

Proposta de Actualização da Cartografia Temática Florestal Angolana com Ferramentas SIG *Open Source*

Venâncio Epalanga Caquarta¹, Sérgio Fernando Kussumua²  , Isáú Alfredo B. Quissindo   *³

¹Engenheiro Florestal. Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade José Eduardo dos Santos, Chianga, Huambo-Angola

²Engenheiro Florestal. Especialista em Sistema de Informação Geográfica. Centro de Ecologia Tropical e Alterações Climáticas (CETAC), Huambo, Angola

³Docente e Investigador, Laboratório de Sistemas de Informação Geográfica e Detecção Remota, Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrárias (Chianga), Universidade José Eduardo dos Santos, Huambo, Angola. Autor para correspondência: josuealf.2011@gmail.com

Histórico do Artigo: Submetido em: 19/08/2022 – Revisado em: 13/11/2022 – Aceito em: 31/12/2022

RESUMO

Os ecossistemas florestais e ecorregiões angolanas têm sofrido grande pressão devido ao uso excessivos dos recursos e ocorrência de incêndios, resultando em alteração do uso do solo e crescente taxa de desflorestação; além disso, as áreas e recursos florestais foram pouco estudadas. Esta pesquisa analisou a dinâmica florestal das ecorregiões e ecossistemas angolanos. Primeiro, em ambiente de SIG *open source*, foram digitalizados e georreferenciados mapas temáticos antigos de cariz florestal. Seguidamente, foi analisada a dinâmica florestal entre 2001-2020; estes dados foram relacionados com aqueles para a actualização dos mapas florestais. Por delineamento experimental em blocos casualizados, cada ecossistema e ecorregião foi considerando um bloco heterogéneo, onde foram estudadas: superfície de ocupação (ha), área florestal anual (ha), perda de área florestal anual (ha) e ganho de área florestal anual (ha). A percentagem de cobertura do dossel considerada foi de 10. Os resultados apontam que nos últimos 20 anos, com excepção aos Prados Zambeziano Ocidental e Inundados Zambezianos, as demais ecorregiões registaram perdas consideráveis de área florestal. Entretanto, maiores perdas e ganho de área florestal foram observados no Miombo, no Mosaico de Floresta-Savana Congolese Meridional e na Mata de Baikiaea Zambeziana, devido à grande área coberta por estas ecorregiões. O ano 2013 foi que maior perda de área florestal (12,5%) registou e o ano 2015 foi o período com menor registo de perda (1,2%).

Palavras-chave: Ecossistemas florestais; mapa temático; Angola; SIG.

ABSTRACT

Angolan forest ecosystems and ecoregions have suffered great pressure due to the excessive use of resources and occurrence of fires, resulting in land use change and increasing deforestation rate; moreover, forest areas and resources have been little studied. This research analysed the forest dynamics of Angolan ecoregions and ecosystems. First, in an open source GIS environment, old forest thematic maps were digitised and georeferenced. Then, the forest dynamics between 2001-2020 were analysed; these data were related to those for updating the forest maps. By experimental design in randomized blocks, each ecosystem and ecoregion was considered a heterogeneous block, where the following were studied: occupation surface (ha), annual forest area (ha), annual forest area loss (ha) and annual forest area gain (ha). The percentage of canopy cover considered was 10. The results indicate that in the last 20 years, with the exception of the Western Zambezian Grasslands and Zambezian Floodplains, the other ecoregions have recorded considerable losses of forest area. However, greater losses and gains in forest area were observed in the Miombo, Southern Congolese Forest-Savanna Mosaic and Zambezian Baikiaea Woodlands, due to the large area covered by these ecoregions. The year 2013 recorded the greatest loss of forest area (12.5%) and the year 2015 recorded the least loss (1.2%).

Keywords: Forest ecosystems; thematic map; Angola; GIS.

Caquarta, V.E., Kussumua, S.F., Quissindo, I.A. (2023). Proposta de Actualização da Cartografia Temática Florestal Angolana com Ferramentas SIG *Open Source*. **Meio Ambiente (Brasil)**, v.5, n.1, p.02-20.



Direitos do Autor. A Meio Ambiente (Brasil) utiliza a licença *Creative Commons* - CC Atribuição Não Comercial 4.0 CC-BY-NC.

1. Introdução

A Cartografia é a ciência, a técnica e a arte de produzir e usar mapas. Um bom cartógrafo não pode somente ter um conhecimento científico e técnico, mas também deve desenvolver habilidades artísticas quando se trata de escolher os tipos de linhas, as cores e os textos (Bertin, 2011).

Os mapas jogam um papel fundamental em muitas áreas da ciência e da vida em geral. Nos últimos anos mapas de vegetação têm ganho grande importância, quer no ordenamento do território, quer na gestão de áreas de conservação, ou mesmo para definição de novas áreas de conservação da biodiversidade. Por outro lado, estes mapas também têm uma grande utilidade na compreensão dos diferentes usos da terra pela população humana. Um mapa de vegetação pode ser considerado uma base natural para o levantamento ecológico da paisagem, uma ferramenta para planificação, gestão e uso sustentável dos recursos disponíveis em dada região (Bohre, 2004).

Andrade (2014), diz que os mapas temáticos têm objetivos específicos, como exemplo, mapas de tipos de solos, tipos de vegetação, identificação de árvores para corte e arraste de toras em florestas nativas, identificação de árvores matrizes para seleção genética, definição de traçado de estradas florestais, localização de pátio de toras, identificação de parcelas de inventário em florestas plantadas e nativas e muitos outros objetivos específicos da área florestal.

O conhecimento sobre a distribuição espacial da vegetação e a composição das suas espécies é fundamental para qualquer tipo de gestão de recursos naturais e planeamento de conservação. A vegetação serve de habitat para outros grupos de organismos e é a fonte de energia de um ecossistema. Como tal, integra muitos processos ecológicos e reflete padrões de topografia, geologia, solo, hidrologia e clima. Assim sendo, a classificação da vegetação é a forma ideal de obter uma imagem agregada da paisagem e das suas comunidades ecológicas (Revermann, 2001).

A primeira Carta fitogeográfica de Angola, lançada em 1939, por John Gossweiler com a colaboração de Francisco d'Ascensão Mendonça, continha 19 manchas principais e 26 manchas secundárias. O trabalho mais relevante e o último desenvolvido neste campo é a Carta fitogeográfica de Angola, de Luís Manuel Duarte Grandvaux Barbosa, onde se distinguem 32 manchas principais, subdivididas em várias manchas secundárias (Barbosa, 1970).

A constante alteração da superfície terrestre pelo homem tem exigido informação cada vez mais detalhada e contínua, para uma boa gestão da sustentabilidade dos ecossistemas. Angola, como o restante continente Africano, tem sentido estas alterações que podem afetar os recursos naturais, como a água potável, a qualidade do ar e a estabilidade do clima, com reflexos nas condições de vida humana (Amaral, 2008).

Segundo Santos et al. (2012), que afirmam que a paisagem natural historicamente vem se modificando constantemente com a intervenção do homem, deixando de ser uma paisagem natural e passando a ser transformada, atendendo aos ideais humanos de cada sociedade. O uso mais adequado de um lugar depende das seguintes informações, a localização e tamanho da propriedade, disponibilidade e localização de recursos, habilidades e conveniências do proprietário.

