

Caracterização e mapeamento da vegetação do Parque Nacional do Bicular no sudoeste de Angola

Characterization and mapping of the vegetation of Bicular National Park in Southwestern Angola

Caracterización y mapeo de la vegetación del Parque Nacional de Bicular en el suroeste de Angola

Manuel Jundo Cachissapa¹

Instituto Superior de Ciências da Educação da Huíla, Angola
Universidade Estadual de Montes Claros, Laboratório de Ecologia Evolutiva, MG
cachissapamanuel@gmail.com

Marina Filomena Francisco Rafael²

Instituto Superior de Ciências da Educação da Huíla, Angola
marina.rafael@isced-huila.edu.ao
Universidade de Lisboa-Center for Ecology, Evolution Environment Change (CE3C),
Tropical Plants and Systems

António Valter Chisingui³

Instituto Superior de Ciências da Educação da Huíla, Angola
valter.chisingui@isced-huila-edu.ao

Resumo

O conhecimento sobre as formações vegetais de uma dada região assume um papel importante no manuseamento e gestão dos recursos florísticos. O estudo foi realizado no Parque Nacional do Bicular, localizado na província da Huíla, com uma extensão histórica de 6800 km², e teve como objectivo principal caracterizar e mapear a vegetação do parque, com recurso aos Sistemas de Informação Geográfica e técnicas de Detecção Remota. Para o levantamento da vegetação fez-se recurso às parcelas 20 × 50 m, contendo uma subparcela menor de 10 × 10 m², considerada como unidade independente da subunidade maior, e foram medidos todos os indivíduos com DAP ≥ 5 cm, da subparcela menor, seguindo o protocolo de treinamento do mapeamento da vegetação, em que foram amostrados 350 indivíduos. Os dados obtidos no inventário florestal foram analisados com auxílio do Microsoft Excel. A análise das classes e a análise de similaridade entre as parcelas para classificação da vegetação foi feita no programa estatístico PAST (versão 4.11). Os resultados das métricas fenológicas foram obtidos processando os dados no TIMESAT, a fim de analisar o comportamento da vegetação tendo em conta as

¹Mestre em Ecologia e Gestão de Recursos Naturais pelo ISCED-Huíla

²Mestre em Sistema de Informação Geográfica e Modelação Territorial Aplicado ao Ordenamento, Universidade de Lisboa (IGOT), Portugal

³Doutor em Ciências do Ambiente, Universidade de Évora, Portugal.

variedades ambientais. O resultado foi a composição de um mapa com as classes de vegetação do Parque Nacional do Bicuar, dando ênfase à classe de *Brachystegia utilis*, que não foi descrita anteriormente. A classificação final a distribuição das espécies correspondentes a cada classe de vegetação baseou-se na abundância de espécies, tendo sido estratificada em 5 classes de vegetação com recurso a imagens do sensor MODIS.

Palavras-chave: Vegetação, Mapeamento, Parque Nacional do Bicuar

Abstract

Knowledge about plant formations of a given region plays an important role in the handling and management of floristic resources. The study was carried out in Bicuar National Park, located in the province of Huíla, with a historical extent of 6800 km², and its main objective was the vegetation of the park, using Information Systems Geographies and Remote Detection Techniques. To survey the vegetation, 20 × 50 m plots were used, containing a smaller subplot of 10 × 10 m², considered as an independent unit of the larger subunit, and all individuals with DAP ≥ 5 cm, from the smaller subplot, following the vegetation mapping training protocol, in which 350 individuals were sampled. The data obtained from the forest inventory were analysed using Microsoft Excel. Class analysis and similarity analysis between plots for vegetation classification were performed using the PAST statistical program (Version 4.11). The phenological metrics results were obtained by processing the data in TIMESAT to analyse vegetation behavior, considering environmental variations. The result was the completion of a map showing the vegetation classes of Bicuar National Park, emphasizing the *Brachystegia utilis* class, which had not been previously described. The final classification of the species distribution corresponding to each vegetation class was based on species abundance and was stratified into five vegetation classes using MODIS imagery.

Keywords: Vegetation, Mapping, Bicuar National Park

Resumen

Conocimiento sobre las formaciones vegetales de una región determinada desempeña un papel importante en el manejo y gestión de los recursos. Florística. El estudio se realizó en el Parque Nacional Bicuar, ubicado en la provincia de Huíla, con un alcance histórico de 6800 km², y su objetivo principal era caracterizar y mapear la vegetación del parque, utilizando sistemas de información geográfica y técnicas de detección remota. Para el estudio de la vegetación se utilizaron parcelas de 20 × 50 m, que contienen una subparcela más pequeña de 10 × 10 m², considerada como una unidad independiente de la subunidad más grande, y todos los individuos con SALTO ≥ 5 cm, de la subparcela más pequeña, siguiendo el protocolo de entrenamiento para el mapeo de vegetación, en el que se muestrearon 350 individuos. Los datos obtenidos del inventario forestal se analizaron con Microsoft Excel. El análisis de clases y el análisis de similitud entre parcelas para la

clasificación de la vegetación se realizaron con el programa estadístico PAST (versión 4.11). Los resultados de las métricas fenológicas se obtuvieron mediante el procesamiento de los datos en TIMESAT, con el fin de analizar el comportamiento de la vegetación considerando las variaciones ambientales. El resultado fue la elaboración de un mapa que muestra las clases de vegetación del Parque Nacional Bicular, con énfasis en la clase *Brachystegia utilis*, la cual no se había descrito previamente. La clasificación final de la distribución de especies correspondiente a cada clase de vegetación se basó en la abundancia de especies y se estratificó en cinco clases de vegetación utilizando imágenes MODIS.

