



### LIDAR COMO FERRAMENTA DE LEITURA DA ESTRUTURA FLORESTAL DA MATA DE DOIS IRMÃOS, RECIFE-PE.

Sidney Henrique Campelo de Santana<sup>1</sup>, Nara Tôrres Silveira<sup>2</sup>, Jadson Freire da Silva<sup>3</sup>, Veríssimo Ribeiro Pinheiro Neto<sup>4</sup>, Camila Gardenea Bandim<sup>5</sup>, Gabriel Antônio Soares<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Geógrafo, Professor do Instituto Federal do Amapá, Laranjal do Jari, Amapá. E-mail: sidney.santana@ifap.edu.br; <sup>2</sup>Engenheira de Pesca, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, E-mail: naarasilveira@gmail.com; <sup>3</sup>Gestor Ambiental e Analista de Sistema, Professor do Centro Universitário Brasileiro, Recife, Pernambuco, E-mail: jadsonfreiresilva@gmail.com; <sup>4</sup>Geógrafo, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, E-mail: verissimo.pinheiro@ufpe.br; <sup>5</sup>Licenciada em Geografia, Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, E-mail: camila.bandim@ufpe.br; <sup>6</sup>Licenciado em Geografia; Doutorando do Programa de PósGraduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco. E-mail: gabriel.antonios@ufpe.br

Conservação da Natureza: Conservação de Áreas Silvestres

#### RESUMO

As geotecnologias têm se colocado como ferramentas importantes para as análises florestais. Dentre estas inovações tecnológicas se encontra o LiDAR, capaz de realizar a leitura tridimensional e precisa dos alvos. Com isso, o presente estudo objetiva propor a tecnologia LiDAR como instrumento de apoio à leitura da estrutura arbórea da Mata de Dois Irmãos, situada em Recife, PE. Para tanto foram adquiridas cenas LiDAR junto à Prefeitura do Recife. As cenas foram convertidas para nuvem de pontos '.las', unidas e clipadas de acordo com os limites da mata. Em seguida, foi classificada e filtrada para geração do Modelo Digital de Terreno (MDT) e do Modelo Digital de Copa (MDC). Como resultado, foi gerado um cartograma que apresenta a distribuição espacial do porte arbóreo na Mata de Dois Irmãos. Com isso, pôde-se averiguar que as árvores de grande porte, acima de 12 m de altura, têm ampla distribuição por todo o território da mata, representando 88,3% de toda a cobertura florestal. Algumas áreas da floresta estão com total ausência de porte arbóreo, que correspondem as áreas onde estão situados os açudes e locais distribuídos nas bordas da mata. Portanto, neste estudo, a tecnologia LiDAR se mostrou como uma importante ferramenta de apoio para a leitura da estrutura arbórea. Por fim, esta Geotecnologia se coloca como um instrumento de apoio aos estudos relativos à maturidade, saúde e configuração das florestas.

**Palavras-chave:** Floresta urbana, Mata Atlântica, perfilamento a laser, porte arbóreo, sensoriamento remoto.

#### 1. INTRODUÇÃO

O processo de metropolização de parte das capitais brasileiras ocorreu sem que houvesse o planejamento urbano. O crescimento instantâneo e desordenado converteu os principais centros urbanos em verdadeiras arenas de disputas de

classes e conflitos de interesses que se projetam em segregação socioespacial, déficits habitacionais, problemas ambientais, entre outras adversidades.

Além disso, em uma escala mundial, as metrópoles se tornaram umas das pautas principais nos debates a respeito das mudanças climáticas. Não por acaso que um dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pelas Nações Unidas trata especificamente sobre a promoção de cidades mais resilientes e sustentáveis (LEE et al, 2015). Neste sentido, uma das medidas de promoção da sustentabilidade nos centros urbanos consiste na implementação de áreas verdes, assim como o cuidado com as florestas urbanas.

Dentre os benefícios das florestas urbanas se destacam a amenização das temperaturas, a manutenção da umidade do ar, diminuição da poluição atmosférica, proteção dos corpos hídricos e resguardo do ecossistema urbano. Entretanto, para que esses fragmentos florestais urbanos exerçam plenamente os seus serviços ecossistêmicos, se faz necessário a proteção deles, iniciando pelo estabelecimento de dispositivos legais. Neste sentido, de acordo com Braga et al. (2021), Recife possui cerca de 38% do seu território legalmente reconhecidos como áreas de proteção da biodiversidade, as chamadas Unidades de Conservação da Natureza (UCNs).