Assim sendo, é urgentemente necessário um levantamento da vegetação com base em dados quantitativos, de nível parcelar. Recorrendo também a dados de detecção remota e ferramentas de modelação ecológica, poderá ser produzido um mapa preciso da vegetação que atenda de igual modo as necessidades de conservacionistas e cientistas. Portanto, o presente artigo teve por objectivo actualizar os mapas temáticos das ecorregiões e ecossistemas angolanos.

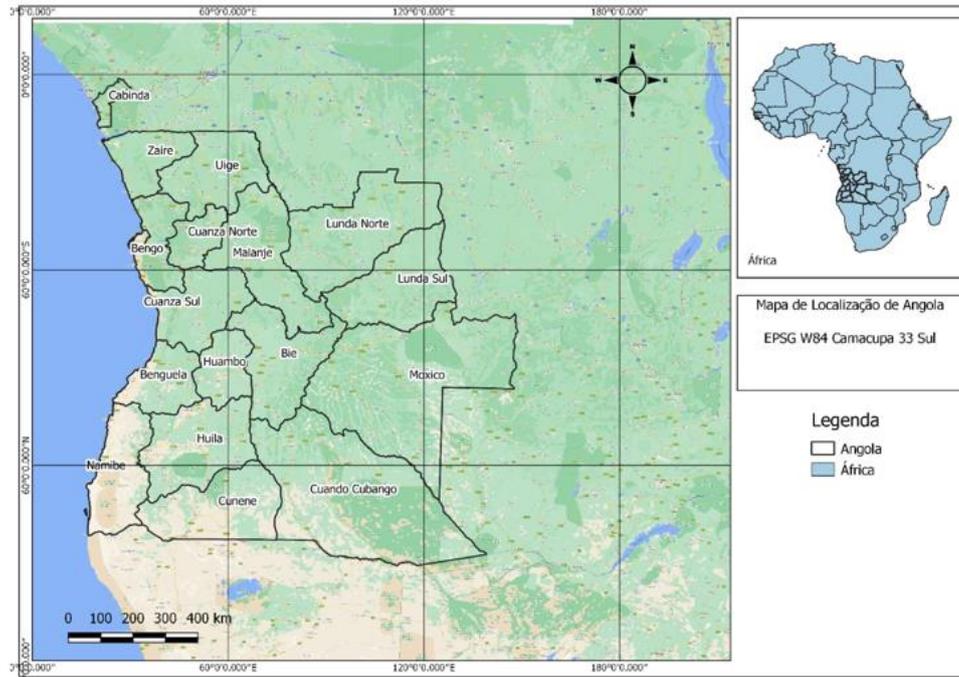
2. Material e Métodos

2.1 Caracterização da área de estudo

O estudo realizou-se nos ecossistemas florestais angolanos. Sendo um grande País de 1 246 700 km² na costa Sudoeste de África, Angola é aproximadamente quadrada, situando-se entre os 4° 22' e 18° 02' de

latitude Sul e os 11° 41' e 24° 05' de longitude Leste. Angola situa-se na parte Ocidental da África Austral e ocupa uma área de 1.246.700 Km². Faz fronteira com a República do Congo, República Democrática do Congo, República da Zâmbia, República da Namíbia e com o Oceano Atlântico (MINUA, 2006). Apresenta uma costa marítima de 1650 Km de extensão e as suas fronteiras terrestres correspondem a um total de 4837 Km (Huntley et al., 2019). Ver mapa de Angola na figura 1.

Figura 1. Localização da área de estudo



Fonte: Autores (2022)

O clima angolano é fortemente influenciado pela latitude (de 6° a 18°), a altitude, a proximidade ao mar, a orografia, a corrente fria de Benguela e as bacias hidrográficas do Zaire, Zambeze, Cuanza, Cubango, Cuando e Cunene (Moreira, 2006). É um País marcado por duas estações distintas: a estação das chuvas, húmida e quente, de Setembro a Abril, e a estação do cacimbo, seca e fria, normalmente de Maio a Agosto (Huntley et al., 2019).

Os sistemas fluviais angolanos dividem-se em duas categorias. A primeira e constituída pelos rios costeiros que drenam as terras altas centrais e ocidentais e correm rapidamente para Oeste, onde penetraram a escarpa íngreme até ao oceano Atlântico. Estes rios costeiros são, na sua maioria, curtos, extremamente corrosivos e transportam um elevado volume de sedimentos (Skelton, 2019).

A conservação dos sistemas fluviais angolanos é de grande importância, visto que estes alimentam duas zonas húmidas (Okavango e Etosha) de importância global, bem como a ainda pouco investigada planície aluvial de Buluzi no Moxico. Esta é possivelmente a maior planície aluvial efémera em África com 800 km de Norte a Sul e 200 km de leste a Oeste, abrangendo a fronteira Angola/Zâmbia (Mendelsohn e Weber, 2015).

Segundo Mateus et al. (2019) apresentam um mapa e perfil estratigráfico da geologia angolana que resume as principais características geológicas do País. A predominância de uma ampla faixa de sistemas pré-câmbricos ao longo da margem ocidental do País, com sistemas cenozoicos a ocupar a maior parte da metade oriental, é impressionante. Mais de três quartos de Angola estão cobertos por dois grupos principais de solos, os arenossolos e os ferralsolos – uma percepção que constitui uma introdução essencial a edafologia angolana. Por uma questão de simplicidade, os solos serão descritos com referência ao seu substrato geológico

Angola situa-se entre e em duas grandes regiões biogeográficas terrestres: as florestas e savanas húmidas da região congolosa; e as matas, savanas e planícies aluviais da região zambeziana. Estas duas principais divisões ocupam mais de 97% de Angola. As florestas de galeria e de escarpa com afinidades congolosas penetram para Sul nas savanas e matas zambezianas do planalto angolano ao longo de afluentes profundamente incisos da bacia do Congo, e formam uma cadeia quebrada de florestas a Sul ao longo da escarpa ocidental (Huntley et al., 2019).

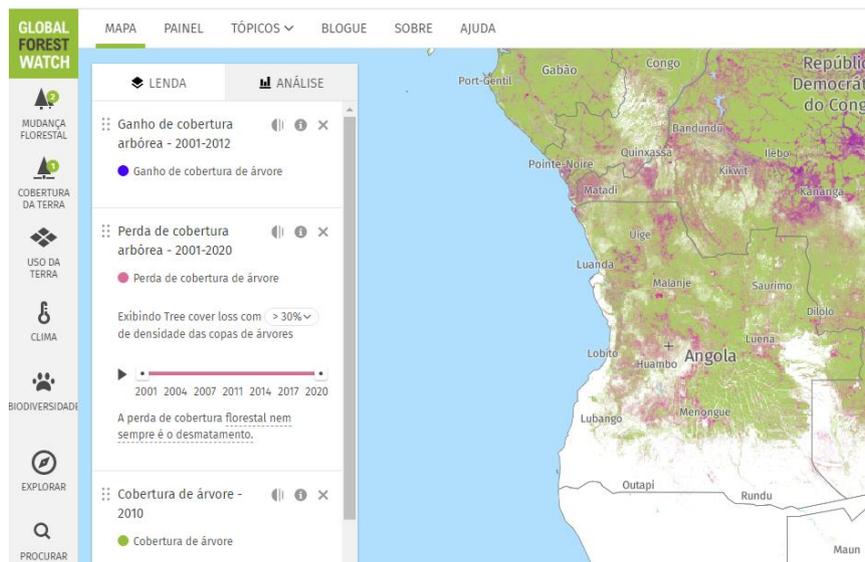
No Sul, as extensas matas de Miombo de *Brachystegia/Julbernardia* ocupam a maior parte da transição central de Angola para as savanas e matas de *Baikiaea/Guibourtia/Burkea*. No Sudoeste, encontram-se as áridas savanas de *Acacia/Commiphora/Colophospermum*, as savanas arbustivas anãs e o deserto da região de Karoo-Namibe, penetrando para Norte ao longo das terras baixas costeiras até Cabinda. Os menores centros de endemismo botânico de África as florestas afromontanas de *Podocarpus* e os prados de montanha – são representados por manchas-reliquia extremamente restritas nas montanhas das terras altas de Benguela, Huambo e Huíla (Huntley et al., 2019).

