

ANÁLISE DA ÁREA FLORESTAL E DO USO DO SOLO DA FLORESTA DE MIOMBO ANGOLANO ENTRE 2001-2018

Autores: Sérgio Fernando Kussumua

Isaú Alfredo Bernardo Quissindo

E-mail: sergiofernando90@hotmail.com e josuealf.2011@hotmail.com

Data de recepção: 22/04/2020

Data de aceitação: 20/06/2020

RESUMO

O presente estudo avaliou a distribuição espacial do Miombo angolano. Com base em dados de satélite, foram calculados índices de vegetação e mapas temáticos. A área ocupada por esta floresta em Angola é de 30 955 700 ha (25% do território angolano). As principais classes de uso do solo que ocorrem na zona de estudo são: Floresta (53%), Arbustos (12%), Herbáceas (10%), Agricultura (8%) e Área urbana (7%). As médias estimadas entre 2001-2018 mostraram que a perda florestal anual deste ecossistema é de 332 982 ha e um ganho florestal anual de 2 794 ha.

Palavras-chave: Miombo Angolano, Índice de Vegetação de Diferença Normalizada, Landsat

FOREST AREA AND LAND USE ANALYSIS OF ANGOLAN MIOMBO WOODLAND BETWEEN 2001-2018

ABSTRACT

This study evaluated the spatial distribution of the Angolan miombo Woodland. Based on satellite data vegetation index and land use map were estimated. The area occupied by the Miombo forest in Angola is 30 955 700 ha (25% of the Angolan territory). The main land use classes occurring in study area are: Forest (53%), Shrubs (12%), Herbaceous (10%), Agriculture (8%), Urban area (7%). The estimated averages between 2001-2018 showed that the annual forest loss of this ecosystem is 332 982 ha and an annual gain of 2 794 ha.

Keywords: Angolan Miombo Woodland, Normalized Difference Vegetation Index, Landsat

Introdução

O Miombo é a vegetação caracterizada pelo predomínio de árvores dos géneros *Brachystegia*, *Isoberlinia* e *Julbernardia*, no centro e na zona austral de África. Tem uma extensão de 3,8 milhões km², abrangendo África do Sul, Angola, Botsuana, Burundi, Malawi, Moçambique, Namíbia, República Democrática do Congo, Tanzânia, Zâmbia e Zimbabwé (Sanfilippo, 2014). Ryan *et al.* (2016), estimam que a área do Miombo Africano é de 2,7 milhões km².

Sanfilippo (2014), considera que a pressão antrópica sobre o ecossistema do Miombo é atribuível principalmente á falta de alternativa de geração de receitas. Assim, deve-se promover o uso sustentável destes recursos quer por madeireiros quer por não madeireiros.

Vários benefícios podem ser obtidos da gestão sustentável dos recursos das florestas de Miombo. Lupala (2009), divide-os em três categorias sinérgicas, nomeadamente, suprimentos para as necessidades básicas, ganhos monetários e, por último, uma rede segura de recursos durante os tempos de escassez (Quissindo e Quartim, 2018).

O Miombo tem uma grande importância socioeconómica, pois mais de 150 milhões de pessoas dependem dos seus bens e serviços em África (Deweese *et al.*, 2010). Estes serviços incluem a provisão de alimentos e energia de biomassa, bem como controlo da erosão, mitigação da desertificação e controlo de pestes agrícolas (Sileshi *et al.*, 2007). Mais de 76% do consumo de energia da região provém de biomassa lenhosa destas florestas (Ryan *et al.*, 2016).

Contudo, este estudo avaliou a distribuição espacial da floresta de Miombo angolana, além de identificar classes de usos e de ocupação de solo que ocorrem neste através do uso de tecnologias de deteção remota, visando conhecer a atual área desta importante floresta tropical seca.

Área de estudo

O estudo foi realizado entre janeiro e outubro de 2019, em Miombo angolano, que segundo Gonçalves *et al.* (2017) cobre a maior parte do centro de Angola e estende-se para a República Democrática do Congo. Eles fazem parte do maior Miombo ecossistema que cobre grande parte da África Oriental e Austral.