Palabras clave: vegetación, metro Desembarco, Parque Nacional Bicular

Introdução

O conhecimento sobre a distribuição espacial da vegetação e a composição das espécies é fundamental para a gestão sustentável dos recursos naturais, planeamento da conservação e a compreensão das dinâmicas ecológicas dos ecossistemas (Revermann et al., 2018). A vegetação constitui a base estrutural dos ecossistemas terrestres, servindo de habitat para inúmeros organismos e refletindo interações complexas entre fatores bióticos e abióticos, como relevo, solo, hidrologia e o clima (Revermann et al., 2018). A análise e o mapeamento da vegetação permitem compreender os padrões de diversidade, produtividade e resiliência ambiental, sendo ferramentas necessárias e indispensáveis para a gestão do território e a monitorização de mudanças nos habitats.

Em Angola, os primeiros esforços de caracterização da vegetação remontam a Gossweiler (1939), com a elaboração da primeira carta fitogeográfica nacional. Posteriormente, Grandvaux Barbosa (1970) aperfeiçoou esse trabalho, tornando-o uma referência fundamental na classificação das comunidades de vegetação do país. Estudos mais recentes, como os de Gonçalves (2008), que apresentou resultados de um extenso trabalho de campo, realizado em algumas zonas da província, onde foi feita colheita de espécimes, que depois de identificados foram herborizados e introduzidos numa checklist de plantas da província da Huíla. Tchamba (2017) apresenta a descrição das comunidades de vegetação do município do Chipindo, utilizando a mesma metodologia de parcelas. Fez igualmente a análise de alguns índices de diversidade e de riqueza, que permitiu identificar parcelas mais ricas e mais biodiversas, e Revermann e Finckh (2018) ampliaram o conhecimento sobre as formações de vegetação angolana, fazendo recurso a metodologias de parcelas e técnicas de geoprocessamento, consolidando bases de dados sobre a estrutura e composição da vegetação na região sudoeste do país.

Por seu lado, o Parque Nacional do Bicuar (PNB), localizado na província da Huíla, representa uma das áreas de conservação mais significativas do sul de Angola.

O parque foi criado em 1938, tendo sido estabelecido como Reserva Parcial de Caça (Portaria N.º 2620 de 16 de abril de 1938), tendo passado posteriormente à categoria de Parque Nacional pelo N.º.º 3527 de 26 de dezembro de 1964 (Huntley, 1974). O objectivo da criação do mesmo foi para servir como reserva de caça. Durante a guerra civil, o Parque permaneceu sem uma administração, o que facilitou a invasão pelas comunidades vizinhas e algumas propriedades agrícolas (Fazendas) que acabaram por penetrar no interior do mesmo, obrigando o redimensionamento do mesmo nos últimos anos, depois da reposição do sistema de gestão com uma administração e fiscais em 2008, pelo Ministério do Ambiente (Delgado, 2025; Chicomo, 2018).

Inserido em uma zona de transição climática entre o norte mais húmido e o Sul mais seco (Huntley, 1970; Huntley, 2023), o PNB apresenta elevada heterogeneidade ambiental, refletida na diversidade de suas formações vegetais, que incluem bosques

abertos de *Brachystegia* e *Julbernardia*, bosques de *Baikiaea* e *Burkea* e savanas arbustivas intercaladas com áreas de drenagem e *mulolas* (Godlee, 2019). Os fogos descontrolados e o acesso do gado são os principais factores que estão a alterar os recursos vegetais do parque e devem ser geridos activamente (Elizalde et al., 2020; Delgado, 2025).

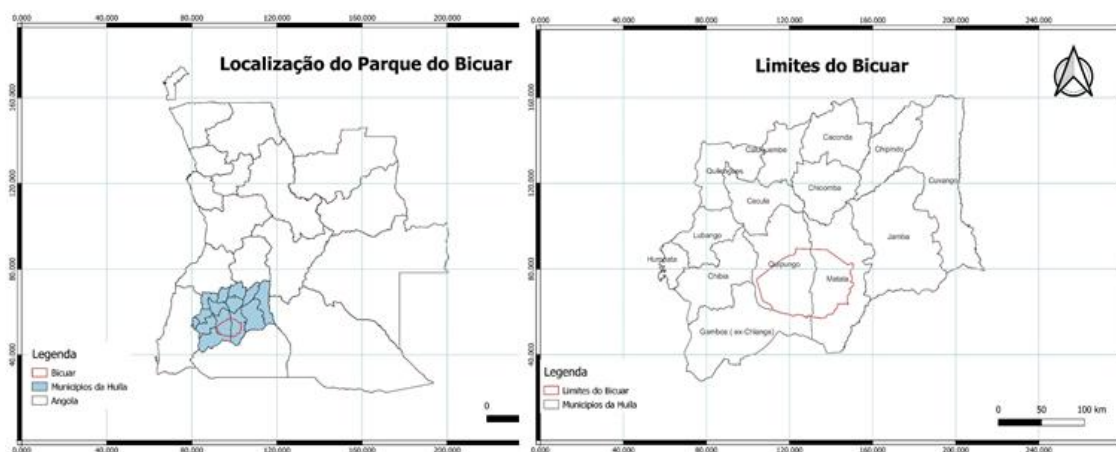
Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivos: **a)** realizar o levantamento da vegetação em parcelas representativas dos principais habitats do PNB; **b)** determinar as métricas fenológicas da vegetação a partir de dados de detecção remota e compreender como a brotação e senescência respondem às diferentes condições ambientais ao longo do ano; e **c)** elaborar o mapa de coberto do solo do PNB, a partir de imagens MODIS.