2.2. Coleta de dados e metodologia

Como primeiro passo para aquisição de dados, fez-se recurso ao método de bibliometria com vista a colecionar o máximo de dados cartográficos e informação correlata dos biomas florestais angolanos de onde se coletou o Mapa analógico de ecorregiões de Angola segundo Burgess et al. (2004) e o Mapa analógico da distribuição dos ecossistemas florestais angolanos apresentados por Monteiro et al. (2014).

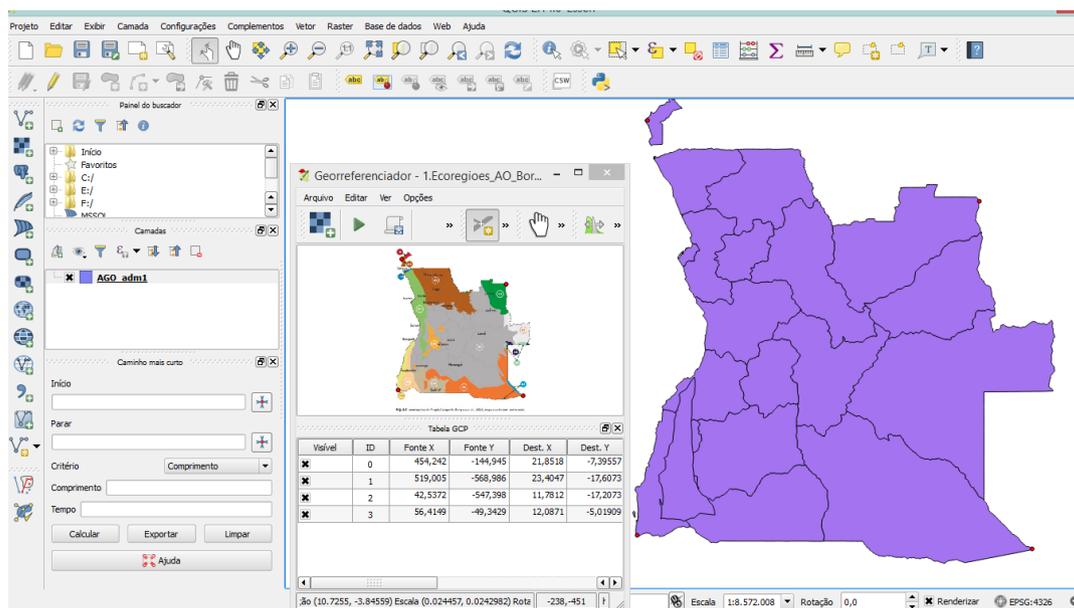
Para análise da dinâmica florestal dos ecossistemas florestais angolanos, no período compreendido entre 2001 e 2020 foi utilizada a plataforma Global Forest Watch (figura 2) e, paralelamente para o mesmo fim, as imagens Landsat 4 e Landsat 8 TM processadas no Google Earth Engine.

Figura 2. Processo de análise da dinâmica Florestal no Global Forest Watch



Fonte: Autores (2022)

Seguidamente, foi feita a digitalização das diferentes unidades que constituem as ecorregiões, tipos e biomas florestais. Durante a digitalização, foram activadas as funções correção topológica no Quantum Gis versão 2.18 (figura 3) e visualização de imagens no solo no Google Earth Pro com vista a obtenção de maior precisão dos resultados.

Figura 3. Processo de georreferenciação e digitalização do mapa de ecorregiões de Angola no QGIS versão 2.18

Fonte: Autores (2022)

Conforme a metodologia deste estudo, para a primeira parte, foi utilizado o software Quantum Gis, onde se fez a georreferenciação das imagens raster das ecorregiões e Biomas angolanos, conforme a figura 3, que ilustra a etapa de digitalização das áreas de ecorregiões angolana e a estimativa da área e superfície das mesmas.

2.2.1. Procedimentos de trabalho

A investigação foi uma conjugação entre a pesquisa exploratória e quantitativa. Na mesma, foram utilizados os seguintes materiais e recursos:

- Mapa analógico de ecorregiões de Angola segundo Burgess et al. (2004);
- Mapa analógico da distribuição dos ecossistemas florestais angolanos apresentados por Monteiro et al. (2007);
- Softwares de geoprocessamento: *Quantum Gis* versão 2.18 e *Google Earth Pro*.
- Plataformas digitais: *Global Forest Watch* e *Google Earth Engine*;
- Dados geoespaciais: imagens *Landsat 4* e *Landsat 8 TM* com resolução espacial de 30 metros, além de dados de cobertura do solo (CCI LAND COVER - S2 PROTOTYPE LAND COVER 20M MAP OF AFRICA 2016) da Agência Espacial Europeia.

A estimativa aproximada e actual da área florestal de cada ecorregião, tipo de floresta e bioma foi através do cruzamento dos dados de uso do solo da Agência Espacial Europeia e das três etapas descritas anteriormente, nomeadamente etapa de digitalização, etapa de georreferenciação e etapa de análise da dinâmica florestal e tratamento digital de imagens.

Do ponto de vista estatístico, os dados temáticos (número de unidade florestal, área de cada unidade florestal e variáveis como ganho e perda de área florestal) foram tabulados e analisados no Excel do pacote Microsoft Office.

Assim, o delineamento experimental que conduziu este estudo foi em blocos casualizados, considerando que cada tipo de floresta ou bioma representará um bloco heterogêneo de acordo com as suas características

da flora, fauna, geografia, hidrografia, população e práticas socioeconômicas de cada população. No entanto, pela natureza do estudo, este delineamento experimental foi utilizado por apresentar a vantagem de permitir dividir a área de estudo em diferentes blocos, onde cada um apresenta uma superfície diferente e características de vegetação reactivamente diferente uma da outra (Ndjamba e Quissindo 2021).

Os blocos permitiram ainda a análise da dinâmica da vegetação na plataforma *Global Forest Watch* e, posteriormente, a comparação das variáveis estudadas. Nesta análise as variáveis consideradas foram: área florestal anual (ha), perda de área florestal anual (ha) e ganho de área florestal anual (ha) de cada ecossistema e ecorregião. Durante esta análise, para a obtenção da informação da área de todos os extratos florestais (arbóreo e arbustivo) a percentagem de cobertura do dossel que foi considerada é de 10; esta selecção baseou-se em estudos feitos preliminarmente em estudos comparativos da área florestal em Angola de acordo com a cobertura de dossel (Quartin et al., 2017; Kussumua; Dala et al., 2018; Quissindo, 2020).