A zona possui uma variedade de clima (húmido a semi-árido), tropical e subtropical (Frost, 1996), com solos pobres em nutrientes, em zonas de chuvas quase constantes (Campbell, 1996).

Em Angola, o Miombo é mais comum na zona centro-norte do país e nas províncias do Sul (Sanfilippo, 2014), como se pode ver na Figura 1.

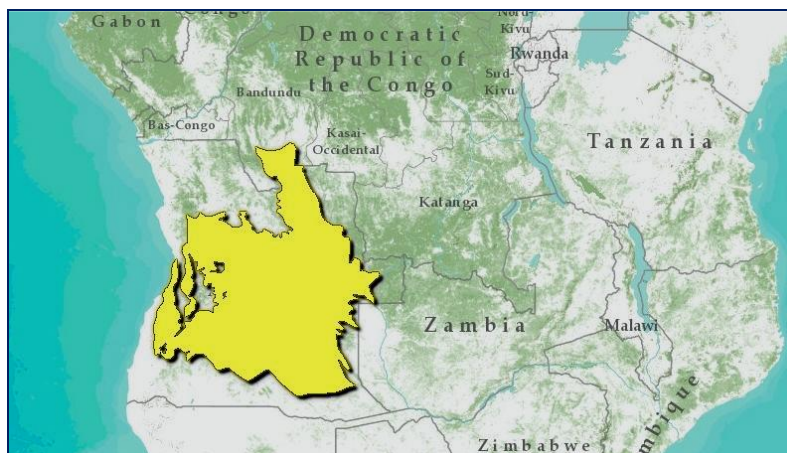


Figure 1. Mapa de distribuição da floresta angolana do Miombo (Deweese et al., 2010)

Ao longo da sua distribuição, o Miombo clímax é uma floresta decídua fechada, não espinhosa. O seu estrato arbustivo é variável em densidade e composição (Quissindo e Quartim, 2018; Campbell, 1996).

Dados e métodos espaciais

A aquisição de dados geoespaciais foi feita nos seguintes servidores: Agência Espacial Europeia (ESA), para classes de uso e ocupação de solo com resolução espacial de 250 m; Global Forest Watch Server (imagens Landsat 7 ETM + e Landsat Imagens 8), para análise da dinâmica florestal entre 2001-2018; Laboratório de Sistema de Informação Geografia e Deteção Remota (LABSIGDER), para localização geográfica.

Já os Índices de Vegetação Melhorada (EVI) e Diferença de Vegetação Normalizada (NDVI) foram calculados e interpretados com base nas propostas de Jensen (1996) para NDVI e Hansen et al. (2013) para o EVI.

Através da relação entre classes de uso e ocupação do solo e valores do índice de vegetação. A metodologia adotada neste artigo considera os valores do NDVI para mostrar que valores entre: -0,2-0 vegetação aquática ou planta morta; -0-0,2 vegetação muito deficiente ou muito enferma; 0,2-0,4; vegetação pouco deficiente ou pouco enferma; 0,4-0,6; vegetação moderadamente saudável; 0,6-0,8 vegetação saudável; 0,8-1 vegetação muito saudável ou com alto vigor vegetativo.

Assim, para a primeira parte metodológica deste trabalho, foi utilizado o software Quantum Gis, onde se fez a georreferenciação de uma imagem raster do Miombo Angolano, digitalização da área do Miombo Angolano (Figura 3) e a estimativa da área / superfície do Miombo.

Seguidamente, com a ferramenta *r.to.vect* fez-se a vectorização do ficheiro raster de uso de solo.

Com o auxílio da ferramenta calculadora de campo do Quantum Gis, utilizando a expressão $\$area / 10.000$ (para unidade em hectare) e a tabela de atributos estimou-se a área / superfície do Miombo suprimindo as todas as classes de solo que não seja Miombo.