Materiais e Métodos

Área de estudo

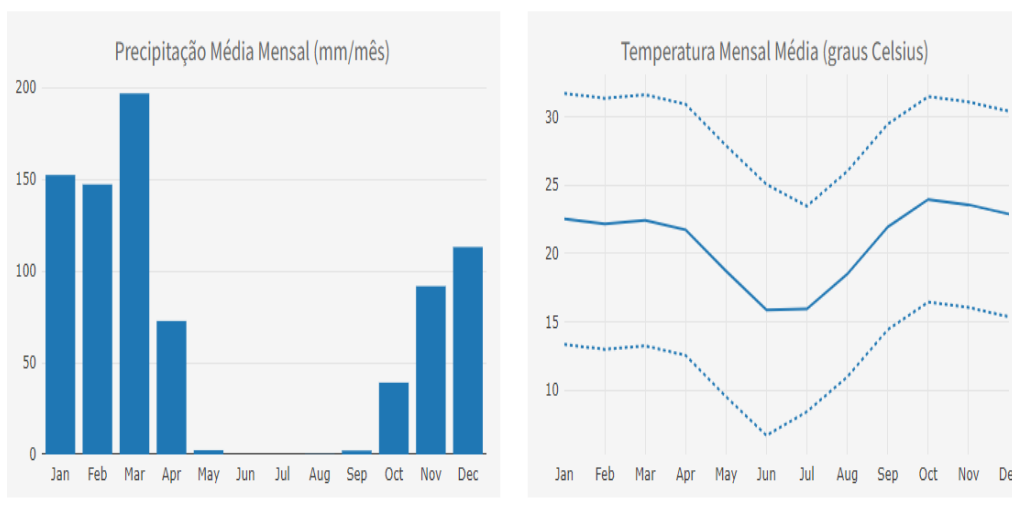
O estudo decorreu no PNB, localizado na província da Huíla entre os municípios da Matala, Quipungo, Gambos e Chibia, conforme figura 1. O mesmo ocupa uma área de 6800 km² atualmente, no entanto, estas dimensões são objecto de discussão devido à existência de fazendas agrícolas ao longo da margem sul do mesmo e à perda de território nas regiões de Matala (Capelongo) e Quipungo (Nongalafa e Ombo).

Figura 1: Angola, com destaque à província da Huíla à direita e à localização do Parque Nacional do Bicular em vermelho na província da Huíla à esquerda



Segundo Mendelson & Mendelson (2018), o PNB situa-se entre os 1200 e 1400 metros de altitude, apresentando um clima tropical seco com temperaturas médias anuais, máxima de 23°C e mínima de 15°C. A precipitação anual varia entre os 650 e 900 mm/ano (figura 2).

Figura 2: Gráfico da temperatura e pluviosidade anuais no Parque Nacional do Bicular (Fonte: <http://worldclim.org>)



A distribuição da precipitação na área de estudo não é homogénea, tendo algumas regiões que apresentam valores mais altos em relação às outras. O parque encontra-se numa zona de transição climática entre o norte mais húmido e o sul mais seco, essencialmente ao longo da zona de influência do deserto do Calahari. As chuvas aumentam significativamente em direcção ao norte (média de 850 mm/ano), que recebe quase 200 mm mais que o Sul (650 mm/ano).

Vegetação

A vegetação do Parque Nacional do Bicular apresenta uma estrutura muito interessante, influenciada por diversos elementos do meio. Para Diniz (1991), o PNB está inserido dentro da zona fitogeográfica de Floresta aberta “Mata de Panda” e savanas arbustivas, constitui a comunidade fito-climática do centro planáltico angolano, que se caracteriza por uma alternância de estação chuvosa e seca, bem definidas. A “Mata de Panda” inclui formações afins de savana-bosque que são caracteristicamente dominadas por um estrato superior de *Brachystegia spiciformis*, *Brachystegia tamarindoides* e *Julbernardia paniculata* e um estrato inferior arbustivo, dominado por *Diclorinchus condilocarpon*, *Baphia massaensis* e *Combretum spp.*

Parque Nacional do Bicular se encontra numa zona que compreende três ecorregiões (ER), designadamente o miombo (ER 49 - *Angolan Miombo Woodland*), bosques de *Baikiaea* com dominância de *Baikiaea plurijuga* e *Baphia massaiensis* sp. *obovata* (ER 51 - *Zambezian Baikiaea Woodland*) e bosques de Mopane (ER 55 - *Angolan Mopane Woodland*) (Burgess et al., 2004).