Finalmente, como via de caracterizar os ecossistemas em estudos tendo em conta o tipo de vegetação que ocorre, entre arbórea e arbustiva, foi feito um cruzamento dos dados de uso do solo considerando apenas as duas classes de uso do solo supracitadas.

3. Resultados e Discussão

3.1. Análise da dinâmica florestal nos ecossistemas florestais angolanos entre 2001-2020

Os dados de dinâmica de solo nas áreas de meio ambiente são de suma importância para diferentes análises. Cerqueira et al., (2003), consideram que as análises espaciais se constituem na chave para a resolução de problemas na gestão do ambiente, principalmente se o usuário poder sintetizar e exibir dados espaciais de muitas maneiras, bem como, combinar múltiplos temas para descobrir suas relações espaciais.

Uma forma confiável de medir o grau de conversão ambiental antropogênica é através do estudo da dinâmica espaço-temporal da cobertura vegetal (Halmy et al., 2015). Os estudos de mudança de uso da terra são muito úteis para este fim, pois permitem conhecer as modificações na cobertura natural devido ao uso humano, bem como a distribuição e aumento (ou diminuição) das terras dedicadas a atividades antrópicas, sejam elas produtivas ou como assentamentos Humanos. Esclarecer as mudanças no uso das diferentes superfícies nos permite chegar a conclusões válidas sobre os processos atuais das atividades socioeconômicas e seus impactos, tanto individual quanto globalmente (Priego et al., 2004; Tran et al., 2017).

Sendo que a análise da dinâmica florestal é demonstrar como a floresta está sendo explorada de acordo as acções antrópicas. A análise feita mostrou que o ganho de área florestal se manteve constante (3.190 hectares) no período em estudo. Entretanto, a perda de área florestal mostrou-se variável com uma taxa média de 3.720 hectares (tabela 1), foi possível também constatar que a cobertura média da área florestal durante o período, foi de 97.293.749,5 hectares.

É notável que os valores apresentados por esta plataforma são superiores se comparados aos dados obtidos do Inventário Florestal Nacional que, em 2017, apontavam para cerca de 69.300.000 ha de área florestal, apesar da redução de área florestal em Angola. A resolução espacial de 30 metros das imagens Landsat utilizadas na plataforma *Global Forest Watch* explicam esta diferença, além de os inventários tradicionais considerarem, muitas vezes, o extrato arbóreo para fins madeireiro e as estimativas baseadas em dados de detecção remota analisarem os diferentes extratos arbóreos e arbustivos para fins madeireiros e não só.

Entretanto, outro aspecto a ter em conta é que os dados baseados no Sentinel 2A da ESA distinguem outras classes de vegetação (pastos, herbáceas e arbustos). No caso de estudo feito por Quissindo e Quartim (2018) revelam que os dados disponibilizados na plataforma *Global Forest Watch* agrupam todas aquelas classes como espaço de vegetação. Entretanto, este último apresenta a informação em escala temporal, enquanto aquele apenas em alguns anos.

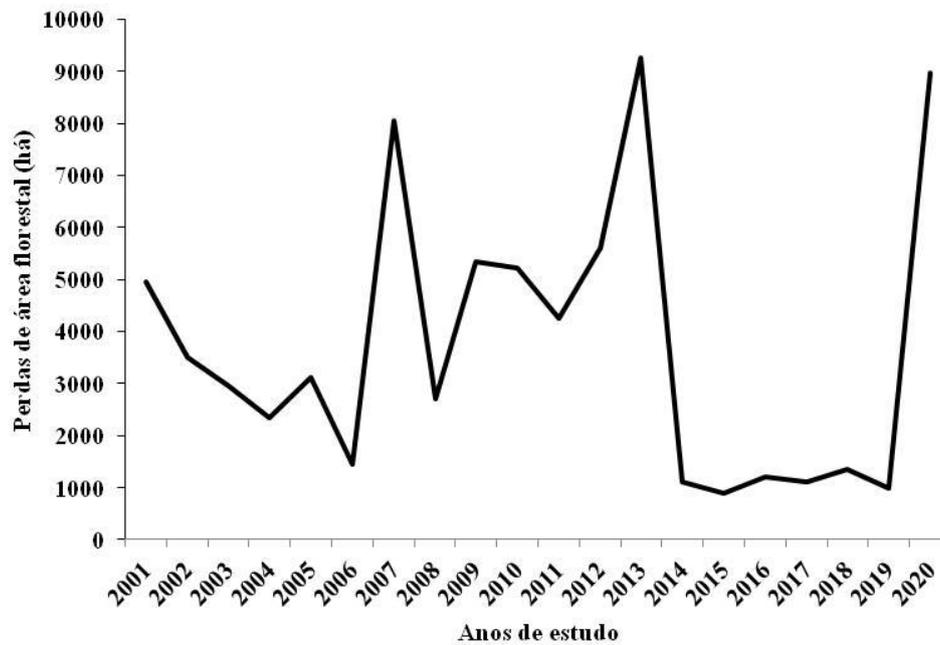
Tabela 1. Dados sobre dinâmica florestal em Angola entre 2001-2020

Ano	Ganho de área florestal		Perda de área florestal		Cobertura Florestal
	Hectares	%	hectares	%	Hectares
2001	3.190	5	4.960	6,6667	97.300.000
2002	3.190	5	3.500	4,7043	97.298.230
2003	3.190	5	2.960	3,9785	97.297.920
2004	3.190	5	2.350	3,1586	97.298.150
2005	3.190	5	3.110	4,1801	97.298.990
2006	3.190	5	1.440	1,9355	97.299.070
2007	3.190	5	8.060	10,8333	97.300.820
2008	3.190	5	2.700	3,6290	97.295.950
2009	3.190	5	5.340	7,1774	97.296.440
2010	3.190	5	5.230	7,0296	97.294.290
2011	3.190	5	4.260	5,7258	97.292.250
2012	3.190	5	5.600	7,5269	97.291.180
2013	3.190	5	9.260	12,4462	97.288.770
2014	3.190	5	1.100	1,4785	97.282.700
2015	3.190	5	900	1,2097	97.284.790
2016	3.190	5	1.200	1,6129	97.287.080
2017	3.190	5	1.120	1,5054	97.289.070
2018	3.190	5	1.350	1,8145	97.291.140
2019	3.190	5	1.000	1,3441	97.292.980
2020	3.190	5	8.960	12,0430	97.295.170
TOTAL	63.800	100	74.400	100	1.945.874.990
MÉDIA	3190	5	3720	5	97.293.749,5

Fonte: Autores (2022)

Mas quando a análise é feita ao nível de dados de uso do solo de maior resolução espacial (10 metros), torna-se assim possível perceber que, 77,6% do território nacional é coberto de florestas, esses dados são similares com os resultados preliminares do Inventário Florestal Nacional divulgados em 2017, onde a superfície florestal de Angola encontrada foi de 55,6% do território e há outros 20,7% do território eram ocupados por outras terras arborizadas, totalizando assim 76,2%.

