplicação desta ferramenta para a avaliação da arborização urbana. Contudo cabe ressaltar que o uso imagens aéreas, realizadas com aeronaves, já é adotada para tais estudos (BIONDI e LIMA NETO, 2011). Em estudo sobre a arborização as imagens são vantajosas por serem obtidas de forma dinâmica, possibilitando o monitoramento rápido e mais frequente das florestas urbanas, devido à agilidade e independência de sua utilização (NOOR et al., 2017).

Embora os drones possam ser uma ferramenta útil, a ausência de parâmetros e critérios pode tornar os dados obtidos não confiáveis. Assim, o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o uso de drone em análises quali-quantitativas da arborização viária da Avenida da Amizade em Tabatinga-AM, estabelecendo critérios para tornar a obtenção

dos dados mais confiáveis.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As árvores são componentes vitais dos ecossistemas urbanos, importantes para a melhoria da qualidade ambiental e qualidade de vida das populações (DUINKER et al., 2015). As coberturas vegetais encontradas no percurso dos sistemas viários exercem função ecológica, no sentido de melhoria do ambiente urbano, estética de modo a embelezar as vias públicas da cidade, além de desempenhar um papel importante na moderação do impacto ambiental urbano (SEAMANS, 2013; CANETTI et al., 2017).

Entretanto, a ausência de planejamento durante a fase de implantação de um projeto de arborização pode resultar em impactos significativos na estrutura urbana (ARAÚJO et al., 2019). A vegetação urbana pode tornar-se causa de inúmeros problemas à população, tais como os danos às estruturas públicas, queda de galhos e excesso de folhas, dentre outros. Assim, deve-se buscar a aplicação de tecnologias que auxiliem no planejamento da implantação e manejo de áreas verdes e seus componentes arbóreos nas cidades.

Fazendo uso de imagens de satélite de alta resolução (Worldview-2) em comparação ao inventário *in loco*, Mesquita et al. (2022) obtiveram resultado satisfatório para as 16 espécies vegetais com acurácia geral de classificação de 69,43%. Com este resultado os autores apoiam o uso de geotecnologias para inventariar florestas urbanas em cidades tropicais.

Os VANTs ou *drones*, palavra de origem inglesa que quer dizer zangão, surgem com grande potencial de estudos em muitos aspectos da vida urbana. Os *drones* são dispositivos aéreos autopropulsados que não

possuem piloto de bordo. Eles são conhecidos por vários nomes, incluindo veículos aéreos não tripulados (UAVs, ou VANTs em português). Nos últimos anos, tem havido um grande aumento no seu uso, possibilitado pela redução de preço de aparelhos sensoriais como câmeras e GPS (*Global Positioning System*), impulsionados em grande parte pela indústria de *smartphones* (ANDERSON, 2012).

O baixo custo, a facilidade de manuseio e a diversidade de perspectivas das fotos são algumas características que tornam esta ferramenta aplicável nas mais diversas áreas, diferentemente do inventário florestal, o qual requer trabalho intensivo e necessidade de muitas pessoas coletando informações válidas por meio do trabalho de campo (MESQUITA et al., 2022). As imagens originadas por *drones* têm sido ferramenta usada em diversas áreas de estudo, tais como arqueologia, nas atividades agropecuárias, ambientais como catalogação de espécies arbóreas em parques e monitoramento da vegetação em áreas de conservação (NOOR et al., 2017).

Mesmo tendo seu desenvolvimento fortemente ligado aos recursos naturais (BECKER, 2013), as cidades da Amazônia apresentam poucas iniciativas para a preservação e valorização de seus recursos, pois ocorrem plantios urbanos de espécies quase exclusivamente exóticas (VIEIRA, 2020, SANTOS et al., 2021). Quando se avalia a extensão e diversidade do bioma amazônico, espera-se que os centros urbanos reflitam parte da flora nativa. Contudo os poucos estudos desenvolvidos em cidades da região Norte mostram carência de planejamento na arborização e ausência de espécies arbóreas (COSTA; HIGUCHI, 1999; SILVA et al., 2016).