Procedimentos de obtenção dos dados da vegetação e de satélite

A colecta de dados da vegetação foi realizada durante a estação chuvosa, entre os anos 2022 e 2023, para tal fez-se recurso às parcelas. No total foram amostradas 55 parcelas, nos diferentes tipos de vegetação do PNB, cada uma destas parcelas possuía 20×50 m (1.000 m²), com subparcelas de 10×10 m (100 m²) no interior da

parcela principal, considerada como unidade amostral independente (Freitas & Magalhães, 2012; Revermann *et al.*, 2013).

Esta abordagem metodológica foi escolhida por ser eficiente e prática em levantamentos de vegetação de savana, permitindo estimar com precisão a composição florística, a estrutura e a densidade das espécies e poder amostrar muitas áreas em tempo razoável. Alguns dados recolhidos incluíam em cada parcela o registo do nome de todas as espécies cujos indivíduos se encontravam na mesma, no estrato arbóreo-arbustivo todos os indivíduos com diâmetro à altura do peito (DAP) ≥ 5 cm foram medidos e registados, todos aqueles que não foi possível identificar no campo, foram recolhidas amostras de herbário, que foram posteriormente identificadas no herbário LUBA (Revermann *et al.* 2013). Além dessas outras informações consideradas importantes, foram recolhidas, tais como a quantidade de manta morta, a regeneração, as perturbações e outras características do terreno (Gonçalves et al., 2021; Tchamba, 2017).

Outra componente de estudo incluía as métricas fenológicas, para as determinações destas foram processadas imagens de coberto do solo, obtidas pelo sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) a bordo dos satélites Terra e Aqua, que possuem uma resolução espacial de 250 m, nas Banda 1 (vermelho: 0.62–0.67 μm) e Banda 2 (NIR: 0.84–0.88 μm), usadas principalmente para monitorar vegetação e cobertura do solo.

Foram descarregadas imagens referentes aos anos (2021, 2022, 2023) para gerar dados fenológicos; estes anos foram seleccionados por serem os últimos da série que antecederam ao estudo. O processamento foi feito no software *TIMESAT* com o objectivo de criar as métricas fenológicas (*DOY Start Green*; *Amplitude*; *Latent Integral*; *Total Integral*).

As métricas mostraram grande capacidade para classificar a vegetação do PNB. Depois de seleccionadas, as mesmas foram classificadas usando o método ISODATA (técnica iterativa de análise de dados auto-organizada), que é um método de classificação não-supervisionada de imagens de satélite com grande aplicabilidade, para agrupar pixels com características semelhantes em classes e a exclusão de classes.

O método usa uma abordagem iterativa que incorpora vários procedimentos heurísticos (tentativa e erro) para calcular classes. O método de classificação ISODATA é semelhante ao método K Means, mas incorpora procedimentos para dividir, combinar e descartar classes experimentais para obter um conjunto ideal de classes de saída (<https://naarm.org.in/VirtualLearning/vlc/erdas13.htm>).

Análise de dados

Os dados recolhidos foram primeiramente lançados num ficheiro do Microsoft Excel, que permitiu o armazenamento, a interpretação e análise das informações das espécies da vegetação, que compõem a área de estudo. A identificação botânica das

espécies cujos indivíduos foram registados nas parcelas foi feita com recurso aos guias de identificação de plantas de Van Wyk (2013); Koekemoer et al. (2013). E através da comparação com espécimes de herbário, presentes no herbário LUBA. A nomenclatura das espécies seguiu Estrela & Smith (2008) e o sítio *Plants of the World Online* (POWO) (2024), disponível em <https://powo.science.kew.org/>. Os dados permitiram fazer uma análise relacionada ao período em que a vegetação das parcelas sofreu com a acção dos últimos fogos, à estrutura e composição. As informações coletadas foram comparadas com (Chisingui *et al.* 2018).

A análise de similaridade entre as parcelas para classificação da vegetação foi feita no programa estatístico PAST versão 4 (Hammer & Harper, 2024), o que permitiu comparar a composição e a estrutura das comunidades vegetais; as parcelas foram agrupadas tendo em conta a similaridade entre elas. O mapa de vegetação da área de estudo foi então importado para o QGIS (versão 3.28) para a sua respectiva classificação.

A estruturação das informações e dos dados foi obtida através do trabalho de campo e das imagens do sensor MODIS. A partir da digitalização das diferentes classes de vegetação constantes no mapa de Teixeira (1968), foi feita a georreferenciação dos lugares para confrontar as informações colhidas no campo com as classes que Teixeira discrimina.

Técnicas de edição e generalização de mapas

O mapa primário importado para o Qgis é classificado. Por outro lado, o mapa de Teixeira (1963) foi submetido à vectorização no mesmo programa; a representação das unidades cartográficas levantadas exigiu um trabalho aturado para representar todas as curvas. Quanto aos dados recentes, foi possível agregar mapas complementares, como de localização geográfica do território mapeado, hipsometria, geologia, climatologia, pedologia e vegetação potencial, para evitar erros na leitura do mapa (Farinelli 1989).

Em cada fase do levantamento e durante a elaboração definitiva do mapa, é sempre indispensável proceder a uma generalização que envolva tanto o aspecto botânico (Isachenko, 1962) como o aspecto cartográfico à escala do mapeamento (Topfer, 1979).

