

AVALIAÇÃO DO CARBONO ARMAZENADO PELAS FLORESTAS BRITO TEIXEIRA E DE MIOMBO NA CHIANGA (HUAMBO) ATRAVÉS DE DADOS DASOMÉTRICOS

CARBON STORAGE ASSESSMENT BY BRITO TEIXEIRA AND MIOMBO FORESTS IN CHIANGA (HUAMBO) THROUGH DASOMETRIC DATA

Freitas Moisés V. Cachenhe¹; Isaú Alfredo B. Quissindo¹; Yobanis O. Bornot¹

¹Faculdade de Ciências Agrárias (Chianga) da Universidade José Eduardo dos Santos, Huambo / Angola. Email: fmvcachenhe10@gmail.com, josuealf.2011@hotmail.com e yobanisob@gmail.com

RESUMO

Este trabalho visou avaliar o potencial de estoque de carbono sequestrado pela Floresta exótica Brito Teixeira e Floresta natural de Miombo na Chianga (Huambo). Foram marcadas 12 parcelas rectangulares (6 em cada uma das florestas) com tamanho de 25 x 20 m (500 m²) cada, onde mediram-se os seguintes parâmetros: Número de indivíduos, Espécie, Diâmetro a Altura do Peito, Altura da árvore, Idade, Espessura da casca, Comprimento dos ramos e Diâmetro da copa. Na zona inventariada, as espécies com maior abundância foram *P. patula* (20 %), *E. grandis* (17 %) e *B. spiciformis* (14 %). A floresta exótica apresentou maior volume de madeira (com média de 0,503 m³) e biomassa (média aproximada de 16 t) em relação ao Miombo (com volume

ABSTRACT

This work aimed to evaluate the potential of carbon storage by the Brito Teixeira Exotic Forest and the Miombo Natural Forest in Chianga (Huambo). Twelve (12) rectangular plots (6 in each of the forests) with a size of 25 x 20 m (500 m²) each were marked, where the following parameters were measured: Number of individuals, Species, Chest diameter, Height, Tree height, Age, shell thickness, length of branches and crown diameter. In the inventoried zone, the species with greatest abundance were *P. patula* (20%), *E. grandis* (17%) and *B. spiciformis* (14%). Exotic forest had a higher volume of wood (with a mean of 0.503 m³) and biomass (average of 16 t) in

médio de madeira de 0,023m³ e 6 toneladas de taxa neta de biomassa), além daquela ter árvores com maior idade que esta. Entretanto, maiores taxas de sequestro de carbono foram observadas na floresta de Miombo, devido as suas árvores jovens (idade média das árvores do Miombo 15 anos; Floresta Brito Teixeira 50 anos) e por deter as espécies que apresentaram maior capacidade de sequestro de carbono ao longo do ano: *Pericopsis angolensis* (1679 Mg(C) ha⁻¹, o que representa 16 %), *Ochna schweinfurthiana* (533 Mg(C) ha⁻¹, 12 %), *Terminalia brachystemma* (274 Mg(C) ha⁻¹, 6,3 %) e *Parinari curatelifolia* (257 Mg(C) ha⁻¹, 6 %).

Palavras-chave: Sequestro de carbono, floresta plantada, Miombo, inventário florestal.

relation to the Miombo (average wood volume of 0.023 m³ and 6 tons of net biomass) trees that are older than this. However, higher carbon sequestration rates were observed in the Miombo forest due to its young trees (mean age of Miombo trees 15 years, Forest Brito Teixeira 50 years) and to hold the species that presented the greatest carbon sequestration capacity throughout the year: *Pericopsis angolensis* (1679 Mg(C) ha⁻¹, representing 16%), *Ochna schweinfurthiana* (533 Mg(C) ha⁻¹, 12%), *Terminalia brachymama* (274 Mg(C) ha⁻¹, 6.3%) and *Parinari curatelifolia* (257 Mg(C) ha⁻¹, 6%).

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

INTRODUÇÃO

A redução dos estoques florestais é um fenómeno pouco visível, apesar de importante. Esta redução resultou principalmente da conversão de florestas para outros usos e da degradação dos mesmos (FAO, 2015). 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 GEE (SAATCHI *et al.*, 2011; VAN DER WERF, 2009).

É de salientar que um adulto necessita, em média, de 15 m³ de ar por dia, comparativamente a 2 litros de líquidos e 0,5 kg de alimentos sólidos. O ar é um elemento indispensável ao ser humano, que pode sobreviver 5 semanas sem comida, 5 dias sem água, mas a maioria das pessoas não mais do que 3 minutos sem ar (STERN, 1977).

As florestas são fundamentais para a regulação climática do planeta, através da fotossíntese e da respiração, as árvores reciclam o carbono atmosférico e capturam CO₂ para liberar O₂, o que os torna os pulmões do planeta, propiciando vida em nosso planeta, já que é daí que inicia toda a cadeia alimentar (VICTORINO, 2012).

As árvores permitirão captar uma quantidade significativa de CO₂ da atmosfera e armazenar o mesmo nas suas folhas, ramos, caules, cascas e raízes, sendo que o carbono armazenado corresponde a 50% do peso da biomassa de uma árvore (JOHNSON & COBURN, 2010).

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.

Assim, dada as constantes taxas de desflorestação e a falta de repovoamento florestal que se observa actualmente no Huambo, o que representam futuros fracassos no processo de sequestro de carbono pelas florestas locais, tendo implicações nas alterações climáticas ao nível local e não só, foi desenvolvido este trabalho com o objectivo de avaliar o potencial de sequestro de carbono das florestas Brito Teixeira e de Miombo (Chianga, Huambo) com base em dados de inventário florestal.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O estudo realizou-se entre Março de 2017 a Agosto de 2018, em doze (12) parcelas situadas na floresta Brito Teixeira e a de Miombo, ambas localizadas dentro do perímetro da Estação Experimental da Chianga (Figura 2), pertencente ao Instituto de Investigação Agronómica (IIA), onde se encontra situada a Faculdade de Ciências Agrárias. Segundo Nogueira (1970), a

Chianga situa-se a 13 Km NE da cidade do Huambo, na Província e Município com o mesmo nome. Possui uma área aproximada de 2.550 ha, definida pelos paralelos 12º 14' e 12º 16' de latitude Sul e pelos meridianos 15º 48' e 15º 52' de longitude Este.

