



As florestas do Miombo angolano como sumidouros de carbono: um caso de estudo no Huambo

Sérgio Fernando Kussumua ^{*1}  , Isaú Alfredo B. Quissindo   ²; Joaquim Augusto Lauriano¹

¹ Centro de Ecologia Tropical e Alterações Climáticas (CETAC), Huambo, Angola. Autor para correspondência: sergiofernando90@hotmail.com.

² Faculdade de Ciências Agrárias (Chianga), Universidade José Eduardo dos Santos, Huambo, Angola.

Histórico do Artigo: Submetido em: 25/06/2024 – Revisado em: 10/10/2024 – Aceito em: 24/12/2024

RESUMO

Em Angola, a abordagem do papel das florestas está mais voltada ao seu aproveitamento e sua protecção em relação ao papel contra as alterações climáticas; é importante considerar também que elas estão entre os maiores sumidouros de carbono do mundo. Este estudo avaliou a capacidade de sequestro de carbono de algumas espécies do Miombo Angolano. A análise geoespacial de diferentes parâmetros biofísicos do município do Huambo, o levantamento de dados de inventário florestal tradicional (6 parcelas rectangulares) e sua geolocalização e a aplicação do modelo matemático canadense de estimação de sequestro de carbono (*The Envirothon e The Yukon Envirothon*), constituíram a base metodológica da pesquisa. Os resultados apontaram que 73% do município do Huambo estavam cobertos por classes de vegetação (zonas agrícolas 32%, áreas florestais 20%, pastos/vegetação herbácea 3% e arbustos 8%) e o restante (27%) repartiam as outras classes (zona urbana, corpos de água e solo exposto). As estatísticas médias das espécies nas parcelas foram: área basal 1,36 m²ha⁻¹, volume de madeira 2,61 m³ha⁻¹ e número de indivíduo 360 árvores.ha⁻¹. As espécies com maior capacidades de sequestro de carbono foram: *C. collinum* com 1102 toneladas C.ha⁻¹, *P. maprouneifolia* 526 t C.ha⁻¹, *T. brachystemma* 332 t C.ha⁻¹, *D. condylocarpon* 308 t C.ha⁻¹ e *H. acida* com 264 t C.ha⁻¹. Estes casos estavam relacionados com as características fisiológicas vegetais de cada espécie. Tendo em conta as suas capacidades como sumidoras de carbono, recomenda-se que haja maior conservação destas espécies.

Palavras-chaves: Sequestro de carbono, floresta de Miombo, inventário florestal, Angola.

The Angolan Miombo forests as carbon sinks: a case study in Huambo

ABSTRACT

In Angola, the approach to the role of forests is more focused on their use and protection in relation to their role against climate change; it is also important to consider that they are among the biggest carbon sinks in the world. This study evaluated the carbon sequestration capacity of some Angolan Miombo species. The geospatial analysis of different biophysical parameters of the municipality of Huambo, the collection of data from the traditional forest inventory (6 rectangular plots) and its geolocation and the application of the Canadian mathematical model for estimating carbon sequestration (*The Envirothon and The Yukon Envirothon*), constituted the methodological basis of the research. The results showed that 73% of the municipality of Huambo was covered by vegetation classes (agricultural areas 32%, forest areas 20%, pastures/herbaceous vegetation 3% and shrubs 8%) and the rest (27%) were divided into other classes (urban area, bodies of water and exposed soil). The average statistics of the species in the plots were: basal area 1.36 m²ha⁻¹, wood volume 2.61 m³ha⁻¹ and number of individuals 360 trees.ha⁻¹. The species with the highest carbon sequestration capacities were: *C. collinum* with 1102 t C.ha⁻¹, *P. maprouneifolia* 526 t C.ha⁻¹, *T. brachystemma* 332 t C.ha⁻¹, *D. condylocarpon* 308 t C.ha⁻¹ and *H. acid* with 264 t C.ha⁻¹. These cases were related to the plant physiological characteristics of each species. Considering their capacities as carbon sinks, it is recommended that there is greater conservation of these species.