A generalização geográfica pode ser acentuada mais ou menos de acordo com o detalhe a ser alcançado e a escala em que se trabalha, devendo, portanto, submeter-se aos critérios da generalização, ou seja, aqueles utilizados para a topografia, hidrografia, hipsometria. Para o aspecto botânico, deve-se abrir mão de representar todos os detalhes colectados em campo, por dois motivos principais: um de natureza gráfica, eliminando todos aqueles detalhes que são muito difíceis de mostrar no mapa; e de natureza científica, na medida em que o conteúdo do mapa não é apenas uma “fotografia” da vegetação no campo, mas apresenta uma interpretação

científica homogênea da mesma em todos os pontos da área pesquisada. O grau de detalhe da representação deve ser sempre o mesmo em toda a área estudada.

Quanto ao aspecto cartográfico (limites da vegetação), a generalização consiste sobretudo na eliminação de alguns dos vértices limitantes de modo a torná-los mais lineares, compatíveis com o nível de precisão previamente definido.

Resultados e discussão

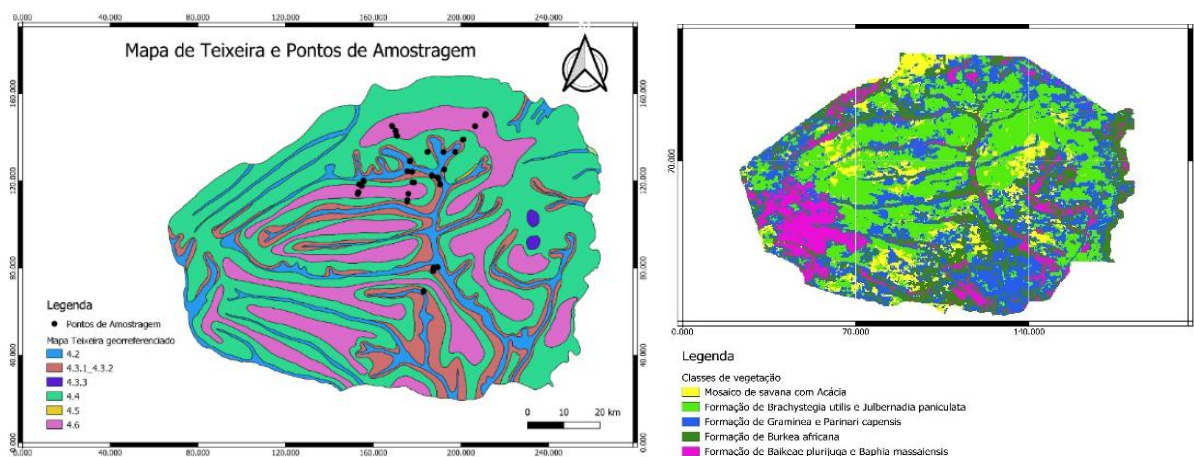
O levantamento da vegetação feito nas parcelas do Parque Nacional do Bicuar possibilitou amostrar perto de 350 indivíduos. No estudo desenvolvido fez-se apenas a identificação botânica das espécies arbóreas e arbustivas. Neste trabalho, não foi feita a identificação das gramíneas; o resultado no mapa de vegetação da classe de gramíneas foi feito a partir da análise dos resultados das métricas fenológicas.

Mapeamento da vegetação

O mapa de vegetação do Parque Nacional do Bicuar obtido pela análise de similaridade das parcelas amostradas e pela análise das métricas fenológicas resultou em cinco principais classes de vegetação (Figura 3). Respectivamente, 1) Mosaico de savana com *Vachellia spp.*, uma formação em que a dominância recai para as espécies da família Fabaceae, com espinhos de *Mimosa pigra*, *Vachellia nilótica* e *Copaifera bauniana*; 2) Os bosques de *Brachystegia utilis* e *Julbernardia paniculata* constituem a formação dominante na maior parte do parque, onde se encontra algum estrato ocupado por gramíneas; nessa formação é frequente encontrar-se também *Combretum psidioides* e *Terminalia sericea*. 3) Pradarias de *Hyparrhenia rufa* e outras gramíneas e sufrutices cobrem as vastas margens das linhas de água (mulolas) na parte Sul do PNB, com poucas árvores que surgem nas zonas mais altas; 4) Bosques de *Burkea africana*, sempre acompanhados por *Guibourtia coleosperma*, que não atinge o estado adulto devido à perturbação pelos elefantes. Outras espécies acessórias são *Ochna pulchra* e *Pericopsis angolensis*. Estas formações são menos sensíveis ao fogo, visto que as espécies principais apresentam características que lhes permitem resistir aos incêndios. E por último 5) Bosques de *Baikiaea plurijuga* e *Baphia massaiaensis*, distribuídos na parte Sul do PNB, onde se pode encontrar árvores de grande porte, que podem atingir os 15 metros de altura. Refira-se aqui que nesta formação, a *Baikiaea plurijuga* foi em grande parte devastada por causa da qualidade da sua madeira.

As classes de vegetação obtidas no mapa final resultaram de uma classificação não supervisionada tendo em conta as características espectrais. A análise dos dados, o resultado das métricas fenológicas bem como o teste de similaridade feito, permitiu classificar as formações de vegetação que compõem o PNB, conforme a figura abaixo.

Figura 3: Mapa final das classes de vegetação do PNB, à esquerda, mapa de Teixeira (1968) e à direita, resultado do processamento do coberto do solo.