A análise da dinâmica florestal do Miombo Angolano entre 2001 e 2018 baseou-se na metodologia de Hansen *et al.* (2013), que utiliza dados do *Global Forest Watch* e da plataforma online *Google Earth Engine*. As séries temporais utilizadas são imagens Landsat 7 e 8.

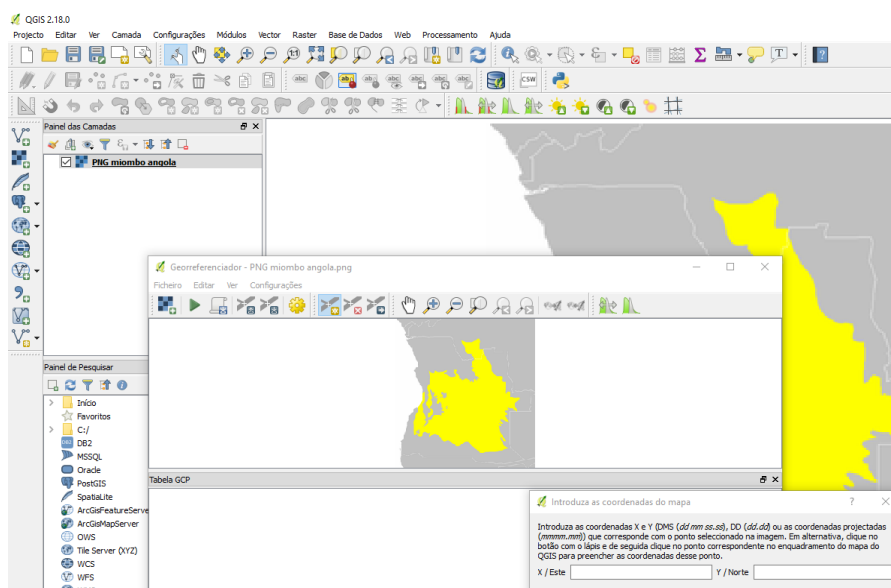


Figura 2. Processo de georreferenciação e digitalização do mapa do Miombo Angolano (Fonte: Autores - *Quantum Gis* versão 2.18)

De acordo com Hansen *et al.* (2013), nesta análise, as árvores são definidas como vegetação mais alta do que 5 m de altura e são expressas como uma percentagem por célula da grade de saída como de cobertura de árvores”.

Resultados

Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI)

O mapa NDVI do Miombo (figura 3) mostra valores altos (0,6 a 1) desse índice principalmente

no centro da zona devido à concentração de áreas florestais, como mostrado no mapa de uso e ocupação de solo.

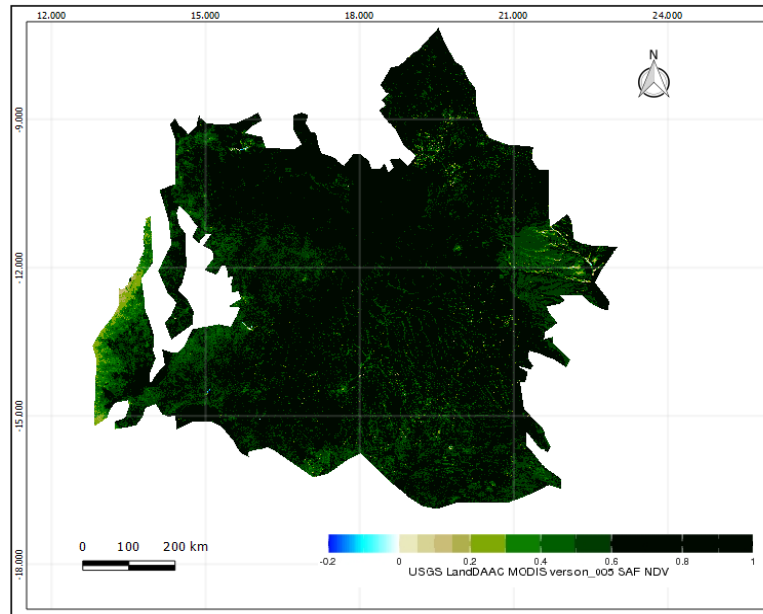


Figura 3. NDVI para o ano 2017 da zona do Miombo (Fonte: Autores - *Quatum Gis versão 2.18*)