Keywords: Carbon sequestration, Miombo forest, forest inventory, Angola.

Kussumua, S.J.F., Lauriano, J.A., Quissindo, I. A. B. (2024). As florestas do Miombo angolano como sumidouros de carbono: um caso de estudo no Huambo. *Meio Ambiente (Brasil)*, v.6, n.3, p.86-94.



1. Introdução

Tendo em conta que as alterações climáticas representam grande desafio de investigação e acções, além de ser um dos mais graves problemas ambientais enfrentados nos últimos anos, podendo ser considerada uma das mais sérias ameaças à sustentabilidade do meio ambiente, à saúde, ao bem-estar humano e à economia global (Ferreira, 2007).

A redução dos estoques florestais é um fenómeno pouco visível, apesar de importante. Dados da FAO (2016), apontam que durante os últimos 25 anos, os estoques globais de carbono na biomassa florestal diminuíram em quase 17,4 giga toneladas. Esta redução resultou principalmente da conversão de florestas para outros usos e da degradação dos mesmos. Estima-se que as taxas de desmatamento e de degradação florestal nos países em desenvolvimento são responsáveis por cerca de 12% a 20% das emissões anuais de gases de efeito estufa (Saatchi et al., 2011; Van der Werf et al., 2009).

A dinâmica do carbono em uma floresta é determinada pela assimilação de CO₂ através fotossíntese total; pela libertação de carbono através da respiração das plantas autotróficas; pela transferência de carbono do solo na forma de palha de folhas, madeira e raízes e pela eventual libertação de carbono do solo de volta a atmosfera através da decomposição e respiração de micróbios e outros seres heterotróficos (Ohse et al., 2007).

O dióxido de carbono pode ser removido da atmosfera por meio do crescimento de plantas com particularidades para esse fim. Quanto mais rápido o crescimento, mais rápido é a absorção de CO₂ (Baird, 2002). Devido ao rápido crescimento das árvores nos trópicos, um hectare desta floresta sequestra muito mais carbono do que um hectare de floresta temperada (Renner, 2004).

A dinâmica do carbono em uma floresta é determinada pela assimilação de CO₂ através fotossíntese total; pela libertação de carbono através da respiração das plantas autotróficas; pela transferência de carbono do solo na forma de palha de folhas, madeira e raízes e pela eventual libertação de carbono do solo de volta a atmosfera através da decomposição e respiração de micróbios e outros seres heterotróficos (Ohse et al., 2007). O dióxido de carbono pode ser removido da atmosfera por meio do crescimento de plantas com particularidades para esse fim. Quanto mais rápido o crescimento, mais rápido é a absorção de CO₂ (Baird, 2002). Devido ao rápido crescimento das árvores nos trópicos, um hectare desta floresta sequestra muito mais carbono do que um hectare de floresta temperada (Renner, 2004).

As taxas de desflorestação em Angola, se bem que pouco estudado, têm crescido gradualmente no transcurso do tempo (ENPRF, 2011). Localmente, por exemplo, já foi realizado um estudo sobre desflorestação e degradação florestal, onde Palacios et al. (2015), considera haver uma diminuição significativa na área de floresta do Miombo na província do Huambo entre 2002 e 2015 e severa degradação florestal.

Por isso, as florestas representam uma solução essencial para os problemas ligados à mudança climática e à mitigação de seus efeitos, quando geridas de maneira sustentável aumentam a resiliência dos ecossistemas e das sociedades e permitem o uso otimizado do papel das florestas e árvores como sumidouros e reservas de carbono enquanto fornecem outros serviços ambientais. Assim, este estudo avaliou a capacidade de sequestro de carbono de algumas espécies do Miombo Angolano.