O mapa final gerado foi comparado com a Carta de Vegetação do PNB, que foi elaborada por Teixeira (1968), com o propósito de se verificar algumas semelhanças, mudanças e a existência de novas classes não descritas antes, especialmente a comunidade dominada pela *Brachystegia utilis*.

Métricas Fenológicas

As métricas fenológicas têm um papel de destaque no mapeamento da cobertura da vegetação, pois elas oferecem informações que levam à compreensão sobre o comportamento e a dinâmica das plantas ao longo do tempo. A fenologia da vegetação descreve as fases ou estágios sazonais do ciclo de vida dos diferentes tipos de vegetação moldados por padrões climáticos, desde o verdejamento, brotamento e floração até o desenvolvimento do dossel e senescência (Kimball, 2015).

As mudanças nas métricas fenológicas podem apontar para um determinado distúrbio ambiental, como seca, aumento ou diminuição drástica da temperatura. O mapeamento dessas mudanças pode ajudar na gestão dos recursos naturais e na conservação da biodiversidade. Assim, as séries temporais dos índices de vegetação

derivados de medições espectrais de satélite podem ser usadas para obter informações sobre a evolução sazonal da vegetação (Eklundh e Jönsson 2017).

Segundo Eklundh & Jönsson (2017), na versão actual do TIMESAT uma série de parâmetros-chave de sazonalidade, como o período de início e fim da temporada, o maior valor e a amplitude, é calculada para cada uma das temporadas completas na série temporal. Os parâmetros de sazonalidade foram extraídos a partir do TIMESAT, o que permitiu determinar os diferentes ciclos fenológicos (início e fim da estação de crescimento, a partir dos dados suavizados). O resultado dos dados processados no TIMESAT permitiu analisar a mudança temporal na cobertura vegetal do PNB, conforme se vê nos mapas que se seguem.

A fenologia da vegetação corresponde aos estágios de desenvolvimento sazonais no ciclo de vida das plantas, incluindo a emergência foliar, o crescimento da copa, a floração e a senescência, que estão estreitamente ligados à sazonalidade dos padrões climáticos (Stellmes et al. 2013).

O Doy start green (dia do ano do início da coloração verde da vegetação), no caso de vegetação caducifólia, corresponde ao surgimento das folhas no fim da estação seca. Segundo a figura 4, pode-se visualizar o início dos estágios fenológicos em diferentes dias do ano das classes existentes, sendo que a norte, centro e sul, são os lugares onde verifica-se os valores mínimos devido as espécies que ali se encontram, gramíneas e herbáceas próximo as linhas de água começando muito cedo com o processo de crescimento das folhas, ocorrendo nos dias 275 (Setembro), os máximos observam-se a Este, onde encontra-se a *Brachystegia spiciformis*, *Julbernadia paniculata*, *Burkea africana* *Baikiaea plurijuga* que começam mais tarde com o processo de crescimento das folhas, ocorrendo nos dias 285 a 316 (Outubro e Novembro).

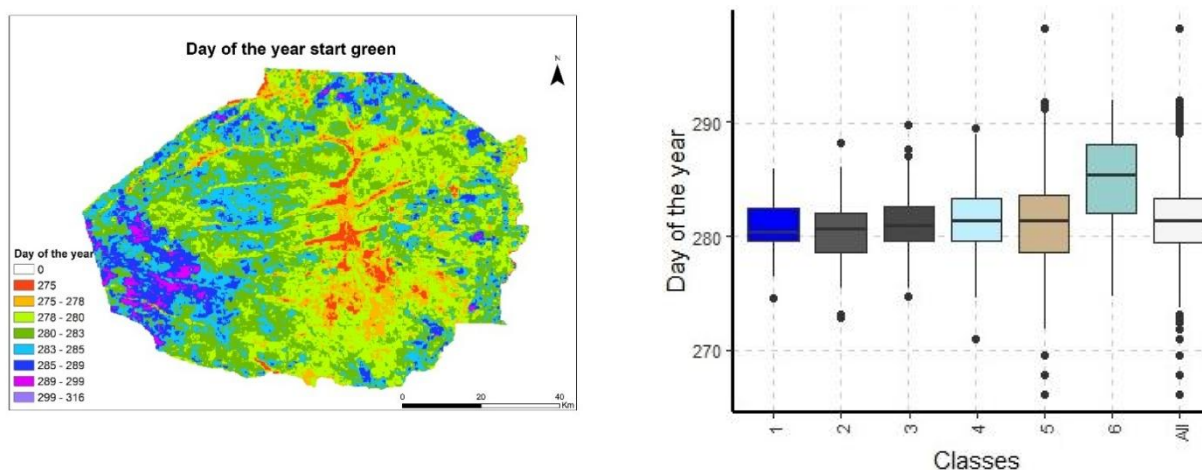


Figura 4: Métrica fenológica Day Start Green, NO Parque Nacional do Bicuar, veja-se o destaque nas zonas mais baixas.

Tendo em conta a figura 4 do início do desenvolvimento vegetativo no PNB, percebe-se que as primeiras folhas surgem a partir do dia 280, isto é, no mês de setembro. Apesar de existir, uma classe que começa no decorrer dos dias 275 (setembro).

As caixas de bigode mostram a relação existente entre as classes de vegetação e o dia em que começam com a emergência foliar, realçando a caixa da classe seis, que apresenta o crescimento das folhas mais tardio, tem o início do processo de foliação a partir dos dias 285, as demais classes estão entre os dias 280. Apesar da diferença existente no início da estação, pode-se ver uma sincronização entre as diferentes classes no que diz respeito ao início das primeiras folhas.