Os valores de NDVI servem também de indicadores para ver a ocorrência de diferentes classes de uso do solo; assim os valores conforme as classes podem ser: -0,2 a 0 zonas de água (rios, lagos e lagoas), 0 a 0,2 solo exposto ou terrenos baldios, 0,2 a 0,4 vegetação herbácea e zonas de cultivos, 0,4 a 0,6 zonas cobertas de vegetação arbustiva, 0,6 a 1 maioritariamente florestas.

Já o EVI (figura 4) diferente do NDVI apresenta valores variáveis em zonas florestais, sendo maioritariamente 0,3 a 0,6 e algumas zonas florestais com altos valores (até 0,8). O baixo valor do EVI em zona florestal pode estar associado à existência de uma floresta muito aberta ou caduca, com reduzida cobertura de área foliar, embora esta floresta desempenhe bem a actividade fotossintética como pode ser evidenciado pelos altos valores de NDVI no respectivo mapa.

As análises espaciais realizadas por Dala *et al.* (2018), mostraram que o município de Buco Zau apresentou valores de NDVI que variaram entre 0,6 a 1 e de EVI entre 0,2 a 0,7. Os autores concluíram que as florestas com menor cobertura do dossel (>25 e 50 %) - também menor valor de NDVI, apresentaram maior área florestal (192 958 e 188 812 ha, respectivamente) em relação às florestas com maior fracção de cobertura do dossel (>50 e 75 %) – maior valor de NDVI, com áreas de 188 812 e 167 778 ha, respectivamente.

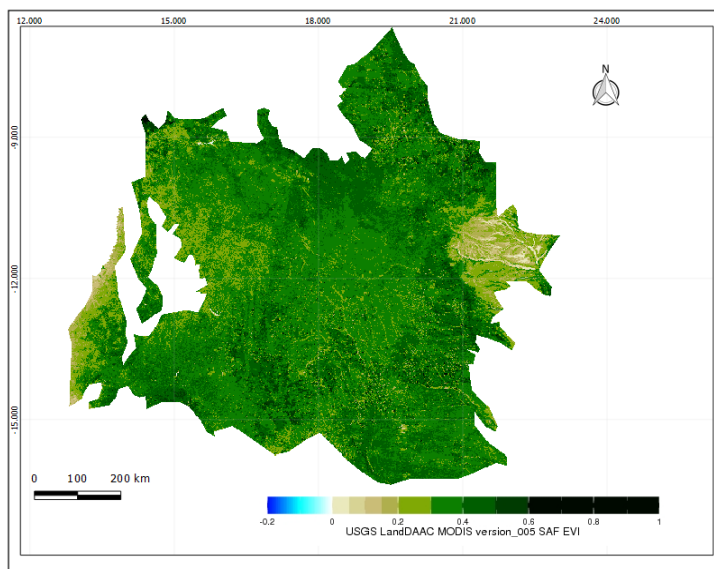


Figura 4. EVI para o ano 2017 da zona do Miombo (Fonte: Autores - *Qatum Gis versão 2.18*)

Distribuição espacial do Miombo Angolano

De modo geral e conforme a digitalização feita foi possível observar a abrangência da zona de Miombo, assim como as províncias cobertas por esta floresta no país (Figura 5). Esses dados não espelham as áreas cobertas pela floresta do Miombo em Angola, neste caso foi elaborado um mapa de uso e ocupação de solo da zona ocupada pelo Miombo.

Como o mapa de localização da zona do Miombo (Figura 1) não mostra a área ocupada pela referida floresta, mas genericamente a zona do Miombo angolano, foi feito um mapa florestal desta zona (Figura 5). Assim, a zona de Miombo ocupa uma área de 584 069 km² (equivalente a 58 406 900 ha), enquanto que a área ocupada por floresta nesta zona é 309 557 km² (30 955 700 ha). Esta diferenciação não deve ser confundida, uma vez que como será visto mais à frente, na zona de Miombo existem outras classes de uso e ocupação do solo, além dos espaços florestais.