2. Material e Métodos

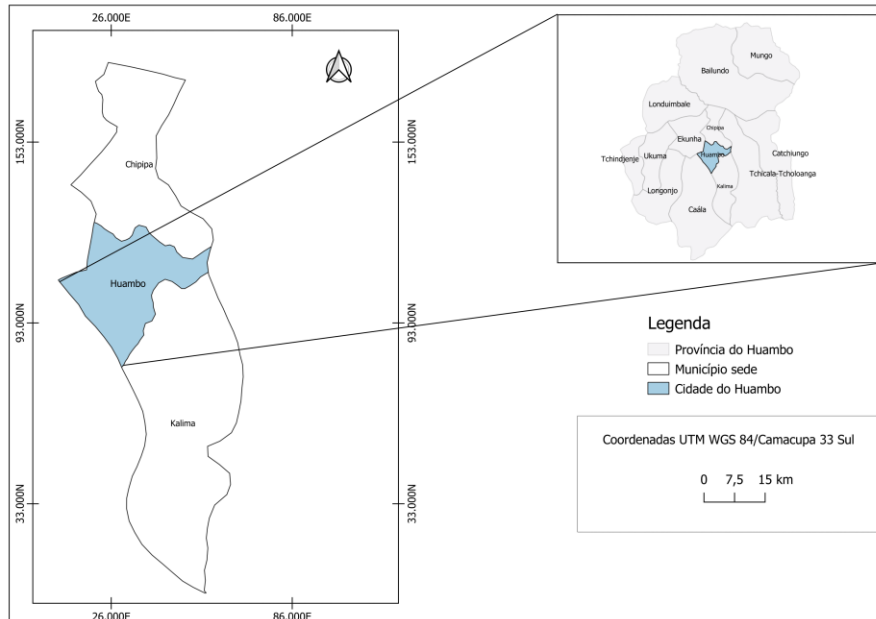
2.1 Caracterização da área de estudo

O estudo realizou-se no Bairro de Cambiote, a uma distância de 1 km a Sul da cidade do Huambo/Angola. A zona, tal como a cidade, está a mais de 1300 metros acima do nível do mar, no entanto uma grande parte atinge altitudes superiores a 1700 metros.

O município, onde se encontra o Bairro Cambiote, tem uma área de 2 609 km² (26.09 ha) e cerca de 665 000 habitantes de acordo com os últimos dados do censo populacional realizado em 2014 pelo Instituto Nacional de Estatística; é limitado a Norte pelo município do Bailundo, a Este pelo município de Tchicala-Tcholoanga, a Sul pelo município do Chipindo, e a Oeste pelos municípios de Caála e Ekunha. É constituído

pelas comunas de Chipipa, Huambo e Kalima (figura 1).

Figura 1. Localização da área de estudo



Fonte: Autores (2024)

O Huambo é uma região rica em recursos naturais e minerais, com uma vasta rede hidrográfica e um clima ameno que a tornam especialmente vocacionada para o desenvolvimento das actividades agro-pecuárias e agro-alimentares. O subsolo é rico em minerais – manganês, diamantes, volfrâmio, ferro, ouro, prata, cobre, urânio, entre outros – e a extracção mineira é uma actividade com enorme potencial económico (Diniz, 2006).

Apresenta extensas florestas, onde abundam predominantemente árvores nativas de médio e plantações de espécies xerófilas e exóticas como perímetros florestais de *Eucalyptos sp*, *Cedrospe Pynussp*, além de muitas plantas comestíveis, medicinais, ornamentais e frutícolas silvestres muito apreciados pelas populações locais. Sua fauna é bastante diversificada com relevo para animais de grande, médio e pequeno porte.

2.2. Procedimentos metodológicos

2.2.1 Aquisição e Processamento de Dados Geoespaciais

Os dados de uso do solo com resolução espacial de 300 metros do ano 2016 foram obtidos a partir do portal da Agência Espacial Europeia (*European Space Agency – ESA*). Através do programa *Copernicus Global Land Service*, foram acessadas as camadas de uso do solo derivadas de observações de sensores de satélite, processadas para fornecer informações globais consistentes e atualizadas sobre a cobertura do solo.

No ambiente de geoinformática *open-source* (QGIS), o conjunto de dados foi recortado a área de interesse, permitindo a análise de padrões de uso do solo de grande escala. Os dados adquiridos incluem informações sobre diferentes classes de cobertura, tais como: zonas agrícolas, florestais, urbanas, hidrográficas e outras áreas de interesse.