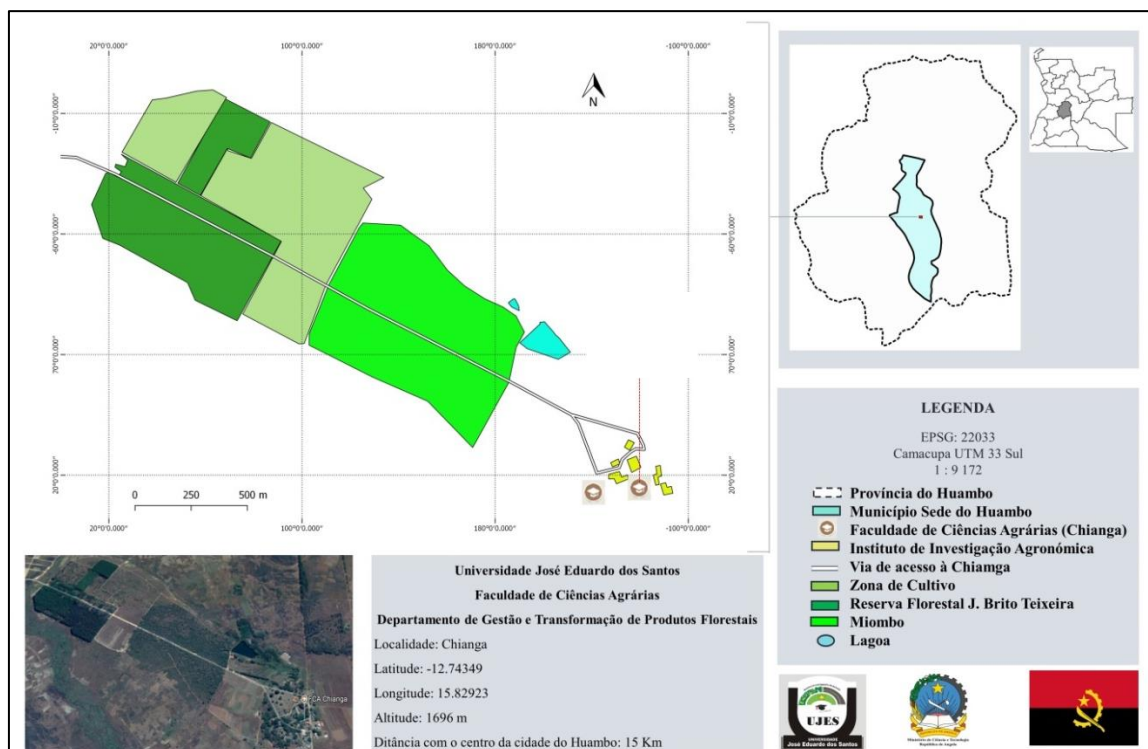


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo

A Chianga é limitada a Sul e Sudoeste pelo rio Culimaala, a Nordeste pela Ribeira Caluapanda, a este pela ribeira Chianga, ambos afluentes do Culimaala, e a norte e Nordeste por uma linha quebrada que segue de perto a Reserva Florestal do Caminho de Ferro de Benguela. A zona enquadra-se na unidade agro-ecológica e socioeconómica 24, com altitudes superiores a 1500 m. Caracteriza-se por apresentar árvores caducifólias tropicais que recebem anualmente 800 a 1396 mm de precipitação. Sua temperatura média anual é de 20°C, e o período mais quente é de Setembro a Outubro, que coincide com o início da estação chuvosa com máximas de 25°C e 27°C e o mês mais frio é o Junho com médias de 11°C e 13°C. A humidade relativa média anual varia dos 60-70% e os mínimos em Agosto 35-70% (DINIZ, 2006).

O solo da Chianga é levemente ferralítico de cor amarelo ou laranja, derivado de rochas erúpticas, cristalofílicas e quartzíferas. O solo apresenta uma textura argilosa e o Ph varia entre 5,2 e 5,5. A concentração de fósforo é de 43 mgL-1 e a percentagem de matéria orgânica é de 2,2% (HENRIQUES *et. al.*, 2009).

Inventário florestal

Para a actividade de inventário, foram marcadas 12 parcelas rectangulares (6 em cada uma das florestas) com tamanho de 25 x 20 m (500 m²) cada, tomadas de forma sistemática (de 5 em 5 m) para evitar o efeito de borda (extremidade) e zonas isentas de árvores. Durante a marcação destas, foram extraídas as coordenadas geográficas do centro das mesmas.

A estimativa da idade das árvores (*Eucaliptus grandis* e *Pinus patula*) da floresta plantada foi baseada nos estudos de Manuel *et al.* (2015), que afirmam que a floresta Brito Teixeira foi instalada entre 1965 e 1968 na Estação Experimental Agrícola da Chianga (Huambo, Angola). Já para as idades das árvores do Miombo, por falta de um trado para estimar a idade pelo método de dendrocronologia, estimou-se a idade das árvores em função da fisiologia que as árvores apresentaram e com base em fontes orais.

Os parâmetros ou variáveis medidos em campo foram: Número de indivíduos, Nome comum, Espécie ou Nome científico, Diâmetro a Altura do Peito (DAP) em metro, Altura (h) em metro, Idade em ano, Espessura da casca em centímetro, Comprimento dos ramos em centímetro e Diâmetro da copa em centímetro.