Assim, a perda de área florestal mostrou-se variável (figura 4), sendo que o houve maior perda no ano de 2013 com 12,5% (9260 hectares), esses resultados são influenciados ao facto que apenas 8% da população tinha acesso à eletricidade e, não obstante, a economia ser rica em petróleo, o uso doméstico de gás natural liquefeito era mínimo. O carvão vegetal não era apenas a principal fonte de energia doméstica, substituiu também a produção alimentar como uma cultura de rendimento em algumas áreas rurais - dependendo até 50% da população rural da produção do carvão vegetal para a sua subsistência, uma vez que os camponeses pobres trocam a produção alimentar de subsistência pelo carvão vegetal como uma cultura de rendimento. Entretanto, a menor perda registada foi no ano de 2015 com uma taxa de perda entorno de 1,2% (900 hectares), neste sentido, com base nos dados da plataforma *Global Forest Watch*, a taxa anual de perda florestal é de 3.720 hectares que correspondem a 0,4%, ou seja, por mês perdem-se 124 hectares desta área florestal e 10,2 hectares são perdidos por dia em todo país.

Figura 4. Perda de área florestal em Angola entre 2001-2020

Fonte: Autores (2022)

Essa taxa é relativamente superior, ou seja, corresponde ao dobro identificado no período de 1990-2000 (0,2%), merecendo, portanto, atenção de modo se controlar a redução da área florestal e do potencial madeireiro (p.ex. através do aumento da produtividade agrícola); principalmente por essa dinâmica ser contrária à encontrada no mundo onde a taxa mundial de desflorestação caiu de 0,18% em 1990 para 0,08% entre 2010 e 2015 (MINAGRI/IDF, 2017). Entretanto, a taxa encontrada do presente trabalho, é inferior à taxa de desflorestação encontrada pelo IFN (2017) que foi de 0,8% no período de 2000 a 2015, representando uma perda anual de aproximadamente 520.000 hectares de floresta.

A maioria das florestas africanas estão ameaçadas pelo arroteamento (para a agricultura e o povoamento), pelo abate ilegal, pela extração da madeira como combustível e para a produção de carvão de madeira e pelos fogos de mata incontrolados, revelam os documentos (FAO, 2002). Entre outras causas da perda de florestas, em países como Angola, República Democrática do Congo e Serra Leoa, a instabilidade política e guerras contribuíram mais ainda para a desflorestação. A derrubada de florestas implica em impactos económicos negativos porque há uma perda de oportunidades futuras de exportação, de receita gerada com turismo e de opções de desenvolvimento farmacêutico (Nema et al., 2002).

O uso incontrolado de madeira para fins comerciais e para combustível pelas populações rurais e urbanas levou à desflorestação em florestas-chave do país, resultando em perdas de espécies, e no final de contas ao empobrecimento das comunidades humanas locais. A perda de serviços de ecossistema tais como reduzida produção da água nas captações, e elevados débitos sólidos e acrescida vulnerabilidade às cheias estão entre as consequências directas do problema da desflorestação (PNUD, 2012).

O impacto da sobre-exploração das florestas para abate de madeira, e particularmente produção de carvão vegetal, atingiu proporções graves, e em muitas áreas levou a graves problemas de erosão do solo e degradação dos solos. Mais de 80% da energia doméstica global consumida em Angola provém da biomassa da madeira. O cultivo de floresta, desde a era colonial, cobre uma área de 148 000 ha, principalmente ao longo dos caminhos-de-ferro de Benguela, estando a maioria num estado avançado de negligência e afectados por

danos causados pelo incêndio. As estimativas da desflorestação indicam uma taxa rapidamente crescente de perda de floresta desde 2002. As taxas de transformação da floresta e matagal estão estimadas em mais de 150 000 ha por ano – entre 0,9% a 1% - da cobertura florestal por ano. As imagens de satélite reflectem o alargamento dos círculos de desflorestação em todas as áreas urbanas de Angola, e em todas as faixas largas do interior rural, especialmente nas áreas com elevada densidade populacional das províncias de Huambo, Bié e Huíla (PNUD, 2012).

As perdas de floresta são de longe as alterações mais óbvias e evidentes em Angola. Muitas dela devem-se ao desmatamento para a agricultura de pequena escala em especial para culturas de sequeiro e para uma agricultura comercial de grande escala (incluindo áreas relativamente pequenas de plantações de árvores exóticas). Outras perdas resultaram da recolha de carvão vegetal, de combustível sob a forma de lenha, da produção de madeira (tanto para usos comerciais como domésticos) e de queimadas florestais descontroladas. Em menor escala, faixas de floresta ribeirinha foram eliminadas para permitir aos mineiros o acesso aos diamantes aluviais nos rios da Lunda Norte. Como resultado de todas estas perdas, grandes áreas de floresta e savana são agora prados ou savanas arbustivas (Palacios et al., 2015; Mendelsohn, 2018).

Por exemplo, a maior parte do Huambo e o planalto central de Angola eram originalmente arborizados, e 78,4% da província do Huambo encontrava-se coberta por mata de miombo em 2002. Em 13 anos, este número desceu para 48,3% em 2015, representando uma perda de cerca de 1.265 milhões de hectares, dos quais 63,2% correspondem a floresta convertida em terra cultivada (Palacios et al., 2015; Quartín et al., 2017). Outras perdas semelhantes foram relatadas por Schneibel et al. (2013), no Oeste do Cuando Cubango, leste da Huíla e leste do Huambo, bem como noutros locais da Huíla e da bacia do Cuvelai no Cunene (Mendelsohn, 2018).

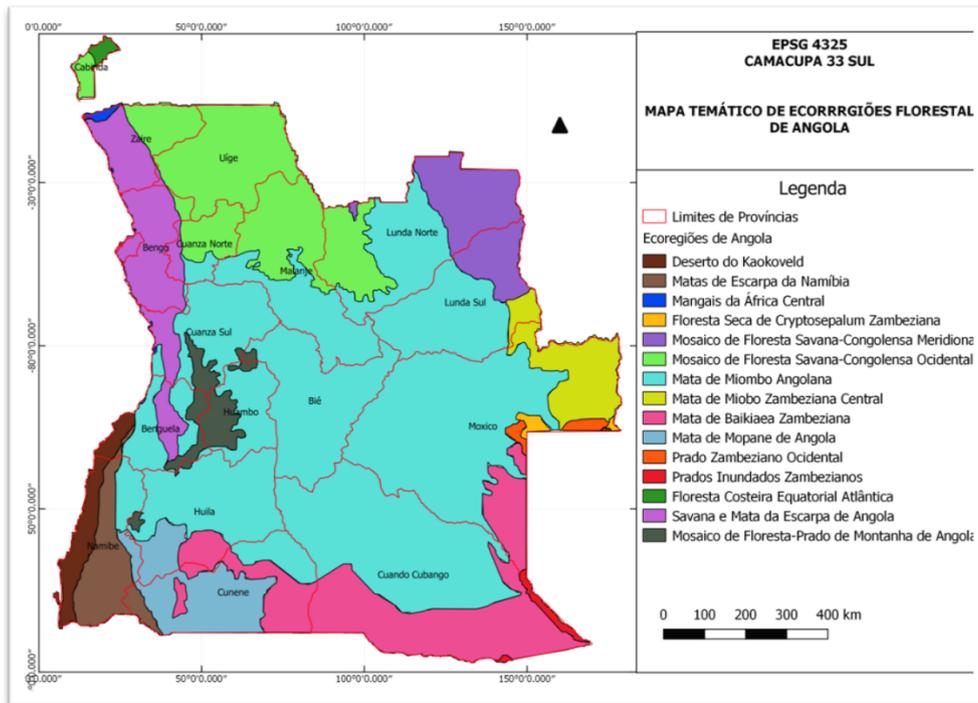
Estudo feito por Kussumua e Quissindo (2020), mostra ter havido uma redução da área florestal do Miombo Angolano na ordem dos 22% entre os anos 2001 a 2018. Neste estudo os anos com maior perda de cobertura florestal foram os de 2009, 2010, 2016, 2017 e 2018. Neste sentido, com base nos dados da plataforma 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. Sendo que o estudo realizado por Kussumua e Quissindo (2020), foi em uma área com menor escala espacial e um período com menor escala temporal, pôs, pode-se afirmar que os resultados do presente estudo apoiam com os destes autores que, anteriormente, estudaram a floresta de Miombo.