A floresta de Miombo distribui-se pela África Central e Austral, com uma área de cerca de 3.200.000 km², o que a torna a maior área de floresta seca do mundo (Scholes e Biggs, 2004). Esta formação florestal ocupa cerca de 45,2% da área florestal total, dispersando-se por vastas áreas do país: Planalto Central (Bié, Benguela, Huambo e Huíla), bem como Cuando Cubango, Moxico, Malanje e Cuanza-Sul (Quissindo e Quartim, 2018; Sangumbe e Pereira, 2014).

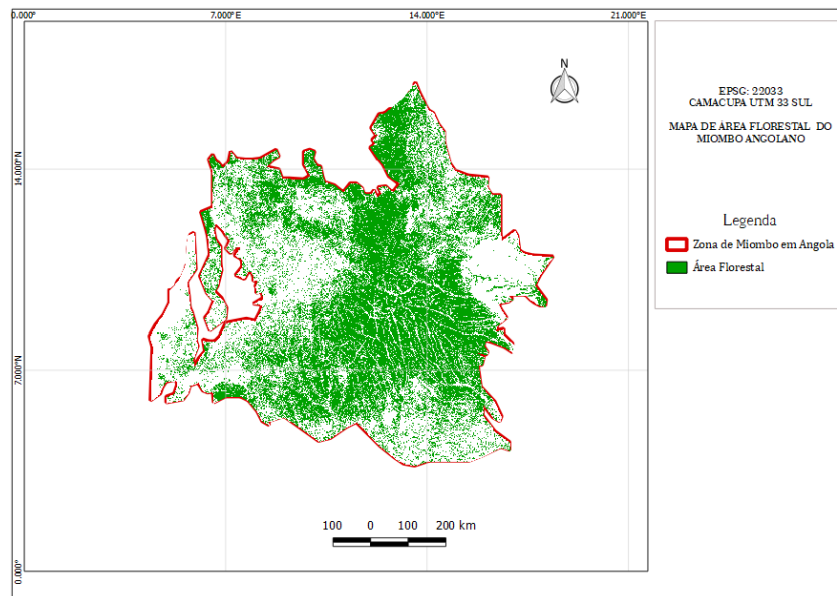


Figura 5. Mapa da Floresta de Miombo em Angola (Fonte: Autores - *Quatum Gis* versão 2.18) Diferente do autor anterior, Sanfilippo (2014), considera que em Angola o Miombo, ocupa uma superfície cerca de 585.949 km² que corresponde a 47% da superfície do país.

Em Angola, o Miombo é mais comum na zona centro-norte do país (nas províncias do Cuanza Norte, Malanje, Lunda Norte, Cuanza Sul, Huambo e Benguela) e nas províncias do Sul (Bié, Moxico, Huíla e Cuando Cubango), (Sanfilippo, 2014), como foi apresentado na figura 2.

Os dados (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 6), mostraram que a zona do Miombo está coberta pelas seguintes classes temáticas com suas respectivas áreas: Florestas com cerca de 309 557 km² (equivalente a 30 955 700 ha), que equivale a 53% da superfície da zona de Miombo e a 25% da superfície territorial de Angola; Arbustos com uma área de 70 088 km² (7 008 800 ha), equivalente a 12 %; Herbáceas com uma área de 58 407 km² ou 5 840 700 ha (10%); Agricultura, que ocupa uma superfície de 46 726 km², isto é, 4 672 600 ha (8%); Zona urbana, que ocupa 40 885 km² (4 088 500 ha) e equivale a 7%; Solo exposto ou descoberto, com 23 363 km² (2 336 300 ha) de área (4%); Vegetação esparsa ou dispersa com 17 522 km² (1 752 200 ha), equivalente a 3%; Áreas cobertas por água são 14 602 km² ou 1 460 200 ha e perfaz 2,5% da superfície da Província do Huambo; Vegetação aquática, que ocupa uma área de 2 920 km² ou 292 000 ha (0,5%). Ver abaixo figura 6.