2.2.2 Inventário Florestal

Para o levantamento de informações sobre a tipologia florestal, utilizou-se o método de área fixa com repetição em seis parcelas amostrais. Optou-se pela amostragem sistemática, por ser mais eficiente no mapeamento da floresta em termos de sua estrutura. As etapas seguidas para o desenho experimental foram as seguintes:

Marcação das parcelas amostrais: Seis parcelas retangulares, com dimensões de 25 x 20 metros (500 m² cada) e o espaçamento entre parcelas: As parcelas foram dispostas de forma sistemática, com intervalos de 5 metros, para minimizar o efeito de borda e evitar áreas sem árvores.

Os parâmetros analisados no inventário florestal foram: Volume de madeira por área (hectares); agrupamento de árvores no qual a classificação das árvores foi com base em classes diamétricas e volumétricas. A estimativa do volume de madeira foi realizada com base na área basal a 1,30 m de altura, utilizando-se a seguinte equação:

$$\text{Volume de madeira (m}^3\text{)} = \pi / 4 \times \text{Diâmetro}^2 \times \text{Altura} \times \text{Fe.}$$

Onde: Fe é um factor de forma empírico e que nas espécies do Miombo deve estar entre 0,36 para alturas acima dos 12 metros e 0,39 para alturas inferiores a 12 metros.

2.2.3 Medição do Diâmetro à Altura do Peito (DAP)

Em cada parcela amostral, o diâmetro à altura do peito (DAP) foi medido a 1,30 m de altura para todas as árvores com diâmetro igual ou superior a 2,5 cm. Utilizou-se uma forcípula Haglof “Mantax Black” com mandíbulas pregáveis (I = 650 mm) para essa medição.

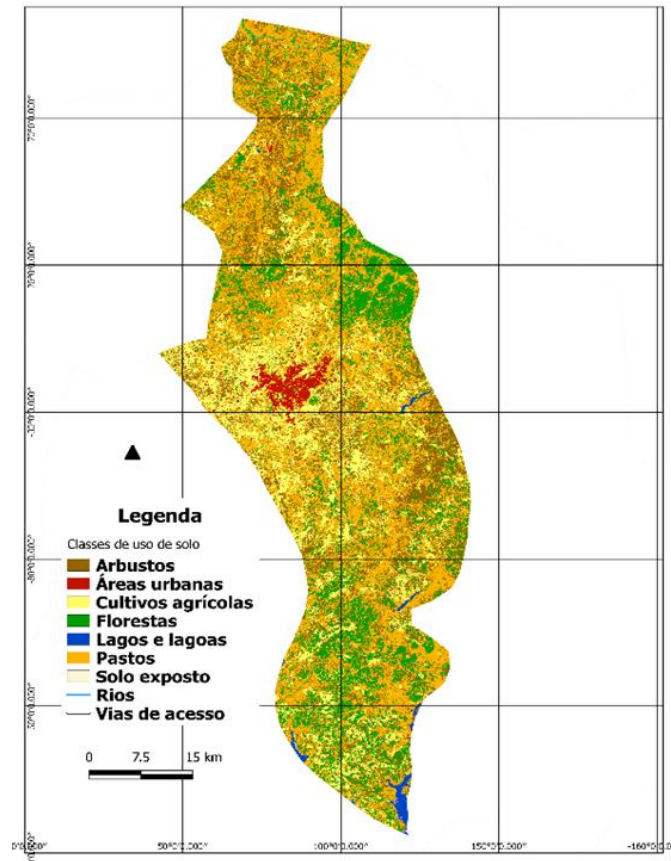
Após a coleta de dados de campo, os dados dasométricos foram inseridos em uma planilha de Excel e preparados para a introdução em um modelo matemático canadense, obtido a partir do servidor do Serviço Florestal Canadense (SFC). O modelo *The Envirothon* e *The Yukon Envirothon* foi utilizado para estimar o sequestro de carbono por árvore e por área.

Os dados foram processados para calcular a biomassa líquida por árvore, a taxa anual de biomassa e a quantidade de carbono sequestrado. A agregação dos dados por parcelas e por espécies permitiu determinar a taxa média de sequestro de carbono por parcela e por espécie.