Diante disso, e reconhecendo a importância da arborização para a melhoria da qualidade de vida no ambiente urbano, é importante fomentar de estudos sobre a vegetação presente nas vias urbanas. E uma ferramenta, como o drone, a qual possa oferecer informações mais rápidas e confiáveis

possibilitará identificar e prevenir os conflitos relacionados a arborização das cidades.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido na cidade de Tabatinga-AM. Trata-se de uma cidade fronteiriça, limítrofe entre três países – Brasil, Colômbia e Peru, localizada à margem esquerda do Rio Solimões. Esta cidade apresenta temperatura que oscila entre 25°C e 32°C e possui uma área de 3.239,3 km² (PTDRSMAS, 2011). A aglomeração populacional, onde é hoje a cidade, começou com a presença militar brasileira, tornando-se mais rapidamente povoada em 1840, quando o Forte de São Francisco Xavier de Tabatinga foi destruído (VIRGA, 2017). Atualmente, a população soma 52.652 habitantes, sendo 36.371 moradores da zona urbana (IBGE, 2010).

Para o estudo foi selecionada a Avenida da Amizade. Para o levantamento de dados foram necessários três pesquisadores, com os seguintes materiais: GPS, trena, fita métrica, pranchetas e formulário específico. Durante o censo foram coletados dados fitossociológicos, morfométricos e fitossanitários, baseados na metodologia utilizada por Silva et al. (2016).

Os dados **morfométricos** referem-se à estimativa da altura dos indivíduos superiores a 2,50 m, os quais foram classificados em três classes: a primeira inclui árvores de pequeno porte (2,50 a 4,00 m de altura), na segunda classe estão as árvores de porte médio (4,00 – 6,00 m de altura) e a terceira classe inclui árvores de grande porte (maiores de 6,00 m de altura).

Para o estudo do estado **fitossanitário**, os indivíduos arbóreos foram avaliados quanto a qualidade da copa, do fuste e das raízes, sendo as copas classificadas como Boa, Regular e Ruim. Além destes estudos, buscar-

se-á conhecer os possíveis conflitos com a população, avaliando as condições de podas das árvores.

Posteriormente, os dados foram digitalizados em planilhas para posterior comparação com os dados obtidos por meio das imagens geradas pelo drone. O drone utilizado no estudo foi o *DJI Mavic Air*, com pontos de obtenção das imagens a cada 500 metros, aproximadamente. Por meio das imagens obtidas foram realizadas as mesmas análises dos dados fitossociológicos, morfométricos e fitossanitários realizadas no inventário tipo censo. Além disso, buscou-se identificar outras potencialidades que possam auxiliar ações de manejo de árvores e planejamento de ações preventivas, entre outras medidas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Pesquisa exploratória

Durante a pesquisa exploratória, verificou-se que a obtenção de imagens a 30m de altura, do drone ao solo, possibilitam a melhor visualização da vegetação urbana. Contudo existe a possibilidade de conflitos com as estruturas urbanas, o nível de ruído chama atenção dos moradores e existe a possibilidade de o equipamento ser derrubado. As normas vigentes da Agência Nacional de Aviação Civil são fortemente restritivas para o uso do drone em áreas urbanas, atribuindo que em nenhuma hipótese a distância da aeronave não tripulada poderá ser inferior a 30 metros horizontais de pessoas não envolvidas e não anuentes com a operação (ANAC, 2021)

Outro risco de queda para o equipamento que deve ser destacado são as frequentes “pipas”, levantadas por crianças e adultos em qualquer hora do dia e em qualquer lugar. Os ruídos ficaram quase imperceptíveis a 80m.

Contudo as imagens não possibilitaram distinção dos parâmetros avaliados. Dessa forma, para a obtenção dos dados deste trabalho adotou-se a altura de 60m do drone ao solo.

Quanto à luminosidade verificou-se que com baixa incidência de luz a vegetação não fica definida e em certos horários do dia a vegetação projeta sombra, dificultando a análises das imagens (Figura 1). Outro critério analisado refere-se aos ângulos das fotografias, nas quais as melhores fotos foram aquelas obtidas no ângulo de 0° com o solo. Contudo é possível obter imagens de qualidade às angulações até 30° .

Figura 1: Fotografia aérea com a projeção de sombra (A) e sem a projeção de sombra (B), obtidas na Avenida da Amizade, Tabatinga-AM.



Fonte: MORAES, 2021.