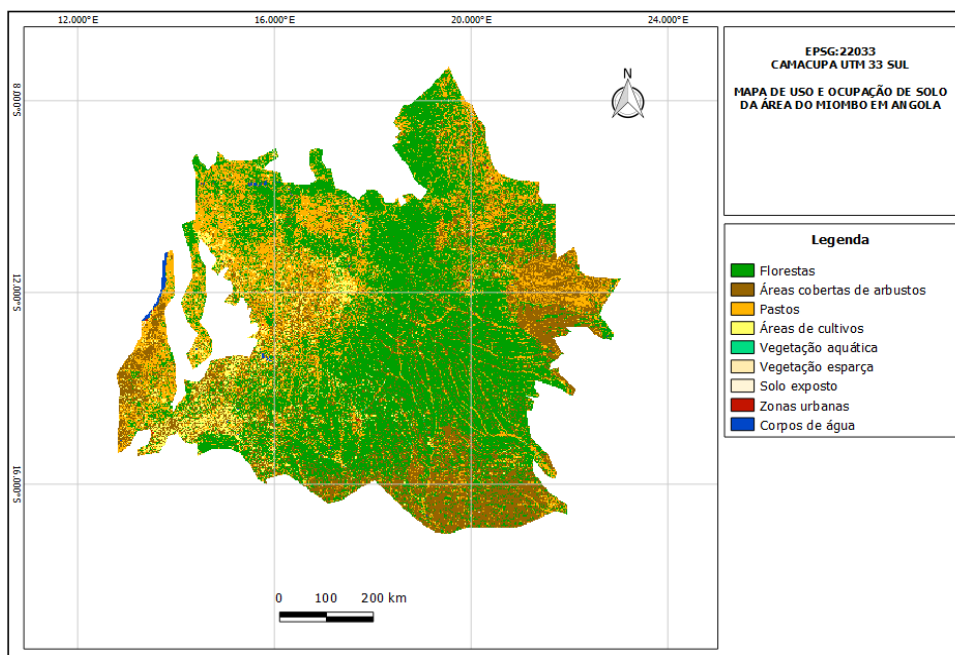


Figura 6. Mapa de classes de uso e ocupação do solo (Fonte: Autores - Quatum Gis 2.18)

Com base nos resultados obtidos neste trabalho na análise espacial, foi possível aferir que a actual área florestal (30 955 700 ha) disponível na zona em estudo e a comparação com dados obtidos por Sanfilippo (2014), mostra ter havido uma grande redução da floresta de Miombo em Angola (22% em 3 anos), o que pode ser traduzido por uma perda anual na ordem dos 7,3%.

Palacios *et al.* (2015) e Quartin *et al.* (2017), com base em dados de satélites concluíram que a perda anual de floresta de Miombo na Província do Huambo é de 7,5% (30% entre 2012-2015).

Esta diferença de valores pode ser explicada pelo facto de Palacios *et al.* (2015) e Quartin *et al.* (2017), ter feito o seu estudo numa área menor (3 577 100 ha) se comparada a do presente estudo (58 406 900 ha); ou seja, conforme fomos estudando uma zona com base em dados de satélites teremos maior precisão quanto menor for a superfície estudada. Além disso, pode estar na base o factor resolução espacial, já que neste estudo foram utilizadas imagens mais recentes de maior resolução espacial (10 m), se comparado com as utilizadas pelos autores citados, que é de 30 m. por este facto foram analisados neste trabalho informações de imagens Landsat 8 com base na proposta de Huete *et al.* (2011) – ver tópico seguinte sobre a análise da dinâmica florestal.

Análise da dinâmica florestal do Miombo Angolano entre 2001 e 2018

Esta análise mostrou que o ganho de área florestal manteve-se constante (2 794 ha) no período

em estudo. Já a variável perda de área florestal variou, sendo crescente conforme o percurso do tempo, isto é, duplicou em relação ao ano inicial (303 520 ha) e final (688 800 ha). Ver tabela 1.