Após a realização do inventário florestal, fez-se a inserção dos dados colhidos em campo em uma folha de Excel (criação da base de dados dasométricos) e o tratamento destes dados (cálculo das médias das variáveis diamétrica, de altura, volumétrica, etc.). Foi ainda necessário fazer a aquisição do modelo matemático (para estimar o sequestro de carbono por árvores) pertencente aos projectos canadenses internacionais, *The Envirothon* e *The Yukon Envirothon*, através do link abaixo descrito:

❖ Link oficial: /uploads/1/0/5/2/10529729/tree_carbon_storage.xlsx.

Assim, os dados dasométricos inventários e analisados anteriormente, foram introduzidos no modelo para a estimação de taxa de biomassa neta por árvores, taxa anual de biomassa e a quantidade de carbono sequestrado por árvores. O agrupamento destas taxas individuais pelos valores das árvores de uma mesma parcela e espécie, permitiram conhecer a taxa média de sequestro de carbono por parcela e por espécie.

De forma sintetizada, os passos metodológicos obedecidos neste trabalho são apresentados na Figura 2.

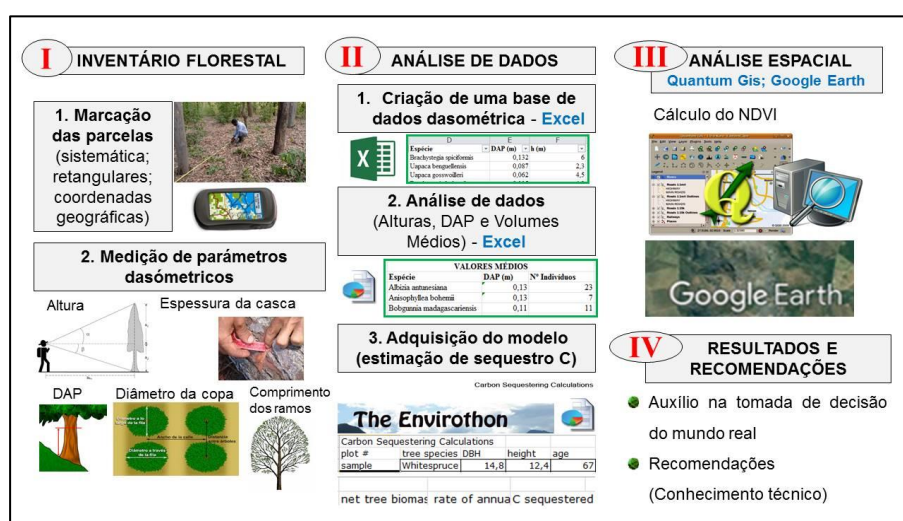


Figura 2. Passos metodológicos

Assim, obtiveram-se resultados (descritos no próximo capítulo), que conduziram as conclusões e recomendações descritas nos respectivos capítulos.

Formas de estimar o sequestro de carbono

Wolf *et al.* (2011), apontam três maneiras de quantificar o carbono armazenado por ecossistemas naturais: dados espectrais, dados de campo e modelos estatísticos. A metodologia a ser usada neste trabalho consiste no uso de dados de campo (inventário) e modelos estatísticos baseado no modelo proposto por CFS (2015), para avaliar o potencial de estoque de carbono sequestrado pelas florestas Brito Teixeira e a de Miombo (Chianga, Huambo). As principais fórmulas do modelo de CFS (2015) são:

**Fracção de Cobertura
do Dossel (%) =**

Diâmetro unitário da copa
x 100 / Diâmetro total da
copa

**Volume de madeira
(m³) = $\pi / 4 \times \text{Diâmetro}^2$
x Altura x 0,33**

Biomassa aérea (t) =
Espessura da casca +
Comprimento dos ramos + FCD
+ Volume

**Taxa de biomassa neta
(t) = (Biomassa aérea x
0,26) + Biomassa aérea**

**Taxa anual de
biomassa (t/ano) =**
Taxa de biomassa neta
/ Idade da árvore

**Quantidade de carbono
sequestrado (t) = Taxa anual
de biomassa / 2**

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inventário florestal

A espécie com maior número de indivíduos (Quadro 1) foi o *Pinus patula* com cerca de 20 %, seguido do *Eucalipto grandis* (17 %), *Brachystegia spiciformis* (14 %) e *Uapaca benguellensis* (8 %). Ainda no mesmo quadro pode ser visto as espécies de Miombo predominante na zona de estudo, o que mostra uma grande diversidade de espécie, que favorece uma rica biodiversidade. Isto está em conformidade com Francisco *et al.* (2014), que considera o Miombo angolano muito diverso, tendo como principais espécies: *Julbernardia paniculata*, *Brachystegia bohemii*, *Bobgunnia madagascariensis*, *Albizia adianthifolia*, *Pericopsis angolensis*, *Syzygium guineense*, *Pterocarpus angolensis*, *Anysophyllea bohemii* e *Isobertia angolensis*.

Quanto ao DAP como se pode ver no Quadro 1, as espécies com maior valor desta variável são: *P. patula* e *E. grandis* com aproximadamente 0,3 m, seguida de *H. acida* (0,21 m) e *I. angolensis* e *B. spiciformis* com 0,17 m cada.

Distribuição espacial da biomassa e do carbono

O Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI) obtido mostrou haver maior actividade fotossintética em zonas de Miombo em relação o perímetro da floresta plantada. Na Figura 3, os valores mais próximos a 0 (zero) indicam a ausência de vegetação, pouca actividade fotossintética ou solo exposto; já os valores próximos a 1 indicam grande quantidade de vegetação

fotossinteticamente activa. Estes valores assemelham-se ao apresentado por investigadores locais (PALACIOS *et al.*, 2015).