As espécies de pequeno porte ou aquelas que estavam podadas foram difíceis de identificar por imagens. Espécies como o *Hibiscus* sp. são constantemente podadas para fins estéticos, fazendo com que aquele indivíduo perca suas características morfológicas e de cima, a espécie fica torna-se indistinguível. Assim, tais espécies seriam consideradas não identificadas no relatório, caso o mesmo fosse feito apenas com o drone (Figura 2).

Figura 2: Indivíduo (*Hibiscus*) podado com identificação dificultada durante inventário pelo drone.



Fonte: MORAES, 2021.

Quando se trata de um conjunto de indivíduos muito próximos, os de maior porte se sobrepõe aos de menor, impossibilitando a identificação, assim provocando sua exclusão da análise aérea, uma vez que o indivíduo fora visto somente na coleta censo (Figura 3). Tal fato implicou em subestimativa de indivíduos durante o levantamento aéreo.

Figura 3: Local contendo espécies de pequeno porte sob as copas dos indivíduos maiores, encontradas somente no censo.



Fonte: MORAES, 2021.

Fitossanidade: inventário tradicional e do drone

O levantamento com o uso do drone possibilitou melhor visualização das condições de copa. Na Figura 4 temos um mesmo indivíduo com fotos obtidas de *drone* (A) e levantamento de campo (B), nota-se a melhor visualização para classificar corretamente a qualidade fitossanitária das copas através de imagens adquiridas através de *drone*. Porém, a classificação fica restrita às condições da copa. Possivelmente com altura menor que 60m para a análise e um ângulo diferente, seria possível estimar parâmetros fitossanitários.

Figura 4: O mesmo indivíduo arbóreo visto na imagem obtida pelo drone (A) e em levantamento de campo (B).



Fonte: MORAES, 2021.

Os dados mostraram que a análise por meio das fotos do drone promovem uma superestimação de indivíduos na classe boa (Tabela 1). Tal resultado deve-se à análise exclusiva das copas, não considerando o fuste e as raízes que foram avaliadas no inventário. Dessa forma as imagens de *drone* não são indicadas para avaliação da fitossanidade, a menos que seja considerada apenas a qualidade das copas.

Tabela 1- Inventário sobre as condições fitossanitárias das espécies coletadas na Avenida da Amizade.

Condição	Drone	Censo	acerto%
Boa	335	148	226
Média	48	218	22
Ruim	16	43	37
Total Geral	399	409	

A maior concentração de indivíduos nas classes média e ruim pode ser reflexo de um plantio antigo e em sua maioria com espécie susceptível à

podridão. Atualmente nota-se o tombamento de alguns indivíduos de *Ficus beijamina* L.. Estes resultados indicam a necessidade do planejamento para reposição de indivíduos arbóreos, preferivelmente de espécies nativas. É importante identificar as características das árvores encontradas na Avenida, para que o planejamento e implantação de melhorias na arborização sejam fontes de benefícios à população urbana.

Para Ziller (2001), é preferível o uso de espécies nativas para a arborização urbana, pois as espécies exóticas podem causar diversos danos ao meio ambiente, como a perda da biodiversidade, modificações nos ciclos e características naturais dos ecossistemas atingidos, alteração fisionômica da paisagem natural e, algumas vezes consequências econômicas vultuosas. Para isso é importante estudo e planejamento de escolha das espécies vegetais amazônicas adequadas para inserir na arborização do município de Tabatinga.

Morfometria: inventário tradicional e do drone

De acordo com a Tabela 2 o percentual de acerto quanto à classificação do tamanho dos indivíduos, foi considerado baixo (75% de acerto), sendo os indivíduos médios com o maior percentual de acerto (93%). Assim, o tamanho dos indivíduos não é um parâmetro obtido com segurança por meio de imagens aéreas.

O tamanho das árvores é critério de classificação para o planejamento da arborização, e conforme Faria *et al.* (2007), esse critério é importante pois favorece que sempre seja realizada a poda de manutenção das espécies, sem alterar sua arquitetura e o tamanho da copa, devendo ser praticada apenas podas de limpeza.

Tabela 3- Quantidade de portes grandes, médios e pequenos encontrados.