3.2. *Mapas temáticos de cariz florestal de Angola digitalizados e georreferenciados*

- Ecorregiões florestais em Angola (actualização)

Como um dos produtos e resultados deste estudo, foi actualizado e elaborado um mapa temático de ecorregiões florestais (figura 5), para perceber a sua distribuição em Angola.

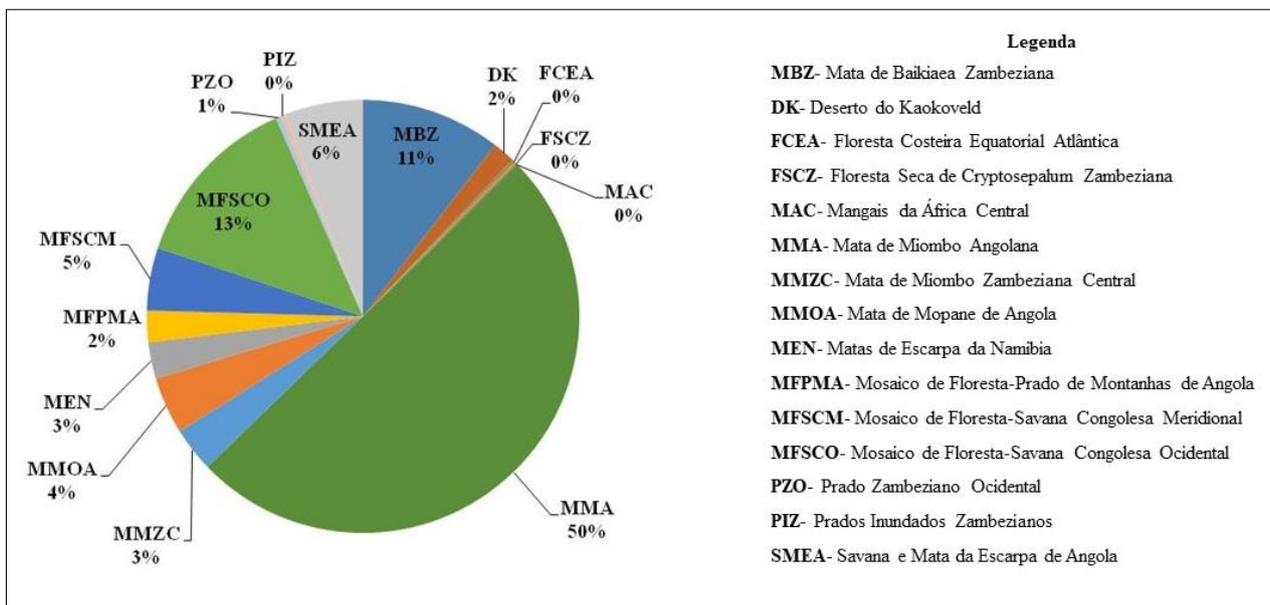
Figura 5. Mapa temático atualizado das Ecorregiões de Angola



Fonte: Autores (2022)

A determinação da área coberta por cada ecorregião (figura 6) constitui um resultado muito importante na atualização das mesmas, sendo que em comparação com o mapa anterior já elaborado por Burgess et al. (2004), não dispõe desta informação.

Figura 6. Superfície da cobertura das ecorregiões de Angola



Fonte: Autores (2022)

Em conformidade com a figura anterior, entende-se que a mata de Miombo angolana ocupa 50% do território nacional com uma superfície de 4.870.637.242,2 hectares, sendo assim a maior ecorregião das 15 que possui Angola, seguidamente o Mosaico de Floresta-Savana Congoleza Ocidental e a Mata de Baikiaea Zambeziana com 13% e 11% respectivamente. Enquanto a Floresta Costeira Equatorial Atlântica, a Floresta Seca de *Cryptosepalum* Zambeziana, Mangais da África Central e os Prados Inundados Zambezianos apresentam-se como as ecorregiões com menor cobertura no País, todas representando menos de 1% do território nacional.

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, que segundo Campbell et al. (1996); Sanfilippo (2014) denota uma ou mais espécies do gênero *Brachystegia*, *Julbernardia*, e *Isoberlina* como sendo as mais abundantes da região.

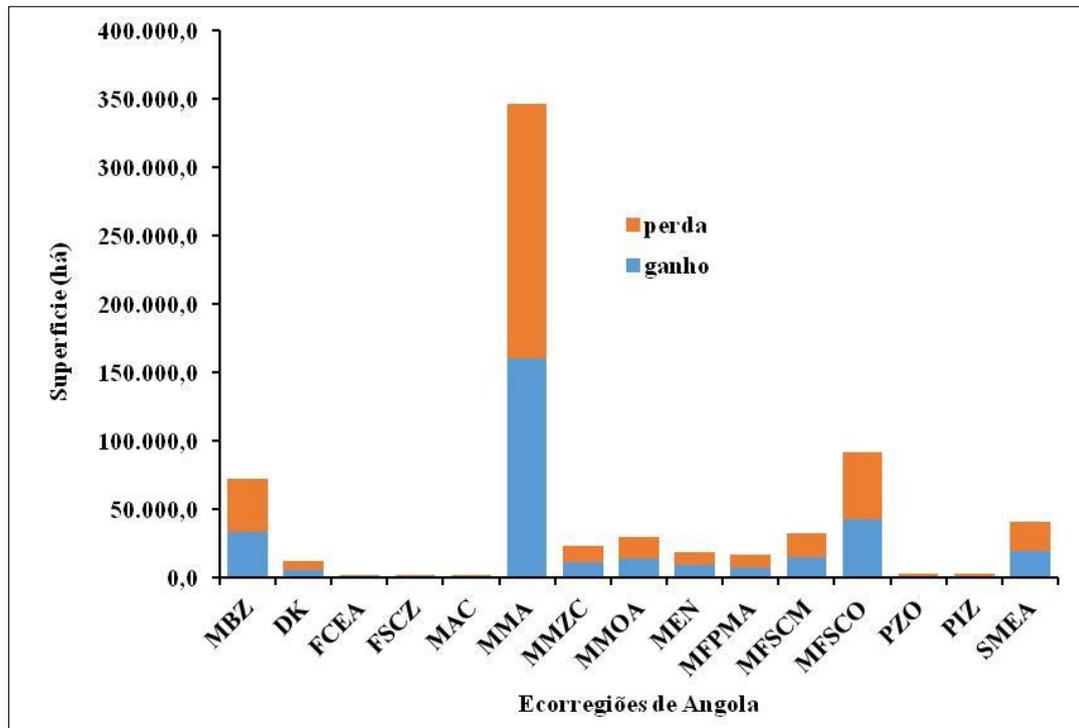
O Miombo é a vegetação caracterizada pelo predomínio de árvores dos gêneros *Brachystegia*, *Isoberlinia* e *Julbernardia*, no centro e na zona austral de África. Tem uma extensão de 3,8 milhões km², abrangendo África do Sul, Angola, Botsuana, Burundi, Malawi, Moçambique, Namíbia, República Democrática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

Para Romero (2014), a floresta aberta do Miombo ocupa cerca de 45,2% da superfície florestal total, dispersando-se por várias zonas do País incluindo as Províncias da Huíla, Cuando-Cubango, Moxico, Benguela e Cuanza Sul, apresenta inúmeras associações dominantes e de média produtividade de madeira comercial. Mas detém um alto valor social em combustível lenhoso, produtos alimentares, e plantas medicinais.