Tabla 1. Valores médios do DAP, Altura e Número de Indivíduos por espécie

Espécie	Nº Indivíduos	DAP (m)	h (m)	Volume (m³)	Idade (anos)	Espessura da casca (cm)	Ramos (cm)	D copa (cm)
<i>Albizia antunesiana</i>	23	0,12	4,3	3183,6	15,6	0,478	253	363
<i>Anisophyllea bohemii</i>	7	0,13	5,1	3009,9	12,6	0,392	162,1	271,4
<i>Bobgunnia madagascariensis</i>	11	0,11	4,5	3882,1	14,5	0,418	200	290
<i>Brachystegia bohemii</i>	17	0,12	4,8,	3406	15,3	0,566	245,7	544,7
<i>Brachystegia longuiflora</i>	18	0,1	4,7	4804,2	12,8	0,461	212,6	324,4
<i>Brachystegia spiciformis</i>	57	0,17	9,3	2661,9	18,1	0,73	291,8	513
<i>Hymenocardia acida</i>	7	0,21	3,8	971,1	12,6	0,385	234,2	352,8
<i>Isoblerlinia angolensis</i>	13	0,17	6,1	1977,4	16,5	0,547	273,5	393,5
<i>Monote spp</i>	8	0,1	3,5	4056,8	15,3	0,512	209,1	436
<i>Ochna schweinfurthiana</i>	9	0,06	3,2	10815,56	13	0,333	172,8	273,3
<i>Parinari curatelifolia</i>	12	0,1	5,4	5281,4	13,4	0,427	183,3	295
<i>Pericopsis angolensis</i>	1	0,056	3,4	12816,3	12	0,3	120	261
<i>Psorospermum febrifugum</i>	2	0,1	3,0	3768	12,5	0,55	165	210
<i>Rothmannia engleriana</i>	2	0,1	3,8	4239	14	0,45	235	308
<i>Sterculia quinquebola</i>	3	0,1	4,5	4684,8	12,6	0,366	132	13,3
<i>Syzygium guineense</i>	13	0,13	5,5	3162,2	14	0,383	185,4	255,3
<i>Terminalia brachystemma</i>	6	0,08	1,7	4621,6	11	0,3	153,8	266,6
<i>Uapaca benguellensis</i>	32	0,1	3,6	4138,52	13	0,4	151,6	247,6
<i>Uapaca gosswoileri</i>	9	0,11	3,8	3529,2	12	0,6	159,4	278,8
<i>Eucalpto grandis</i>	67	0,3	20,3	1625,8	48,5	1,98	372,6	565,4
<i>Pinus patula</i>	79	0,3	21,1	1681,6	52	2	349,7	561,7

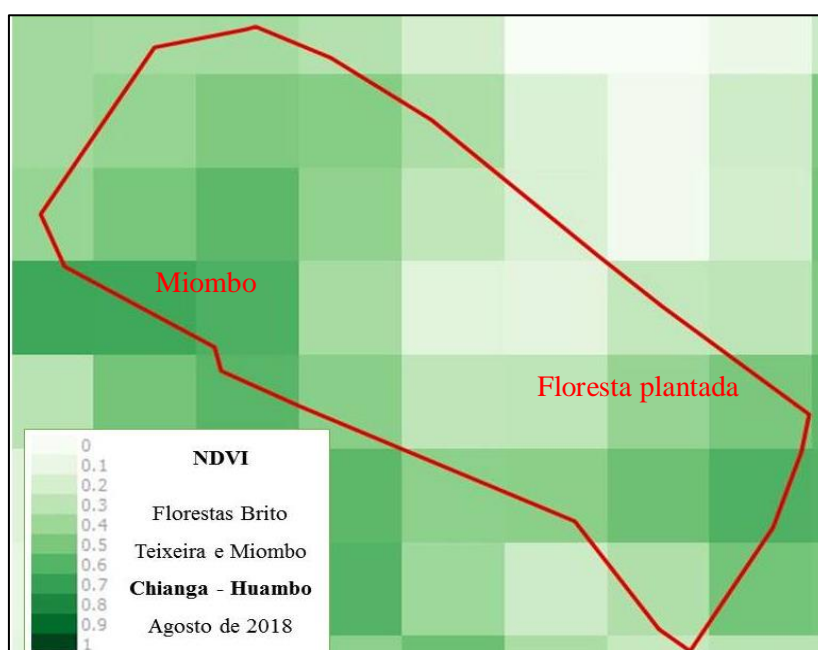


Figura 3. NDVI e estado fenológico das Florestas Brito Teixeira e Miombo (Chianga)

De modo particular, as zonas com maior quantidade de vegetação fotossinteticamente activa, correspondem as zonas com maiores taxas de sequestro de carbono.

Fracção de cobertura do dossel

A fracção de cobertura do dossel, para as espécies de *Pinus patula* e a do *Eucalipto grandis*, apresentou diferença em termos percentuais bastantes significativas comparativamente as espécies do Miombo (Figura 4), isto deve-se ao maior comprimento dos ramos destas espécies exóticas, que está associada a sua fisionomia. Um estudo sobre tipificação de floresta de Miombo no Huambo (PALACIOS *et al.*, 2015) mostrou baixos valores de fracção de cobertura do dossel para as espécies do Miombo.