CLASSIFICAÇÃO	CONTAGEM DRONE	CONTAGEM TRADICIONAL	ACERTO (%)
G	27	45	60
M	334	312	93
P	38	52	73
Total Geral	399	409	75

Diversidade e abundância: inventário tradicional e por drone

Foram inventariadas 22 espécies, distribuídas em 12 famílias, totalizando 409 indivíduos no inventário tipo censo. Assim o levantamento por meio do *drone* alcançou 98% de acerto total (399 indivíduos identificadas) e 80% quando analisado a identificação de cada espécie (Tabela 3). O resultado mostrou-se superior àquele realizado por imagens de satélite de alta resolução (Worldview-2), com acurácia geral de classificação de 69,43% (MESQUITA et al., 2022).

É importante destacar que algumas espécies que possuem características próprias foram mais fáceis de identificação, como as palmeiras pelas folhas, castanholeira por seu porte e folhas e brasileirinho pela coloração amarelada de suas folhas. Enquanto outras espécies com indivíduos em pequeno porte, como o hibisco, foram mais difíceis de identificação. Durante o sobrevoo notou-se a dificuldade de distinguir alguns indivíduos como pertencentes a arborização urbana ou a residência de um munícipe, fato que pode ter provocado sua exclusão ou a inclusão de alguns indivíduos da análise.

Tabela 3- Comparação das espécies coletadas por meio do censo e do drone, seguida da porcentagem de acerto para cada espécie.

Ordem	Família	Nome científico	Nome popular	Contagem drone	Contagem tradicional	Acerto%
1	Arecaceae	<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	Açaí	1	2	50
		<i>Oenocarpus bacaba</i> Mart.	Bacaba	3	5	60
		<i>Cocus nucifera</i> L.	Coco	13	17	76
		<i>Elaeis guineensis</i> . Jacq.	Dendê	6	6	100
		<i>Phoenix roelinii</i> O'Brien	Palmeira Fênix	1	1	100
		<i>Dypsis lutescens</i> (H. Wendl.) Beentje & J. Dransf.	Palmeira areca	18	19	95
		<i>Livistona chinensis</i> (Jacq.) R.Br. ex Mart.	Palmeira leque	6	6	100
11	Anarcadiaceae	<i>Adonidia merillii</i> (Becc.) Becc.	Palmeira Veitchia	42	35	120
		<i>Anarcadium occidentale</i> L.	Caju	3	3	100
13	Caryaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Manga	2	2	100
		<i>Carica papaya</i> L.	Mamão	1	2	50
14	Chrysobalanaceae	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.)	Oiti	8	8	100
15	Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	Castanhola	2	2	100
16	Fabaceae	<i>Erythrina variegata</i> L.	Brasileirinho	1	1	100
		<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A. Howard	Paliteira	1	1	100
		<i>Inga edulis</i> Mart.	Ingá	1	1	100

17	Malvaceae	<i>Hibiscus</i> sp.	Hibisco	6	9	67
18	Moraceae	<i>Ficus bejanmiana</i> l.	Ficus	269	280	96
19	Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Jambo	0	1	0
20	Polygonaceae	<i>Coccoloba</i> sp.	Coccoloba	5	4	125
21	Rubiaceae	<i>Ixora macrothyrsa</i>	Ixora-chinesa	1	1	100
22	Rutaceae	<i>Citrus × sinensis</i> (L.) Osbeck	Laranja	0	1	0
	NI	NI	NI	9	2	450
			Total Geral	399	409	98
			Média Geral de acerto (%)			80

Na Tabela 3 pode se identificar que as espécies *Elaeis guinensis* Jacq., *Phoenix roelinii* O'Brien, *Livistona chinensis* (Jacq.) R.Br. ex Mart., *Anarcadium occidentale* L., *Mangifera indica* L., *Licania rígida* Benth., *Terminalia catappa* L., *Erythrina variegata* L., *Clitoria fairchildiana* R.A. Howard, *Ingá edulis* Mart. e *Ixora macrothyrsa*, estão com 100% de semelhança entre a coleta censo e a coleta com *drone*. Isso se dá por suas características próprias, como coloração e formato das copas, e principalmente por serem indivíduos de grande porte. Já as espécies *Syzygium jambos* (L.) e *Citrus X sinensis* (L.) Osbeck não foram identificadas no sobrevoo. Esse fator pode se dar pelo pequeno porte dos indivíduos, localização e até falta de características próprias. Estas observações valem também para aqueles que não obtiveram semelhança de 100% entre os inventários.