Contudo, além da proteção legal desses ambientes, é imprescindível o trabalho incessante de monitoramento e estudos completos sobre a saúde destes ecossistemas. Por isso, as geotecnologias têm se mostrado de grande valia para leitura da estrutura florestal e arbórea. Neste sentido, o perfilamento a laser se coloca como uma tecnologia bastante promissora para o reconhecimento da estrutura florestal e arbórea, devido a sua capacidade de gerar produtos tridimensionais, boa penetração dos alvos, precisão nas respostas e alta resolução espacial.

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo propor o uso da tecnologia LiDAR como apoio à leitura da estrutura florestal urbana, utilizando como caso a Mata de Dois Irmãos, situada no município de Recife, Pernambuco.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Área de Estudo**

Um dos mais importantes remanescentes de Mata Atlântica de Recife, a Mata de Dois Irmãos situa-se na zona noroeste do município, ocupando uma área de 384, 42 ha. De acordo com o Plano de Manejo da mata (Pernambuco, 2014), está integrada

ao Parque Estadual de Dois Irmãos (PEDI). Este fragmento florestal está situado sobre o divisor de duas bacias hidrográficas relevantes da cidade, abrigando mananciais importantes.

Dentro da perspectiva ambiental, os movimentos políticos para a preservação da Mata de Dois Irmãos tiveram início ainda no século XIX. Em 1916 o bosque se tornou o Horto Florestal de Dois Irmãos, mas só em 1986 a Mata de Dois Irmãos foi reconhecida como Área de Proteção de Mananciais da Região Metropolitana do Recife, por meio da Lei Estadual nº 9.860 (PERNAMBUCO, 1986). O Decreto Municipal nº 23.807 de 23 de julho de 2008, regulamentou a área da ZEPA II e a declarou como Unidade de Conservação da Natureza - UCN Dois Irmãos (RECIFE, 2008).

## 2.2 Procedimentos metodológicos

Para a realização deste estudo foram adquiridas, mediante ao Instituto Pelópidas Silveira (Prefeitura do Recife), cenas oriundas do perfilamento a laser (LiDAR) realizado sobre a área da Mata de Dois Irmãos. As cartas foram adquiridas em formato de arquivo tabular (.xyz) que, em seguida, foram convertidos para nuvem de pontos (.las). Posteriormente foi estruturado um mosaico para que se completasse a nuvem de pontos que abrangesse toda a Mata de Dois Irmãos e, depois, feito o clip considerando os limites da floresta.

O passo seguinte consistiu na classificação dos pontos de acordo com as especificações estabelecidas pela *American Society for Photogrammetry and Remote Sensing* (APRS), entidade proprietária da extensão '.las' (GORGENS et al., 2014). Na sequência, foi realizada uma filtragem da nuvem de pontos para a obtenção do Modelo Digital de Terreno (MDT) e do Modelo Digital de Copa (MDC). Em seguida, foi criado um arquivo de formato *raster* de extensão '.dtm' com células de mesmo tamanho com dimensões predefinidas.

O Modelo Digital de Copa é um modelo digital de superfície desenvolvido para indicar a elevação arbórea em relação ao solo. Para a criação deste modelo é necessário usar o MDT como referência. A partir de então, a coordenada z deixa de representar a altitude e passa a indicar a altura da árvore que, neste caso, é determinada por uma interpolação pela média dos vizinhos adjacentes (GORGENS et al., 2014). Este modelo fornece os parâmetros florestais, como altura da vegetação e porte das árvores, representando uma ferramenta importante para a leitura da

estrutura arbórea florestal. Assim como o MDT, o MDC também se configura em um formato matriz de dados em extensão '.dtm'. Para visualização do produto e elaboração do mapa o MDC foi exportado para formato de arquivo de imagem '.img'.