Nota-se que os valores apresentados por esta plataforma (tabela 1) são bastante superiores se comparados aos dados da ESA (figuras 5 e 6), pelo facto de os dados Sentinel 2A da ESA distinguirem outras classes de vegetação (pastos, herbáceas e arbustos) (Quissindo e Quartim, 2018) e os dados disponibilizados na plataforma *Global Forest Watch* agruparem todas aquelas classes como espaço de vegetação. Entretanto, este último apresenta a informação em escala temporal, enquanto que aquele apenas em alguns anos.

Tabela 1: Bandas espectrais dos diferentes satélites Landsat utilizados neste estudo

Ano	Cobertura florestal (ha)	Perda florestal (ha)	Ganho florestal (ha)
2001	962 796 800	303 520	2 794
2002	962 496 074	470 400	2 794
2003	962 028 468	89 040	2 794
2004	961 942 222	119 840	2 794
2005	961 825 175	198 800	2 794
2006	961 629 169	199 920	2 794
2007	961 432 043	242 480	2 794
2008	961 192 357	313 040	2 794
2009	960 882 111	413 840	2 794
2010	960 471 065	510 160	2 794
2011	959 963 698	164 080	2 794
2012	959 802 412	247 520	2 794

2013	959 557 686	27 440	2 794
2014	959 533 040	361 760	2 794
2015	959 174 074	453 040	2 794
2016	958 723 828	560 000	2 794
2017	958 166 621	630 000	2 794
2018	957 539 415	688 800	2 794

Neste sentido, com base nos dados da plataforma *Global Forest Watch*, a taxa de crescimento ou ganho de área florestal no Miombo Angolano é de 2 794 ha e a taxa anual de perda florestal é de 332 982 ha, ou seja, perdem-se 27 749 ha desta floresta por mês e 925 ha por dia em todo país.

No seu estudo, que teve como base a mesma plataforma, Dala *et al.* (2018), estimou a taxa de desflorestação para a floresta do Mayombe de 511 ha/ano e o ganho de área florestal de 47 ha.

Conclusões

De trabalhos anteriores, sabe-se que a floresta angolana de Miombo possui uma área 45-47% da área angolana. No entanto, este estudo actualiza que houve uma considerável redução (20%) dessa floresta devido à pressão da população por exploração e conversão em áreas de cultivo.

Assim, a actual área florestal desta zona é de 30 955 700 ha (53% do Miombo 25% da área do Angola). A perda anual estimada de florestas é de 332 982 ha e o ganho anual é de 2 794 ha.

Assim, recomenda-se que sejam desenvolvidas políticas que visam controlar a extração de madeira com base em estudos atuais de sua dinâmica e riqueza em biodiversidade, devido ao papel ambiental e socioeconômico que essas florestas desempenham.

Referências Bibliográficas

Campbell, B.; Frost, P.; Byron, N. (1996). Miombo woodlands and their use: overview and key issues. p. 1-10. In: B. Campbell. *The Miombo in Transition: Woodlands and Welfare in Africa*. CFIOR, Bogor.

Dala, A. F.; Quissindo, I. A. B.; Bornot, Y. O. (2018). Evaluación de tasas de esforestación en el municipio de Buco Zau (Cabinda) entre 2000-2017 usando datos del sensor Landsat. Revista digital de Medio Ambiente “Ojeando la agenda” ISSN 1989-6794, Nº 55 septiembre 2018.

Deweese, P. A., B. M. Campbell, Y. Katerere, A. Siteo, A. B. Cunningham, A. Angelsen e S. Wunder. (2010). Managing the miombo woodlands of Southern Africa: policies, incentives and options for the rural poor. *Journal of natural resources policy research*, 2(1): 57-73.

Frost, P. (1996). A ecologia das florestas de miombo. O miombo em transição: bosques e bem-estar na África, 11-57.