3. Resultados e Discussão

3.1. A análise geoespacial de diferentes parâmetros biofísicos

Os dados de cobertura do solo (referente ao ano 2016) obtidos a partir do Servidor da Agência Espacial Europeia (ESA), após processados permitiram a análise das classes de uso e ocupação de solo (figura 2), mostraram que a zona de estudo está coberta por distintas classes temáticas com suas respectivas áreas.

Figura. 2. Mapa de classes de uso e ocupação de solo do município do Huambo - 2016

Fonte: Autores (2024)

Esta análise mostrou que o município do Huambo apresenta 9 (nove) classes distintas (figura 2). A análise permitiu estimar que cerca de 73% do município do Huambo é coberto por classes de vegetação (zonas agrícolas – 32%, áreas florestais – 20%, pastos/vegetação herbácea - 13% e arbustos – 8%) e o restante (27%) repartem as outras classes de uso do solo (zona urbana, corpos de água e solo exposto). Sublinha-se que, no mapa da figura 2, muitas das áreas cobertas por vegetação herbácea podem em alguns casos corresponder a zonas rurais habitadas, uma vez que, como é comum, as zonas rurais ocorrem em áreas próximas de zonas de vegetação rasteiras.

Relativamente aos resultados encontrados, Cabral e Costa (2010), consideram que a distribuição espacial da ocupação vegetal do solo no Planalto Central de Angola, onde está localizada a área de estudo, encontra-se também relacionada com o comportamento do escoamento da água, na dependência das condições geológicas locais. Neste sentido, a existência de muita vegetação herbácea na zona de estudo pode estar relacionada com as nascentes, os corpos e as linhas de água existentes.

A importância deste tipo de informação ocorre em vários planos (científico, gestão de recursos e definição de políticas) e cobre várias actividades humanas, traduzindo-se igualmente no facto da ocupação do solo ser um factor determinante do uso do solo e conseqüentemente do seu valor (Cihlar, 2000). A produção de informação sobre a ocupação/uso do solo tem-se tornado cada vez mais relevante, à medida que crescem as exigências e necessidades em termos de gestão e planeamento ambiental.

3.2. Cubicagem da existência

Para as variáveis área basal (g) e volume (v) por espécie, bem como a área basal (gi.ha⁻¹) e volume (vi.ha⁻¹) de cada indivíduo ou espécie por hectare ver o quadro 1, que apresenta as diferenças destas variáveis para algumas espécies e as semelhanças ou correlação existente entre outras.

Quadro 1. Área basal e volume de madeira estimados para as espécies das parcelas estudadas

Espécies	g (m ²)	v (m ³)	gi.ha ⁻¹ (m ² .ha ⁻¹)	vi.ha ⁻¹ (m ³ .ha ⁻¹)
<i>A. anthunesiana</i>	0,004	0,008	0,086	0,160
<i>A. boehmii</i>	0,007	0,012	0,142	0,238
<i>B. boehmii</i>	0,004	0,007	0,079	0,140
<i>B. madagascariensis</i>	0,004	0,007	0,077	0,138
<i>C. collinum</i>	0,001	0,001	0,011	0,012
<i>D. condylocarpon</i>	0,002	0,001	0,035	0,028
<i>E. abyssinica</i>	0,004	0,008	0,083	0,168
<i>E. africanum</i>	0,004	0,006	0,080	0,130
<i>H. acida</i>	0,003	0,006	0,064	0,125
<i>I. angolensis</i>	0,005	0,013	0,096	0,268
<i>O. schweinfurthiana</i>	0,004	0,008	0,088	0,165
<i>P. angolensis</i>	0,004	0,006	0,073	0,113
<i>P. curatellifolia</i>	0,004	0,007	0,083	0,136
<i>P. maprouneifolia</i>	0,002	0,003	0,032	0,062
<i>R. engleriana</i>	0,008	0,026	0,167	0,520
<i>S. guineense</i>	0,004	0,006	0,077	0,123
<i>T. brachystemma</i>	0,002	0,004	0,048	0,083
Total	0,066	0,131	1,320	2,610

Fonte: Autores (2024)

Em termos globais, ou seja, os valores destas variáveis para todo o conjunto (indivíduos de todas as parcelas) são os seguintes: área basal por hectare (G.ha⁻¹) 1,36 m².ha⁻¹, volume de madeira por hectare (V.ha⁻¹) 2,61 m³.ha⁻¹ e número de indivíduo por hectare (N.ha⁻¹) 360 árvores.