Houve também diferença entre os inventários, na identificação da espécie: *Veithichia merielii* onde o sobrevoo coletou mais indivíduos que o censo. A justificativa deste fato parte do momento em que nas imagens, não é possível identificar se o indivíduo está em área privada ou pública, e quando está perto de mata (área militar), identificar a delimitação entre os

mesmos é dificultoso, tornando os dados confusos quanto à obtenção de números reais.

Considerações sobre a arborização viária estudada

Durante a coleta de dados foram verificados inúmeros danos apresentados pelas árvores, principalmente de origem antrópica como a poda (Figura 5). Tais danos juntamente com as características próprias das espécies, como susceptibilidade à podridão, podem reduzir a vida útil dos indivíduos arbóreos.

Figura 5: Indivíduo arbóreo com poda lateral, tornando-o mais susceptível a queda.



Fonte: MORAES, 2021.

Apesar da imagem aérea mostrar boa qualidade da copa, muitas vezes não é possível verificar os danos que a árvore provoca nas calçadas (Figura 6). A imagem capturada por cima nos permite uma falsa percepção

de espaço, podendo insinuar que algo de ruim possa acontecer futuramente. Os indivíduos se encontram devidamente seguros. Além disto, a espécie escolhida para plantio não gera conflitos entre o ser humano e a natureza e é muito utilizada em projetos de arborização fora de nosso estado.

Figura 6: Indivíduos de *Licania tomentosa* (Benth.) identificados perto de área privada.



Fonte: MORAES, 2021

A espécie *Licania tomentosa* (Benth.) (oiti), como dito anteriormente, é uma espécie muito utilizada para a arborização urbana em outros locais do Brasil, o que significa que a mesma contribui para a arborização urbana positivamente. No entanto, considerando que a cidade está localizada na Região Amazônica, e o indivíduo é de espécie exótica, não se tem a justificativa do porquê inseri-la na arborização, visto que é de extrema importância preservar a cultura e a flora, que contém mais de centenas de espécies naturais ou naturalizadas que podem estar sendo usadas no local. Esta observação também vale para a espécie *Cocos nucifera*.

A espécie mais abundante na Avenida da Amizade é o *Ficus benjamina*. Para Milano e Dalcin (2000), na arborização urbana cada espécie não pode ultrapassar 15% do total de indivíduos da população arbórea, para que se tenha um bom planejamento da arborização urbana. Ainda segundo o autor, a predominância de apenas uma espécie ou grupo de espécies pode induzir a propagação de pragas, que atualmente é muito comum nas árvores de ambientes urbanos.

Segundo Junior (2008), a espécie *Ficus benjamina* L. é prejudicial à estrutura viária da cidade, sendo observados danos às calçadas e conflitos com as redes aéreas. A arborização urbana da Avenida da Amizade, principal via da cidade, demonstra falhas de planejamento, tais como baixa riqueza e dominância de espécies como *Ficus benjamina* e as espécies da família Arecaceae.

Verificou o plantio de algumas espécies em locais de queda de *Ficus benjamina* L. Contudo tais plantios devem considerar que as dimensões do canteiro central e que o mesmo é concretado limitando o crescimento das raízes. Assim sendo faz-se necessário a elaboração de um plano de arborização municipal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de drones em inventário arbóreo de vias públicas mostrou-se satisfatória, pois esses instrumentos apresentam baixos custos operacionais e coleta de dados de alta intensidade e qualidade. Foi constatado através da pesquisa que as imagens aéreas capturadas dos locais estudados não se mostraram eficazes quanto à caracterização de fitossanidade e a morfometria. Porém, as imagens permitiram a quantificação de 98% do

total de indivíduos e 80% quando analisado a identificação de cada espécie.

Para obtenção de imagens que permitam maior percentagem de espécies identificadas é recomendado observar a altura do sobrevoo, horário de coleta das imagens e níveis de sombreamento.

O estudo demonstrou que a tecnologia pode ser uma ferramenta para aprimorar e baratear os custos de um inventário arbóreo urbano, podendo auxiliar no planejamento da arborização viária, ainda pouco valorizadas na cidade.

AGRADECIMENTO

Os Autores agradecem ao apoio financeiro do IFAM, por meio do Programa de Apoio ao Desenvolvimento de Pesquisa Científica Aplicada à Inovação Tecnológica - PADICT/2019 e da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM.