Gonçalves, F. M., Revermann, R., Gomes, A. L., Aidar, M. P., Finckh, M., Juergens, N. (2017). Tree species diversity and composition of miombo woodlands in south-central Angola: A chronosequence of forest recovery after shifting cultivation. *International J. Forestry Research*.

Hansen, M. C.; Potapov, P. V.; Moore, R.; Hancher, M.; Turubanova, S. A.; Tyukavina, A.; Thau, D.; Stehman, S. V.; Goetz, S. J.; Loveland, T. R.; Kommareddy, A.; Egorov, A.; Chini, L.; Justice, C. O.; Townshend, J. R. G. (2013). High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science* 342 (15 November): 850–53. Data available on-line from: <http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>.

Huete, A., K. Didan, W. Van Leeuwen, T. Miura e E. Glenn. (2011). MODIS vegetation indices. In: *Land remote sensing and global environmental*. Springer-Verlag New York, p.579-602.

Jesen, J. R. (1996). *Introductory digital image processing: a remote sensing perspective*. 2a. ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall.

Lupala, Z. J. (2009). The impact of participatory forest management on Miombo woodland tree species diversity and local livelihoods-a case study of Bereku Miombo woodland, Babati district, Tanzania. Second cycle, A2E. Uppsala: SLU, Swedish Biodiversity Centre.

Palacios, G., et al. (2015). Spatial Dynamic and Quantification of Deforestation and Degradation in Miombo Forest of Huambo province between 2002-2015. SASSCAL project. Huambo. 182pp.

Quartin, V. L.; Quissindo, I. A. B.; Elizalde, D. (2017). Thirteen (13) years of deforestations in Huambo. In: Helmschrot, J.; Schumann, C.; Knox, N.; Krewenka, K.; Thompson, S. SASSCAL News. June 2017. v. 2, Issue 2. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*. pp. 18-19.

Quissindo, I. A. B.; Quartim, V. L. (2018). Aplicação de sensores multiespectrais para a tipificação de floresta de Miombo no município do Bailundo (Huambo-Angola). XXVIII Encontro da AULP – Lubango, Angola, 18-20 Julho 2018. ISBN: 978-989-8271-19-8.

Ryan, C. M., Pritchard, R., McNicol, I., Owen, M., Fisher, J. A., e Lehmann, C. (2016). Ecosystem services from southern African woodlands and their future under global change. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 371(1703), 2015031.

Sanfilippo, M. (2014). Trinta árvores e arbustos do miombo angolano. Guia de campo para a identificação. ONG COSPE Firenze.

Sangumbe, L. M., e Pereira, E. A. (2014). Recuperación de las áreas degradadas de la formación de miombo. *Revista Forestal Baracoa*, 33(Especial), 566- 573. Obtido em 10/12/2018.

Scholes, R. J., e Biggs, R. A. (2004). Serviços ecossistémicos na África Austral - avaliação regional. No. 33355 Caja 533. CSIR.

Sileshi, G., F. K. Akinnifesi, O. C. Ajayi, S. Chakeredza, M. Kaonga e P. Matakala. (2007). Contributions of agroforestry to ecosystem services in the Miombo ecoregion of eastern and southern Africa. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 1(4): 68-80.

Síntese Curricular dos Autores

Eng. Sérgio Fernando Kussumua: é Engenheiro Florestal pela Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade José Eduardo dos Santos (UJES) - Huambo. Técnico do Laboratório de Sistema de Informação Geográfica e Detecção Remoto (LABSIGDER) e do Centro de Ecologia Tropical e Alterações Climáticas (CETAC), Huambo, Angola.

MSc. Isaú Alfredo Bernardo Quissindo “Josué”: é Engenheiro Florestal pela FCA-UJES - Huambo e Mestre em Sistema de Informação Geográfica, Detecção Remota e Modelos Espaciais aplicados para a Gestão Florestal pela Universidade de Córdoba (Espanha). Docente Assistente na FCA-UJES e Coordenador do LABSIGDER desta mesma instituição, Huambo, Angola.