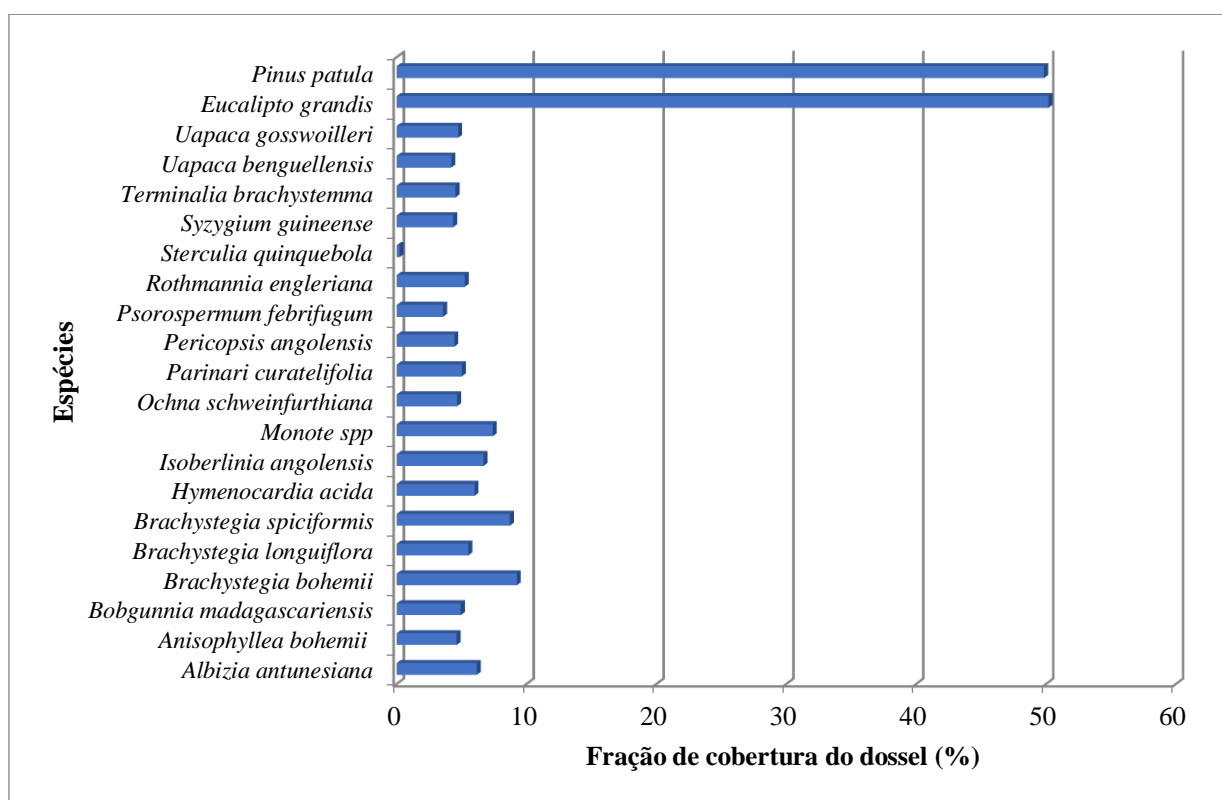


Figura 4. Fracção de cobertura do dossel por espécie

Biomassa aérea

Observando o gráfico abaixo (Figura 5), percebe-se facilmente que em termos de biomassa aérea, o *Eucalypto grandis* apresenta maior valor, seguida de *Pinus patula*, *Brachystegia spiciformis*, *Isobertinia angolensis* e a *Albizia antunesiana*, estes valores podem ser justificados pelo facto dessas espécies terem apresentado maior diâmetro e a biomassa estar directamente ligada ao diâmetro da árvore.

Fernandes (2014), em um estudo sobre análise da produção da madeira em Moçambique, observou que as espécies exóticas apresentavam maior valor de biomassa aérea que as nativas.

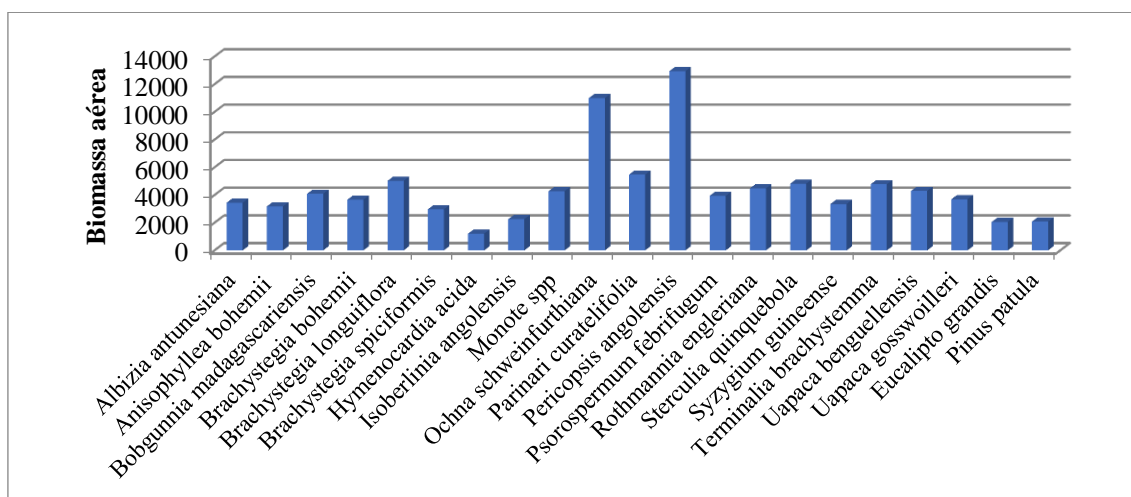


Figura 5. Biomassa aérea por espécie

Taxa de biomassa neta

Quanto a biomassa neta, é possível observar na figura 6 que o *Eucalipto grandis* e o *Pinus patula*, apresentaram valores elevados se comparados com as espécies do Miombo, isto pode ser justificado pelo facto das espécies exóticas no referido estudo terem apresentado maiores diâmetros em relação as espécies do Miombo, bem como a idade das duas florestas, já que algumas espécies desenvolvem-se mais quanto maior idade alcançam.