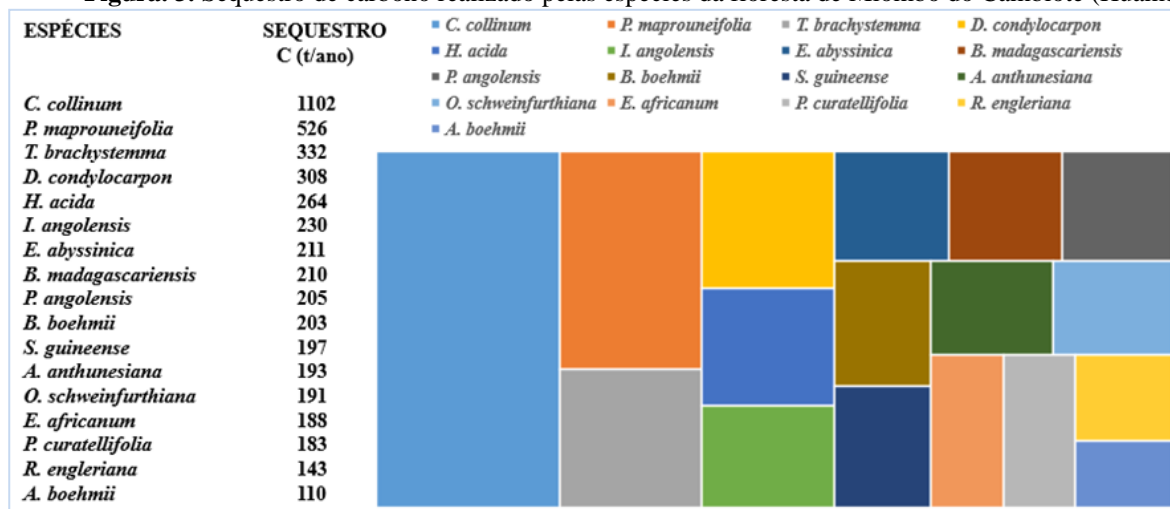
Catuti (2022), analisou dados de inventário florestal na perspectiva dendrométrica e espacial, permitiu estudar uma população de 212 indivíduos, onde se destacam as espécies *Ochna schweinfurthiana* com 54 indivíduos, *Brachystegia boehmii* 66 e *Parinari curatellifolia* 31. A área basal média por hectare foi de 0,7, o volume médio por hectare foi de 1,7 e o número médio de indivíduo por hectare foi de 140. Já a análise na perspectiva espacial mostrou maior distribuição espacial, na zona de estudo, destas espécies. Por outro lado, um estudo realizado pelo CETAC (2019) no ecossistema florestal da Calima apresentou um total de 140 indivíduos por hectare.

3.3. Sequestro de carbono pelo método Canadian Forest Services

Neste estudo como se pode ver na figura 3, as espécies *C. collinum* com 1102 toneladas de carbono por hectare (t C.ha⁻¹), *P. maprouneifolia* 526 t C.ha⁻¹, *T. brachystemma* 332 t C.ha⁻¹, *D. condylocarpon* 308 t C.ha⁻¹

¹ e *H. acida* com 264 tC.ha⁻¹ apresentaram maiores taxas ou capacidades de sequestro de carbono em relação as outras espécies.