Tendo em conta as condições ambientais do PNB, verifica-se uma associação ou sincronização entre as classes de vegetação, conforme ilustra o mapa da figura 5; isso deve-se às espécies que ocupam uma maior área, como a *Julbernadia*, *Brachystegia*, as classes de vegetação, existentes no PNB, onde os valores máximos registam-se na parte central do parque.

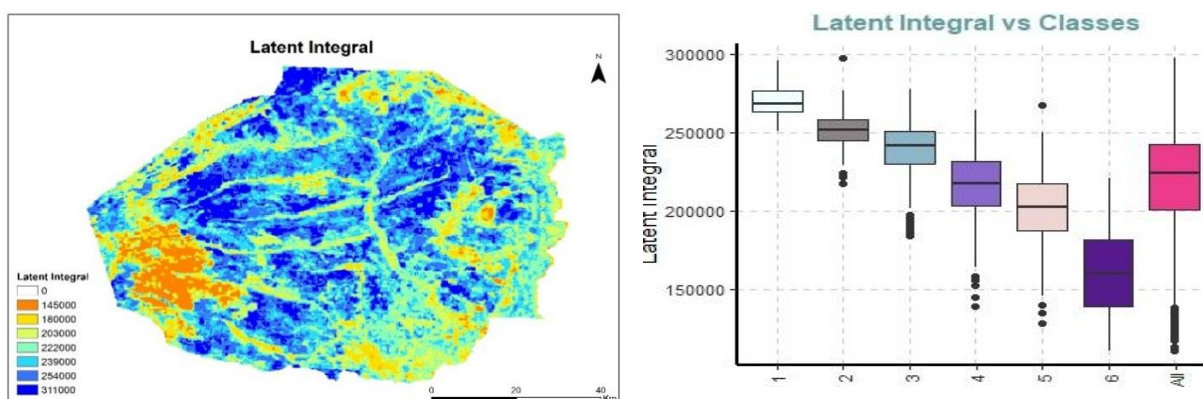


Figura 5: Métrica fenológica, Latent integral.

Segundo a figura 5, não existe uma associação significativa entre as classes 1 e 6, devido à dominância da *Burkea* que apresenta uma copa maior, não permitindo o desenvolvimento das outras espécies. A associação forte entre as classes é notória, em que as classes 2, 3, 4 e 5 apresentam uma forte interligação. No mapa obtido é possível observar que a variação do total integral não é muito acentuada.

O total integral, figura 6, foi muito expressivo no centro do PNB, onde há uma dominância de *Brachystegia spiciformis*, *Baphia masaiensis* e *Burkea africana*, apesar de ser uma vegetação caducifólia, retém folhas consideráveis o ano todo, nos extremos Norte, Sul, Este e Oeste, havendo pouca concentração de biomassa.

A vegetação da área de estudo, apesar de ser caducifólia, vê-se no gráfico que algumas classes levam maior tempo em conservar a sua biomassa, classes 3 e 4.

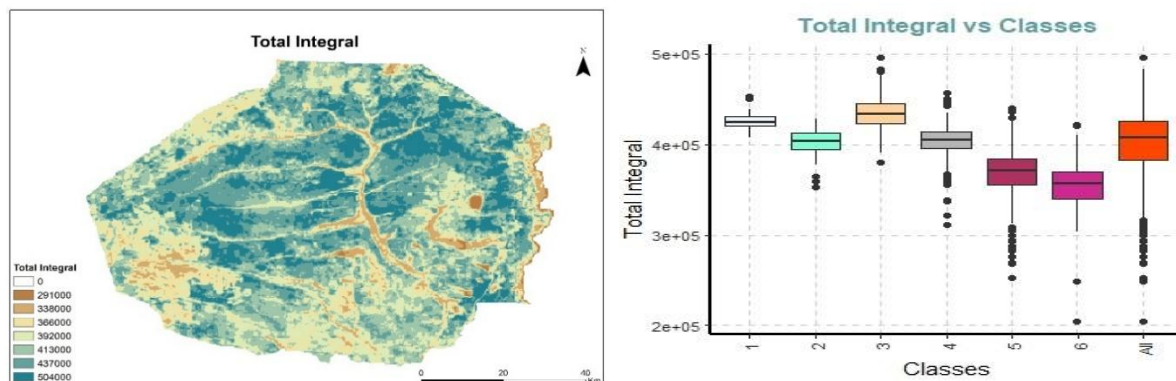


Figura 6: Métrica fenológica, total integral, indicando vegetação mais densa.

Isso significa que a métrica Total Integral explica 69% da variação nas classes de vegetação, e a métrica Latent Integral explica 77% da variação nas classes de vegetação.

Conclusões

Os resultados deste estudo mostram que o Parque Nacional do Bicuar (PNB) perdeu uma parte considerável da sua área e consequente cobertura vegetal ao longo do tempo, principalmente devido à expansão das fazendas, que provocaram desmatamentos significativos na zona sul do parque. Com base nos dados recolhidos nas parcelas de amostragem, foi possível classificar a vegetação em cinco classes distintas, distribuídas ao longo de toda a área do PNB. O inventário florestal revelou que as formações de *Brachystegia utilis*, *Julbernadia paniculata* e *Baikiaea plurijuga* ocupam posição de destaque na cobertura vegetal do parque. Apesar de não ter sido determinado o valor da área basal, observou-se que *Baikiaea plurijuga* e *Burkea africana* são as espécies de maior porte.