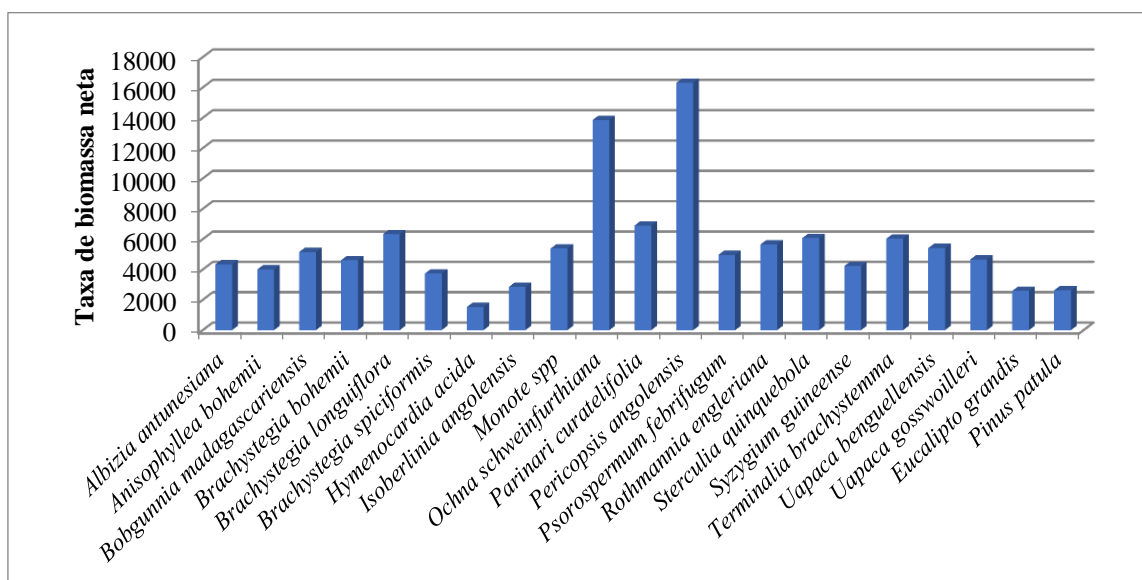


Figura 6. Taxa de biomassa neta por espécie

Resultados sobre maiores taxas de biomassa em função da idade foram observados por Silva (2015), que obteve uma produção total de biomassa que variaram entre 3,33 Mg.ha⁻¹ aos 12 meses e, 75,35 Mg.ha⁻¹ aos 48 meses de idade.

Taxa anual de biomassa

No tocante a taxa anual de biomassa, é possível observar que as espécies do Miombo, com particular destaque para a *Hymenocardia acida*, *Rothmania engleriana* e a *Isoberlinia angolensis*, foram as que apresentaram valores mais altos, se comparado com as outras espécies incluindo o *Eucalipto grandis* e o *Pinus Patula*, que apresentaram uma taxa anual de biomassa mais baixos (Figura 7), estes resultados podem ser justificados pelo facto das espécies do miombo, que constam deste trabalho terem apresentado menor idades se comparado com as espécies de *Eucalipto grandis* e a do *Pinus patula*, que apresentaram maiores idades.

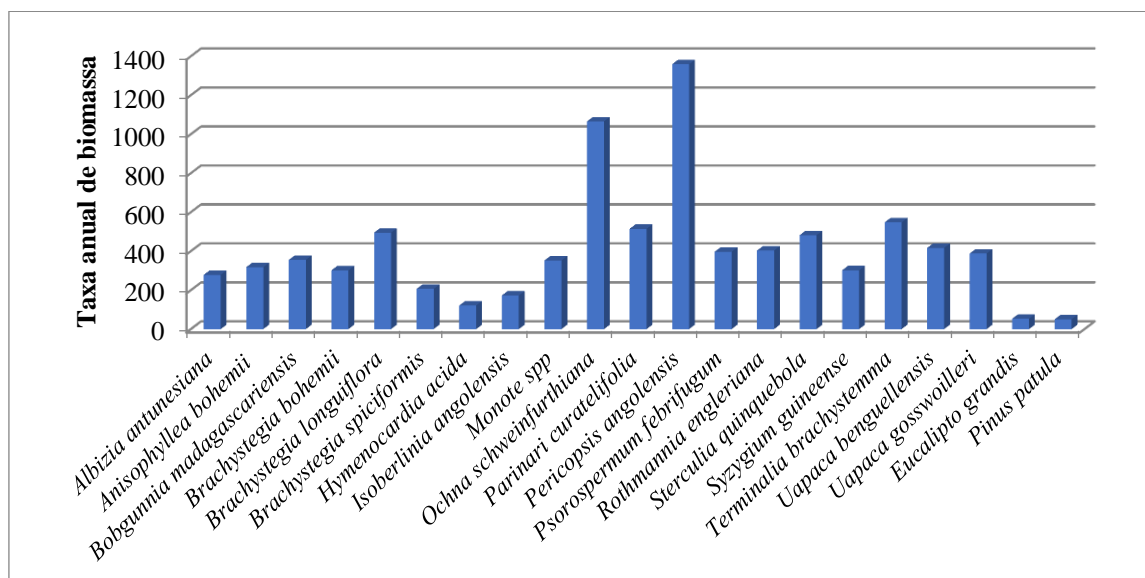


Figura 7. Taxa anual de biomassa produzida por espécie

Este resultado está de acordo com Baird (2002), que salienta que quanto mais rápido o crescimento, mais rápido é a absorção de dióxido de carbono, e pelo facto das espécies exóticas presentes no nosso estudo terem maior idade neste caso a função fotossintética da mesma é bastante reduzida se comparado com as espécies do Miombo que apresentaram menor idade. Caso

o estudo fosse feito com espécies da mesma idade, ali teríamos as espécies exóticas com maior taxa de anual de Biomassa.

Sequestro de carbono

Neste estudo como se pode ver na Figura 8, a floresta de Miombo apresentou maiores taxas de sequestro de carbono em relação a floresta plantada. Considerou-se que a base disto está a idade média das árvores do Miombo (15 anos), se comparada com a das árvores da Floresta Brito Teixeira (50 anos). Assim, entre as espécies que apresentaram maior capacidade de sequestro de carbono ao longo do ano, estão: *Pericopsis angolensis* (1679 Mg(C) ha⁻¹, o que representa 16 %), *Ochna schweinfurthiana* (533 Mg(C) ha⁻¹, 12 %), *Terminalia brachystemma* (274 Mg(C) ha⁻¹, 6,3 %) e *Parinari curatelifolia* (257 Mg(C) ha⁻¹, 6 %).