Figura 3. Sequestro de carbono realizado pelas espécies da floresta de Miombo do Cambiote (Huambo)



Fonte: Autores (2024)

Dada a relação directa e proporcional entre a taxa anual de biomassa e o sequestro de carbono, aqui foi de igual modo observado que a espécie *C. collinum* apresenta um valor bastante superior em relação a *P. maprouneifolia*, a *T. brachystemma*, a *D. condylocarpon* e a *H. acida*. Contudo, para este estudo estas devem ser as espécies mais privilegiadas em actividades e programas ambientais; sendo algo de futuros estudos do ponto de vista do aproveitamento de bens e serviços pelas florestas de Miombo.

Pelo facto de as árvores em estudo terem a mesma idade, o que justifica a capacidade de cada espécie em sequestrar o carbono atmosférico é a sua capacidade fotossintética, seu desenvolvimento e suas características fisiológicas vegetais.

No estudo antes citado Cachene *et al.* (2018), concluiu que entre as espécies que apresentaram maior capacidade de sequestro de carbono ao longo do ano, estão: *P. angolensis*, *O. schweinfurthiana*, *T. brachystemma* e *P. curatellifolia*.

Vieira *et al.* (2009), realizaram análises estatísticas que mostraram a existência de diferenças entre os valores de carbono sequestrados por duas florestas diferentes. Os autores constataram que a folhagem foi a parte vegetal que apresentou maior valor de teores de carbono. Entretanto, tal como no presente trabalho, no estudo dos autores citados, os teores de carbono foram inferiores aos sugeridos pelo IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*).

Já Zelarayán *et al.* (2015), considera que em áreas florestais conservadas, a biomassa viva acima do solo tem a maior participação no estoque total de carbono, principalmente devido às árvores de grande porte. Apesar de não ser de forma absoluta e tão representativa em escala nacional ou regional, pelo facto de as espécies *S. guineense*, *A. anthunesiana*, *O. schweinfurthiana*, *E. africanum*, *P. curatellifolia*, *R. engleriana* e *A. boehmii*, embora expostas sob mesmas condições edafoclimáticas e de idade, apresentarem baixos valores deste parâmetro (≤ 200 t C.ha⁻¹.ano⁻¹), o que quicá mostra terem baixa capacidade de sequestro de carbono, é recomendável que estas fossem estudadas por outros autores e instituições em diferentes contextos de modo a poderem ser as potenciais espécies de exploração madeireira e frutícola quando aplicável, em detrimento das espécies que sequestram maior quantidade de carbono durante o ano.

Dito de outro modo, é recomendável que haja o estabelecimento de espécies do Miombo para aproveitamento de serviços ambientais, paisagísticos ou ecológicos e espécies para aproveitamento de bens (exploração madeira em forma de lenha, carvão e material para construção).

4. Conclusão

Os resultados do estudo apontam para as seguintes conclusões: área basal de 1,36 m².ha⁻¹, volume de madeira de 2,61 m³.ha⁻¹ e número de indivíduos de 360 árvores.ha⁻¹. As espécies com maior frequência relativa são *B. madagascariensis*, *P. curatellifolia*, *B. boehmii*, *O. schweinfurthiana*, *S. guineense*, *E. abyssinica* e *A. anthunesiana*, sendo que, no que concerne à dominância relativa, apenas *B. madagascariensis* apresentou um valor significativo. Maiores taxas de sequestro de carbono foram observadas nas espécies *C. collinum*, *P. maprouneifolia*, *T. brachystemma*, *D. condylocarpon* e *H. acida*, enquanto espécies como *S. guineense*, *A. anthunesiana*, *O. schweinfurthiana*, *E. africanum*, *P. curatellifolia*, *R. engleriana* e *B. boehmii* apresentaram menores taxas, dada a fenologia de cada uma.

Recomendam-se ações para promover a conservação da floresta de Miombo, com ênfase nas espécies com maior capacidade de sequestro de carbono. Propõe-se ainda o estabelecimento de áreas experimentais para garantir a sustentabilidade ecológica e paisagística, além de estudos complementares sobre biomassa subterrânea ou radicular das espécies do Miombo para melhorar estudos locais.

5. Reconhecimento

Este artigo foi publicado com apoio e iniciativas de pesquisa do CETAC - Centro de Ecologia Tropical e Alterações Climáticas do Ministério do Ambiente (Angola).