A caracterização da vegetação permitiu elaborar um mapa temático detalhado, com classes bem diferenciadas. A comparação com a carta de vegetação de Teixeira (1968) mostrou uma correspondência significativa, visto que ambas destacam *Brachystegia* e *Julbernadia* como as formações que ocupam as maiores extensões do parque. O presente trabalho contribuiu para aprofundar o conhecimento sobre as formações vegetais do PNB, a sua distribuição espacial e as principais características ecológicas. Contudo, o método de parcelas é o mais adequado para o levantamento da vegetação nesta região e o uso de técnicas de deteção remota representa uma ferramenta essencial para o mapeamento rápido e preciso da cobertura vegetal.

Referências bibliográficas

- Chicomo, M. R. (2018). Diversidade de Mamíferos no Parque Nacional do Bicular.
- Chisingui, A. V., Gonçalves, F. M. P., Tchamba, J. J., Camôngua, L. J., Rafael, M. F. F., & Alexandre, J. L. M. (2018). *Vegetation survey of the woodlands of Huíla Province*.
- Delgado, G. A. M. (2025). *Remnants of war: post-conflict population dynamics of leopards (Panthera pardus) in Bicular National Park, Angola* (Doctoral dissertation). Universidade de Lisboa. Lisboa
- Diniz, C. A. (1991). *Angola: O meio físico e potencialidades agrárias*.
- Eklundh, L., & Jönsson, P. (2015). *Manual do software*. Universidade de Lund e Malmö, Suécia.
- Figueiredo, E., & Smith, G. F. (2008). *Plants of Angola / Plantas de Angola*. Strelitzia 22. South African National Biodiversity Institute, Pretoria, South Africa.
- Freitas, W. K. D., & Magalhães, L. M. S. (2012). Métodos e parâmetros para estudo da vegetação com ênfase no estrato arbóreo. *Floresta e Ambiente*, 19, 520-539.
- Fick, SE e RJ Hijmans (2017). Worldclim 2: Novas superfícies climáticas com resolução espacial de 1 km para áreas terrestres globais. <https://worldclim.org/version2>.
- Gonçalves, F. M. P. (2008). *Contribuição para o conhecimento, distribuição e conservação da flora na província da Huíla*.
- Gonçalves, F. M. P., Chisingui, A. V., Tchamba, J. J., Camôngua, L. J., & Rafael, M. F. F. (2021). *First vegetation-plot database of woody species from Huíla Province, SW Angola*.
- Gossweiler, J., & Mendonça, A. F. (1939). *Carta fitogeográfica de Angola*.
- Hammer, Ø., & Harper, D. A. T. (2024). *Paleontological data analysis* (2^a ed.). Elsevier.
- Huntley, J.B (1974). Outlines of wildlife conservation in Angola. *Repartição Técnica da Fauna, C.P., Luanda, Angola*. 4(3):157-166.
- Kimball, J. (2014). Vegetation phenology. In E. G. Njoku (Ed.), *Encyclopedia of remote sensing* (Encyclopedia of Earth Sciences Series). New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-36699-9_188.
- Revermann, R., Maiato, F., Gomes, A., Lages, F., & Finckh, M. (2013). Cusseque-vegetation. *Biodiversity & Ecology*, 5, 59-63.
- Revermann, R. (2016). *Analysis of Vegetation and Plant Diversity Patterns in the Okavango Basin at Different Spatial Scales* (Doctoral dissertation, Universität Hamburg).
- Revermann, R., & Finckh, M. (2001). Levantamento da vegetação, classificação e mapeamento em Angola. *BJ Huntley, V. Russo, F. Lages, & N. Ferrand,*

Biodiversidade de Angola. Ciência e Conservação: Uma Síntese Moderna. Arte e Ciência, 141-155.

Sara Elizalde, David Elizalde, Marta Zumbo, Hilária Valério, Rosemary Groom, Ian Games & Sarah Durant (2020). Plano de Gestão 2020-2029. Parque Nacional do Bicular. Luanda.

Tchamba, J. J. (2017). Caracterização e cartografia da vegetação da região do Chipindo, província da Huíla, Angola. Universidade de Évora

Teixeira, B. J. (1968). *Parque Nacional do Bicular*: Carta de vegetação (1ª aproximação) e memória descritiva.

Topfer, F. (1979). *Kartographische Generalisierung*. Geogr.-Kart. Anstalt Gotha, Leipzig
<http://worldclim.org/acesso> em 07 Junho 2023

Van Wyk, B. (2013). *Field guide to trees of southern Africa*. Penguin Random House South Africa.

Koekemoer, M., Steyn, H. M., & Bester, S. P. (2013). *Guide to plant families of southern Africa* (pp. iv+-296).

Recebido:04/11/2025

Aceite:04/12/2025



[Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Ao submeter o manuscrito o autor está ciente de que os direitos de autor passam para a **REVISTA CIENTÍFICA DO ISCED - Huíla** e para o Instituto Superior de Ciências de Educação da Huíla, que mantém com fundos próprios a Revista.