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 de Vieira *et al.* (2009), os teores de carbono foram inferiores aos sugeridos pelo IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*).

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.

Resultados diferentes do presente estudo foram observados em zonas do mediterrâneo por Tomé (2014), que considera que as florestas portuguesas terem uma capacidade de sequestro de carbono que, ao nível do ecossistema ou ao longo da sua vida, podem atingir montantes elevados. Apesar de, ao nível do país, o sequestro poder reduzir se o nível de corte, os incêndios e outras actividades que diminuem o *stock*, ultrapassarem a capacidade de sequestro sem que haja compensação (por exemplo com novas plantações ou alteração das opções de gestão).

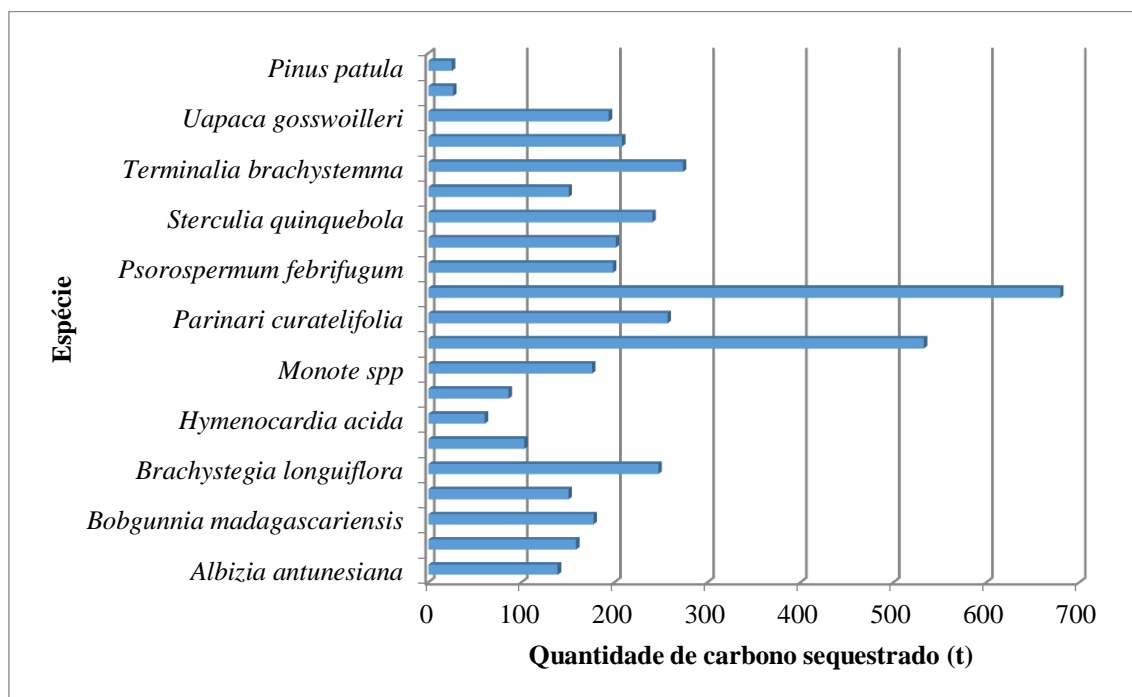


Figura 8. Carbono sequestrado por espécie

Apesar de a World Health Organization (2018), considerar que em Angola da superfície total florestal, apenas 24 000 km² são classificados como florestas de alta diversidade biológica e de maior capacidade de sequestro do gás carbónico, maioritariamente localizadas nas províncias de Cabinda, Zaire, Bengo, Cuanza-Norte e Uíge, o certo é que esta ideia pode ser contrastada pelo facto de as florestas mais jovens da região centro e sul do país terem maior capacidade de sequestro de carbono. Entretanto, devem ser realizados mais estudos no sentido de apurar os factos.

Estes últimos parâmetros (Fracção de Cobertura do dossel, Biomassa aérea, Volume da Madeira, Taxa neta de Biomassa, Taxa anual de Biomassa e Sequestro de carbono) foram analisados ao nível de parcelas (como se descreve abaixo), o que mostrou haver a mesma diferença significativa entre a floresta exótica e a natural, realidade também observada por Manuel *et al.* (2015) e Palacios *et al.* (2015).

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As principais conclusões deste estudo são:

- A *P. patula* (20 %), *E. grandis* (17 %) e *B. spiciformis* (14 %) foram as espécies com maior índice de abundância;
- A floresta exótica apresentou maior volume de madeira (média de 0,503 m³) e biomassa (média de 16 t) em relação ao Miombo (0,023 m³ e 6 t);
- As árvores da floresta exótica (50 anos) têm maior idade que as do Miombo (15 anos);
- Maiores taxas de sequestro de carbono foram observadas na floresta mais jovem (Miombo), que na mais velha;
- As espécies com maior capacidade de sequestro de carbono ao longo do ano são: *P. angolensis* (1679 Mg(C) ha⁻¹, 16 %), *O. schweinfurthiana* (533 Mg(C) ha⁻¹, 12 %), *T. brachystemma* (274 Mg(C) ha⁻¹, 6,3 %) e *P. curatelifolia* (257 Mg(C) ha⁻¹, 6 %).

Recomenda-se que:

- Haja maior conservação do Miombo, devido o seu papel ambiental;
- Se estabeleçam pequenas áreas de conservação em zonas do Miombo, de modo a garantir a sustentabilidade da função ambiental desta floresta;
- A Floresta Brito Teixeira seja submetida a um urgente trato silvicultural, que visa substituir paulatinamente as árvores muito adultas por indivíduos jovens.