A sua publicação é feita em *memória ao saudoso Investigador Joaquim Augusto Lauriano*, coordenador das pesquisas de campo que conduziram aos resultados deste estudo.

6. Referências

- Baird, C. (2002). **Química ambiental**. Entendendo a mudança do clima: um guia para iniciantes da Convenção-Quadro das Nações Unidas e seu Protocolo de Quioto. (2^aed). Porto Alegre: Bookman. Brasil.
- Cabral, A. I. R., Vasconcelos, M. J., Oom, D., & Sardinha, R. (2011). **Spatial dynamics and quantification of deforestation in the central-plateau woodlands of Angola (1990–2009)**. Applied Geography, 31(3), 1185-1193.
- Cachenhe, F. M. V.; Quissindo, I. A. B.; Bornot, Y. O. (2018). **Evaluación del carbono almacenado por las florestas Brito Teixeira y de Miombo en Chianga (Huambo) a través de datos dasométricos**. Revista digital de Medio Ambiente “Ojeando la agenda” ISSN 1989-6794, N° 55 septiembre 2018.
- Catuti, G., Kussumua, S., & Quissindo, I. (2022). **Geographic Information System applied to Forest Management in the Miombo Forest Polygon in Cambiote (Huambo, Angola)**. Meio Ambiente (Brasil), 4(1).
- Centro de Ecologia Tropical e Alterações Climáticas (CETAC). 2019. **Estudo comparativo da composição florística de cinco ecossistemas florestais da província do Huambo**. Ministério do Ambiente: Huambo.
- Cihlar, J. (2000). **Land cover mapping of large areas from satellites: status and research priorities**. International journal of remote sensing, 21(6-7), 1093-1114.
- Diniz, A. C. (2006). **Características Mesológicas de Angola**. (2^a), Lisboa: Instituto Português de Apoio al Desarrollo. ISBN 972-8975-02-3.
- ENPRF. (2011). **Estratégia Nacional de Povoamento e Repovoamento Florestal**. Projecto de Avaliação Espacial do estado das Florestas e Ecossistemas Sensíveis de Angola. Instituto de Desenvolvimento Florestal.
- FAO. (2016). **El Estado de los bosques del mundo 2016**. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra. S.n.: Roma. ISBN 978-92-5-309208-6.
- Ferreira, A. P. (2007). **O desafio das alterações climáticas: o olhar para além de nossas fronteiras**.

Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente, 2(5).

Ohse, S., Derner, R. B., Ozório, R. Á., Cunha, P. C. R., Lamarca, C. P., dos Santos, M. E., & Mendes, L. B. B. (2007). Revisão: **Seqüestro de carbono realizado por microalgas e florestas e a capacidade de produção de lipídios pelas microalgas**. *INSULA Revista de Botânica*, 36, 39-39.

Palacios, G.; Lara-Gomez, M.; Márquez, A.; Vaca, J. L.; Ariza, D. Lacerda, V.; Navarro-Cerrillo, R. M. (2015). **Monitoring deforestation in Huambo Province using detection technologies and geographic information systems**. SASSCAL Project Proceedinds. Huambo, Angola. 182 pp.

Saatchi, S. S., Harris, N. L., Brown, S., Lefsky, M., Mitchard, E. T., Salas, W., ... & Morel, A. (2011). **Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents**. *Proceedings of the national academy of sciences*, 108(24), 9899-9904.

Van der Werf, G. R., Morton, D. C., DeFries, R. S., Olivier, J. G., Kasibhatla, P. S., Jackson, R. B., ... & Randerson, J. T. (2009). **CO2 emissions from forest loss**. *Nature geoscience*, 2(11), 737-738.

Vieira, E. J. F. 2019. **Impacto das alterações da cobertura do solo no armazenamento do carbono em Angola entre 2005 e 2009**. (Doctoral dissertation).

Zelarayán, M. L. C., et al. (2015). **Impacto da degradação sobre o estoque total de carbono de florestas ripárias na Amazônia Oriental, Brasil**. *Acta amazónica*. Vol. 45, (3) p. 271 – 282.