Para o mesmo autor, florestas com características densa húmida, de alta produtividade correspondente a cerca de 2% da área florestal total reveste o relevo acidentado da aba atlântica, desde Cabinda até o rio Balombo, com acentuada expressão no Alto Maiombe (a Norte de Cabinda) e nos Dembos (triângulo constituído pelas províncias do Uige, Bengo e Kwanza-Norte) composição florística muito variada, com diversos estratos arbóreos mais elevados.

A Savana Seca, com árvores e arbustos que ocupa cerca de 24,2% da superfície total, estendendo-se principalmente nas Províncias do Litoral e algumas do Interior é um tipo de floresta de baixa produtividade em madeira comercial. Mas possui um valor médio de combustível lenhoso, produtos não lenhosos para alimentação e medicinais. As restantes formações florestais são de baixa produtividade, constituídas por Prados chanas e anharas formações herbáceas das superfícies inundáveis, como os Mangais que ocupa (5,3%), Estepes da faixa Litoral subdesértica que ocupa, (3%) e as formações vegetais do deserto.

Analisando a figura 13, compreende-se que ocorre maior perda a área de todas as ecorregiões do que ganho, quer dizer, a perdem-se aproximadamente o dobro do que se ganha, esses dados são ligeiramente assombrosos tendo em conta a grande importância destas.

Figura 7. Perda e ganho das ecorregiões de Angola

Fonte: Autores (2022)

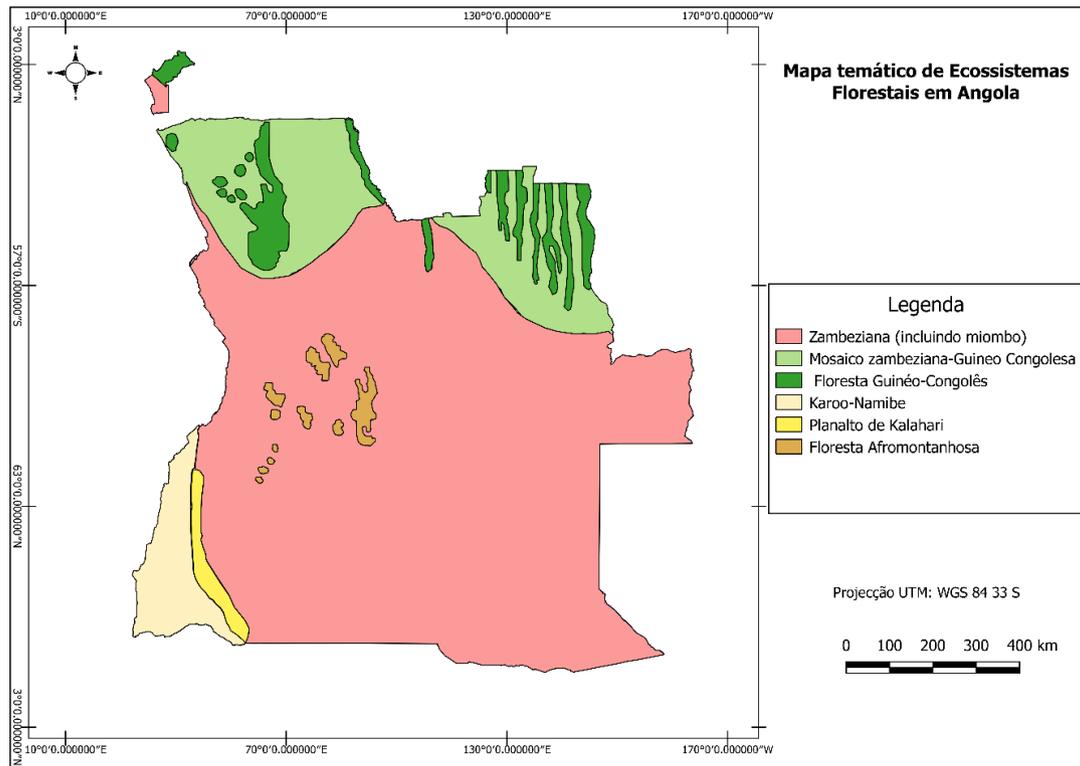
Relativamente às alterações da cobertura florestal vários autores têm se pronunciado sobre os efeitos das mesmas nas massas florestais das ecorregiões tais como: Sanfilippo (2014), quem considera que a pressão antrópica sobre o ecossistema do Miombo é atribuível principalmente a falta de alternativa de geração de receitas. Assim, deve-se promover o uso sustentável destes recursos quer por madeireiros, quer por não madeireiros.

De acordo com Sangumbe (2014), a crescente pressão exercida pelo homem à floresta do Miombo com a finalidade de obter lenha e certas matérias-primas para a construção de residências rústicas, a produção não sustentável de carvão, são factores que contribuíram grandemente para a degradação de várias zonas do Miombo. A nível global, o Miombo representa um importante repositório de carbono e uma fonte potencial tanto de energia renovável (através da indústria sustentável de carvão) quanto de armazenamento de carbono (através do aumento da biomassa acima do solo). Pelo menos 80% da população da região - tanto rural quanto urbana se beneficia de bens e serviços das florestas de Miombo (Malimbwi et al., 2010).

3.3. *Ecossistemas florestais em Angola (actualização)*

O mapa de ecossistemas florestais em Angola ilustra a distribuição dos mesmos no território nacional (figura 8). Com base em Burgess et al. (2004), Angola tem não só a maior diversidade de biomas, como também a segunda maior representação de diversidade ecorregional em África.

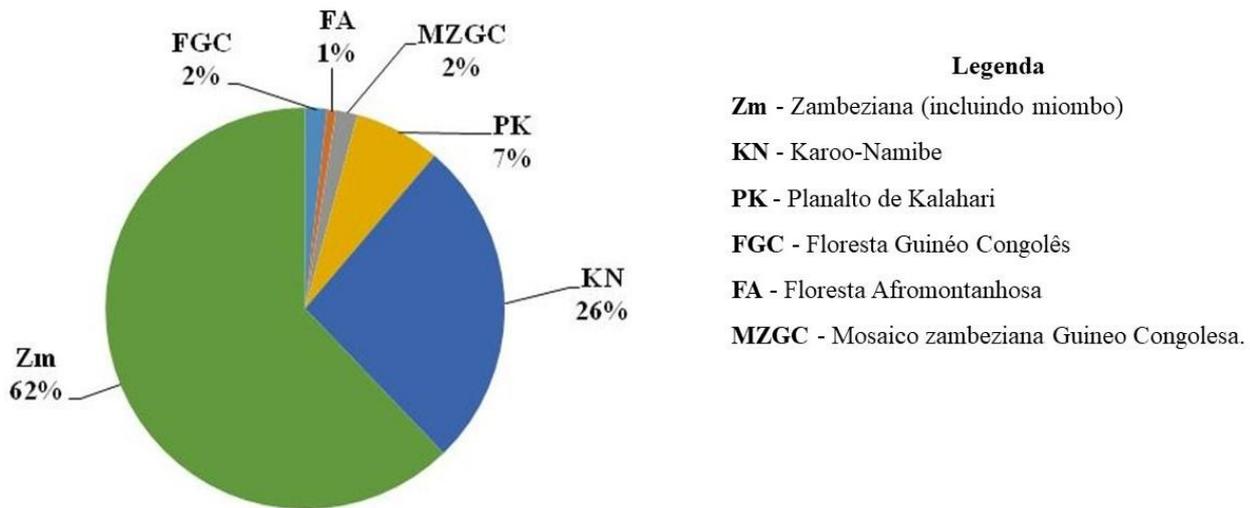
Figura 8. Mapa temático atualizado de ecossistemas florestais em Angola