REFERENCIAS

1. 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. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman. Brasil.

2. CFS (2015), CFS - Canadian Forest Services. (2015). **Carbon Sequestering Calculations**: Natural Resources Canada. Forestry: Canada. Data de acesso: 10/08/2018. Disponível em: <<https://www.yukonenvirothon.com/carbon-sequestering-calculations.html>>.
3. DINIZ, A. C. (2006). **Características Mesológicas de Angola**. 2ª ed, Lisboa: Instituto Português de Apoio al Desarrollo. ISBN 972-8975-02-3.
4. 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.
5. FAO - Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura. (2015). **Evaluación De Los Recursos Forestales Mundiales 2015 ¿Cómo Están Cambiando Los Bosques Del Mundo?** Roma, 2015. Pág. 4. ISBN 978-92-5-308821-8. Disponível em: <http://www.bivica.org/upload/recursos-forestales-evaluacion.pdf>. Acedido aos 13/07/2018
6. FERNANDES, A. M. (2014). **Análise da produção de madeira para o sustento de energia doméstica aos centros urbanos de Moçambique**. Tese: Universidade Federal do Paraná.
7. FRANCISCO, E. J.; AFRICANO, C. G.; SANFILIPPO, M.; QUINTANA, Y. G.; MARTÍNEZ, I. C.; CRESPO, Y. A. (2014). **Estructura y composición del bosque Miombo del sector norte de Canjombe, Angola**. Revista Forestal Baracoa vol. 33, Número Especial 2014. Artículo científico, pp. 306-316. ISSN: 2078-7235.
8. HENRIQUES, I. C. M., MONTEIRO, A. Y MOREIRA, I., (2009). **Efeito dos tratamentos fitossanitários na produção de cultivares de batateira (*Solanum tuberosum* L.) no Planalto do Huambo (Angola)**. Revista de Ciências Agrárias 32, 182-193.
9. JOHNSON, I. E R. COBURN (2010), “**Trees for carbon sequestration**”, **Prime facts for profitable, adaptive and sustainable primary industries**, Nº

981, State of New South Wales through Department of Industry and Investment (Industry & Investment NSW) 2010.

10. MANUEL, M; RUI, P. R.; ANTÓNIO, G. N. (2015). **As coberturas florestais e a recuperação da fertilidade de Solos Ferralíticos de Angola.** Revista de Ciencias Agrarias. 38. 598-611. 10.19084/RCA15142.

11. MANUEL, M; RUI, P. R.; ANTÓNIO, G. N. (2015). **As coberturas florestais e a recuperação da fertilidade de Solos Ferralíticos de Angola.** Revista de Ciencias Agrarias. 38. 598-611. 10.19084/RCA15142.

12. NOGUEIRA, M. D. A. (1970). **Carta de Solos do Centro de Estudos da Chianga.** In: IIAA - Instituto de Investigação Agronómica de Angola. Série Científica. Nº 14. Nova Lisboa, Angola. 72 pp.

13. 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.

14. SAATCHI, S. S.; HARRIS, N. L.; BROWN, S.; LEFSKY, M.; MITCHARD, E. T.; SALAS, W.; ZUTTA, B.; BUERMANN, W.; LEWIS, S.; HAGEN, S. (2011). **Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents.** Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA 108(24).

15. SILVA, J. M. S. (2015). **Produção e distribuição de biomassa em clones de Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla no município de Macaíba-RN.** 2015. 37f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

16. STERN, A. (1977). **Air pollution: the effects of air pollution**, Vol II. 3rd edition. United Kingdom: Academic Press, Inc.

17. TOMÉ, J. A. P. M. (2014). **A quantificação do carbono armazenado pela floresta Portuguesa.** Lisboa: Centro de Estudos Florestais FORCHANGE.

18. VAN DER WERF, G. R., D. C. MORTON, R. S. DEFRIES, J. G. J. OLIVIER, P. S. KASIBHATLA, R. B. JACKSON, G. J. COLLATZ, AND J. T. RANDERSON. (2009). **“CO₂ Emissions from Forest Loss.”** Nature Geoscience 2: 737 – 738. White, 1981.
19. VICTORINO, A. (2012). **Bosques para las perso- nas: Memorias del Año Internacional de los Bosques 2011.** Instituto de Investiga- ción de Recurso Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, D.C., Colombia. 24-27 pág. ISBN: 978-958-8343-73-0 Disponível em: <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31369/230.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acedido aos 13/07/ 2018.
20. VIEIRA, G.; SANQUETTA, C. R.; KLÜPPEL, M. L. W.; BARBEIRO, L. S. S. (2009). **Teores de carbono em espécies vegetais da caatinga e do cerrado** título. Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient., Curitiba, v. 7, n. 2, p. 145-155, abr./jun.
21. WOLF, S. ET AL. 2011. **Strong seasonal variations in net ecosystem CO₂ exchange of a tropical pasture and afforestation in Panama.** Agricultural and Forest Meteorology, v. 151, p. 1139–1151.
22. WORLD HEALTH ORGANIZATION. (2018). **MDG Goal 7: Ensure environmental sustainability - Other MDGs.** WHO: Regional Office for Africa. Disponível em: http://www.aho.afro.who.int/profiles_information/index.php/Angola:MDG_Goal_7:_Ensure_environmental_sustainability_-_Other_MDGs/pt.
23. ZELARAYÁN, M. L. C.; CELENTANO, D.; OLIVEIRA, E. C.; TRIANA, E. P.; SODRÉ, D. N.; MUCHAVISOY, K. H. M.; ROUSSEAU, K. G. X. (2015). **Impacto da degradação sobre o estoque total de carbono de florestas ripárias na Amazônia Oriental.** Brasil. Acta amazônica. VOL. 45(3) 2015: 271 – 282.