Para a representação espacial, o *raster* do MDC foi convertido em um produto poligonal. A partir de então, o produto foi categorizado em classes para que a projeção das florestas evidencie a altura das árvores. Para tanto, foram adotados os parâmetros definidos pelo Sistema Municipal de Unidades Protegidas (SMUP), que trata da classificação do porte arbóreo de acordo com a altura (RECIFE, 2017), como se mostra na tabela 1:

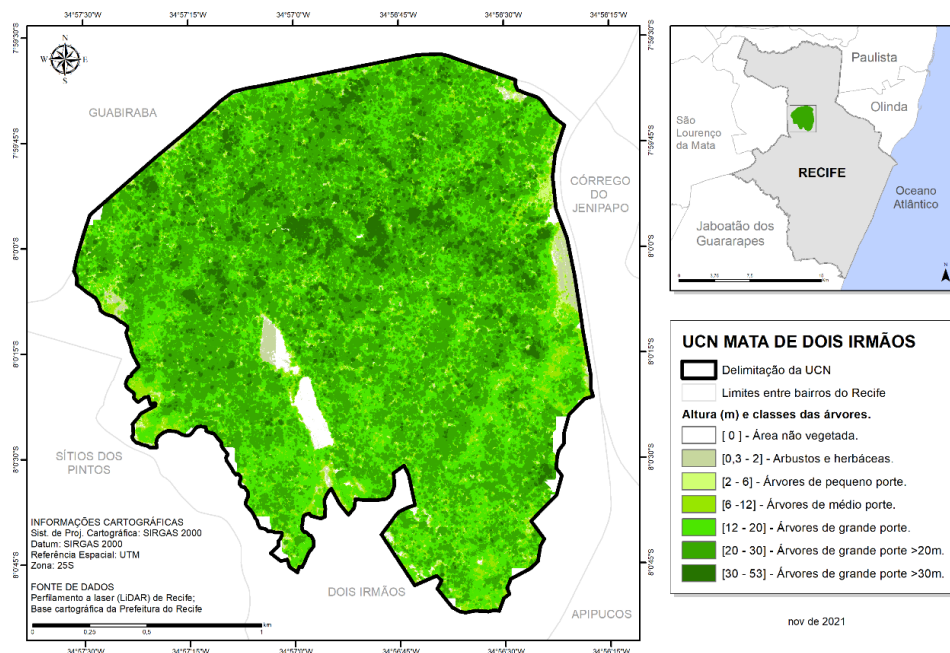
**Tabela 1:** Classificação do porte arbóreo de acordo com o SMUP (Recife, 2017).

| Classe   | valores        | Porte arbóreo           |
|----------|----------------|-------------------------|
| Classe 1 | Sem valores    | Sem vegetação           |
| Classe 2 | 0,3 m a 2,0 m  | Vegetação rasteira      |
| Classe 3 | 2,0 m a 6,0 m  | Árvore de pequeno porte |
| Classe 4 | 6,0 m a 12,0 m | Árvore de médio porte   |
| Classe 5 | > 12,0 m       | Árvore de grande porte  |

Fonte: Os autores (2021).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

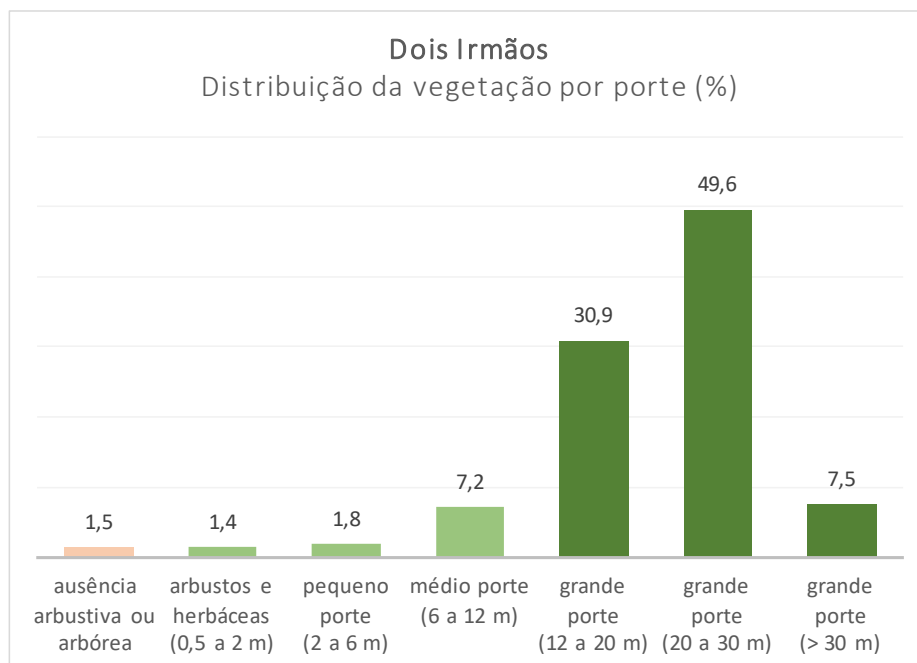
O MDC, obtido a partir da nuvem de pontos, projeta a especialização da cobertura vegetal da Mata de Dois Irmãos, como se pode observar na figura 1.