REFERÊNCIAS

ANAC. **Regulamento Brasileiro Da Aviação Civil Especial - RBAC-E nº 94**. 2021 Disponível em: https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94/@@display-file/arquivo_norma/RBACE94EMD00.pdf. Acessado em 03 de set. 2022

ANDERSON. C. **Here come the drones!** August Issue: Wired Magazine; 2012. Disponível em: <https://www.wired.co.uk/article/here-come-the-drones>. Acessado em: 03 de setembro de 2022.

ARAÚJO, Y. R. V.; MOREIRA, Z. C. G.; BORGES, L. A. C.; SOUZA, A. N.; COELHO JUNIOR, L. M. Avaliação da arborização viária da cidade de João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Scientia Florestais**, Piracicaba, v. 47, n. 121, p. 71-82, 2019.

BIONDI, D.; LIMA NETO, E.M. **Pesquisa em arborização de ruas**. Curitiba. 150p. 2011.

BECKER, B. K. **A urbe amazônida: A floresta e a cidade**. Editora Garamond, Rio de Janeiro. 2013.

CANETTI, A.; GARRASTAZU, M.C.; MATTOS, P.P.; BRAZ, E.M.; PELLICO NETTO, S. Understanding multi-temporal urban forest cover using high resolution images. **Urban Forestry and Urban Greening**, v. 29, p. 106-112. 2018. Doi: 10.1016/j.ufug.2017.10.020

COSTA, L. A.; HIGUCHI, A. Arborização de ruas de Manaus: avaliação qualitativa e quantitativa. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 213-221. 1999.

FARIA, J. L. G., MONTEIRO, E. A., FISCH, S. T. V. Arborização de vias públicas do município de Jacareí – SP. **Rev. SBAU**, Piracicaba, v.2, n.4, dez. 2007.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censos demográficos, 2010**. Acesso em: 07-2015. Disponível em: <www.ibge.gov.br/>.

JUNIOR, F. R. MELO, R. R. CUNHA, T. A. STANGERLIN, D. M. Análise da arborização urbana em bairros da cidade de pombal no estado da paraíba. **REVSBAU**, Piracicaba – SP, v.3, n.4, p.3-19, 2008. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/66369>. Acesso em: 05-2022.

NOOR, N.M; ALIAS, A.; HASHIM, M. Remote sensing UAV/drones and its application for urban áreas: a review. IOP Conf. **Series: Earth and Environmental Science**, n. 169. 2018. DOI :10.1088/1755-1315/169/1/012003

MESQUITA, M.R., AGARWAL, S., DE MORAIS LIMA, L.H.G. et al. The use of geotechnologies for the identification of the urban flora in the city of Teresina, Brazil. **Urban Ecosyst** 25, 523–534 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11252-021-01153-z>

MILANO, M.; DALCIN, E. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro: LIGHT, 2000. 226p.

PTDRSMAS. **Plano de Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável da Mesorregião Alto Solimões**. Amazonas, 2011. 198p.

SANTOS, E.B.; NOGUEIRA, F.M.; TALGATTI, D.M. Plant Species Composition and the Perception of the Afforestation in Urban Public Green Spaces in a Municipality in Eastern Brazilian Amazon. **Sustainability**, 2021, 13, 10332.

SEAMANS, G.S. Mainstreaming the environmental benefits of street trees. **Urban Forestry & Urban Greening**. v. 12, n. 1, p. 2-11. 2013. DOI: [Doi.org/10.1016/j.ufug.2012.08.004](https://doi.org/10.1016/j.ufug.2012.08.004)

SILVA, R.A.; MORAES, R.P.; LOPES, M.S.; PEREIRA, J.A.A. **Avaliação da qualidade da arborização urbana viária, Tabatinga, Amazonas, Brasil.** IN: Seabra, G. (Org.). Terra. Ituiutaba: Barlavento, 2016. 192-202p.

VIEIRA, T.A.; Panagopoulos, T. Urban Forestry in Brazilian Amazonia. **Sustainability** 2020, 12, 3235.

VIRGA, T. **Urbanização e Fronteira na Amazônia: Um olhar para as “cidades-gêmeas” de Letícia (CO) e Tabatinga (BR).** XVII ENANPUR: Desenvolvimento, crise e resistência: quais os caminhos do planejamento urbano e regional. 2017.

ZILLER, S. R. Os processos de degradação ambiental originados por plantas invasoras. **Revista Ciência Hoje.** n.178, p. 77-79, dez. 2001.