**Figura 1** - Distribuição espacial da altura e classes das árvores da Mata de Dois Irmãos obtidos por meio do MDC. Fonte: Os autores (2021).

Uma leitura geral da figura 1 permite perceber que da mata de Dois Irmãos é densamente florestada em quase sua totalidade. Notam-se alguns pontos com ausência arbórea significativa, com destaque para uma área a leste do fragmento florestal. Por outro lado, a área que se vê com total ausência de cobertura vegetal na porção centro-oeste da UCN corresponde ao Açude Dois Irmãos. Da mesma forma, é possível observar que a tonalidade verde escura tem maior distribuição na porção centro-norte de Dois Irmãos, significando maior presença de indivíduos arbóreos com altura superior aos 30 m, o que indica maior maturidade florestal nesta zona.

Para se fazer uma leitura quantitativa da presença das árvores de grande porte na UCN, apresenta-se a figura 2 que expõe, em valores percentuais, a proporção da área ocupada por classe de porte arbóreo. Tais valores foram obtidos por meio de cálculos de área aplicados através de técnicas de geoprocessamento.



**Figura 2** - Distribuição do tipo de vegetação por porte arbóreo no território da Mata de Dois Irmãos, em porcentagem. Fonte: Os autores (2021).

Por meio da leitura do gráfico (figura 2), constata-se a grande presença de árvores com altura superior aos 12 m, totalizando 88,3 % de toda a unidade conservada do Parque. Isso revela a razão da manutenção da biodiversidade local, apesar da perturbação urbana ao redor. Por outro lado, não incluindo os açudes no modelo, apenas 1,5 % do espaço natural se encontra sem cobertura vegetal. Esses fatores demonstram o resultado da conservação histórica da mata.

Ainda assim, além da área onde se encontram os açudes, é possível perceber uma presença mais tímida das árvores de grande porte nas áreas periféricas da

floresta, indicando um efeito de borda. O Plano de Manejo da mata classifica essa área como Zona de Atenção Especial (ZAE).

#### 4. CONCLUSÃO

O uso da tecnologia LiDAR demonstra grande potencial como instrumento de apoio à análise da estrutura florestal urbana, permitindo compreender com maior precisão a configuração espacial da Mata de Dois Irmãos. A integração dos modelos digitais de terreno e de copa permitiu caracterizar a distribuição e o porte arbóreo, evidenciando o potencial do LiDAR como ferramenta científica para monitoramento e diagnóstico da dinâmica estrutural de florestas urbanas.

#### 5. REFERÊNCIAS

BRAGA, M. B.; LEITE, M. S.; LUZ, S. C. S. **Biodiversidade das Unidades de Conservação do Recife**. Ananindeua: Editora Itacaiúnas, 2021. 164 p.

GORGENS, E. B.; SILVA, A. G. P.; RODRIGUEZ, L. C. E. **LIDAR aplicações florestais**. 1ª Edição. Editora CRV. Curitiba, 2014.

LEE, Bandy X. et al. Transforming our world: implementing the 2030 agenda through sustainable development goal indicators. **Journal of public health policy**, v. 37, n. Supl 1, p. 13-31, 2016.

PERNAMBUCO. Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. **Plano de Manejo: Parque Estadual de Dois Irmãos**. Pernambuco, 75p., 2014.

PERNAMBUCO (Estado). **Lei nº 9.860, de 12 de agosto de 1986**. Delimita as áreas de proteção dos mananciais de interesse da Região Metropolitana do Recife, e estabelece condições para a preservação dos recursos hídricos. Lei . Recife, PE.

RECIFE (Município). **Decreto nº 23.806, de 23 de julho de 2008**. Regulamenta a Zona Especial de Proteção Ambiental 2 – Jardim Botânico do Curado, em conformidade com a Lei Federal nº 9.985/2000 que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, e dá outras providências. Decreto. Recife, PE.

RECIFE (Município). **Lei nº 18.104, de 09 de maio de 2014**. Institui o Sistema Municipal de Unidades Protegidas - SMUP Recife e dá outras providências. Lei. Recife.

RECIFE. Secretaria de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente. **Manual de Arborização Urbana: orientações e procedimentos técnicos básicos para implantação e manutenção da arborização da cidade do Recife**. 2. ed - Recife: [s.n.], 2017. 55 p.