Fonte: Autores (2022)

Esses Ecossistemas, segundo o MINUA (2006), são unidades funcionais onde os componentes bióticos (fauna e flora) e o meio físico (ar, água e solo) interagem numa multiplicidade de processos ecológicos, cujo conhecimento é fundamental para a sua conservação. O mapeamento dos ecossistemas de Angola tomou como referência as suas relevâncias sociais, ambientais e económicas.

De acordo ao mapa dos ecossistemas florestais em Angola, foi possível conhecer as áreas ocupadas pelos mesmos dentro do território angolano, assim sendo a Floresta Guiné Congolesa ocupa uma área de 345.084,1 ha, Floresta Afromontanhosa de 142.845,85 ha, Mosaico zambeziana Guiné Congolesa de 342.017,486 ha, Planalto de Kalahari de 1.379.395,4 ha, Karoo-Namibe de 5.252.634,93 ha e Zambeziana (incluindo miombo) 12.262.259 ha. A figura 9 apresenta a comparação da superfície ocupada por cada um dos ecossistemas florestais angolanos, com base no mapa da figura 8.

Figura 9. Superfície da cobertura dos ecossistemas de Angola

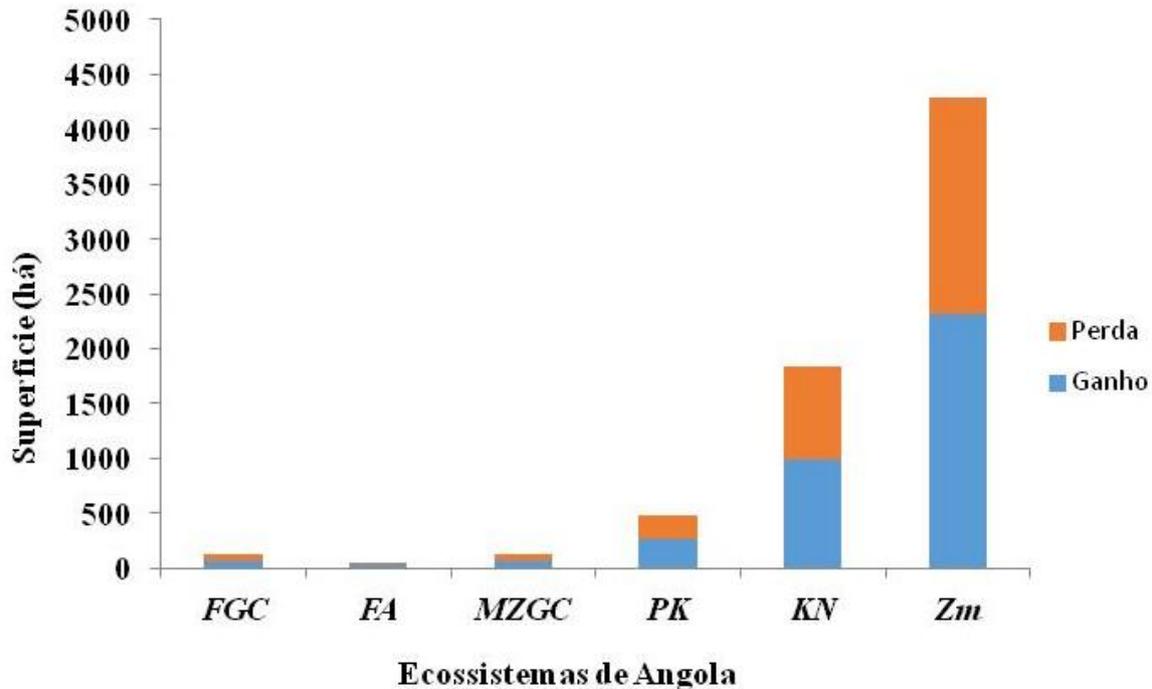
Fonte: Autores (2022)

Conforme a figura anterior, o ecossistema que maior é representado é o Zambeziano (incluindo miombo), ocupando uma área 62% da superfície do território nacional, seguido do Karoo-Namibe ocupando os 26%, sendo que a Floresta Afromontanhosa ocupa a menor porção do território ocupando apenas 1%. De acordo com o MINUA (2006), o bioma Zambeziaco ocupa uma vasta área do território nacional cobrindo mais de 80% da área superficial. Este mesmo ecossistema está inserido o miombo de *Brachystegia* que ocupam 47% do País. O ecossistema Guinéu-Congolês em que se inseri a floresta de Maiombe faz parte do bioma Guinéu-Congolês e cobre cerca de 2.000 km².

As florestas Afro-montanas de Angola ocupam uma área aproximadamente de 4%, possuem um enorme interesse biogeográfico já que representam as únicas florestas húmidas temperadas remanescentes, que antes se distribuíam de forma mais ampla na África sub-Sahariana. Hoje essas formações estão representadas em Angola como manchas isoladas nas encostas protegidas das montanhas das províncias de Huambo, Benguela, Kwanza Sul e Huíla e incluem três ecossistemas únicos (floresta afromontana, a savana de Protea e a pradaria da montanha). Uma das mais importantes áreas Afromontanas ocorre no Monte Môco na Província do Huambo e requer medidas especiais de conservação.

A região do Karoo-Namibe ocupa cerca de 8% do território nacional, é um centro regional de endemismo e apresenta um clima árido com estações secas prolongadas. A planta endêmica *Welwitschia mirabilis* é comum nestes substratos.

Por fim, o bioma de Savana Mosaico da Floresta Guinéu-Congolesa ocupa uma área aproximadamente de 51.911 km² preenchidos por uma formação de Savana com arbustos em que predomina a *Hiparrhenia*, *Andropogon*, *Trachypogon* e *Cordatia* e de árvores da espécie de *Strichnos*, *Erythrina*, *Cussonia*, *Piliostigma* e *Combretum*. A figura 10 apresenta análise da dinâmica florestal (ganho e perda de área de floresta) nos ecossistemas terrestres angolanos em estudos.

Figura 10. Ganho e perda de área florestal nos ecossistemas em estudo

Fonte: Autores (2022)

Torna-se claro na figura 10 que durante o período de estudo, o ecossistema maior representado é o Zambeziano que conseqüentemente sofreu mais perda, é possível perceber que em todos ecossistemas a taxa média de perda da área florestal é maior que o seu ganho, ou seja, durante os 20 anos houve uma grande redução nos ecossistemas florestais, o ecossistema de Zambeziano registou-se como sendo o mais afetado por essa redução que perdeu cerca da sua metade por influência de diversas práticas que concorreram para sua perda tão acentuada.

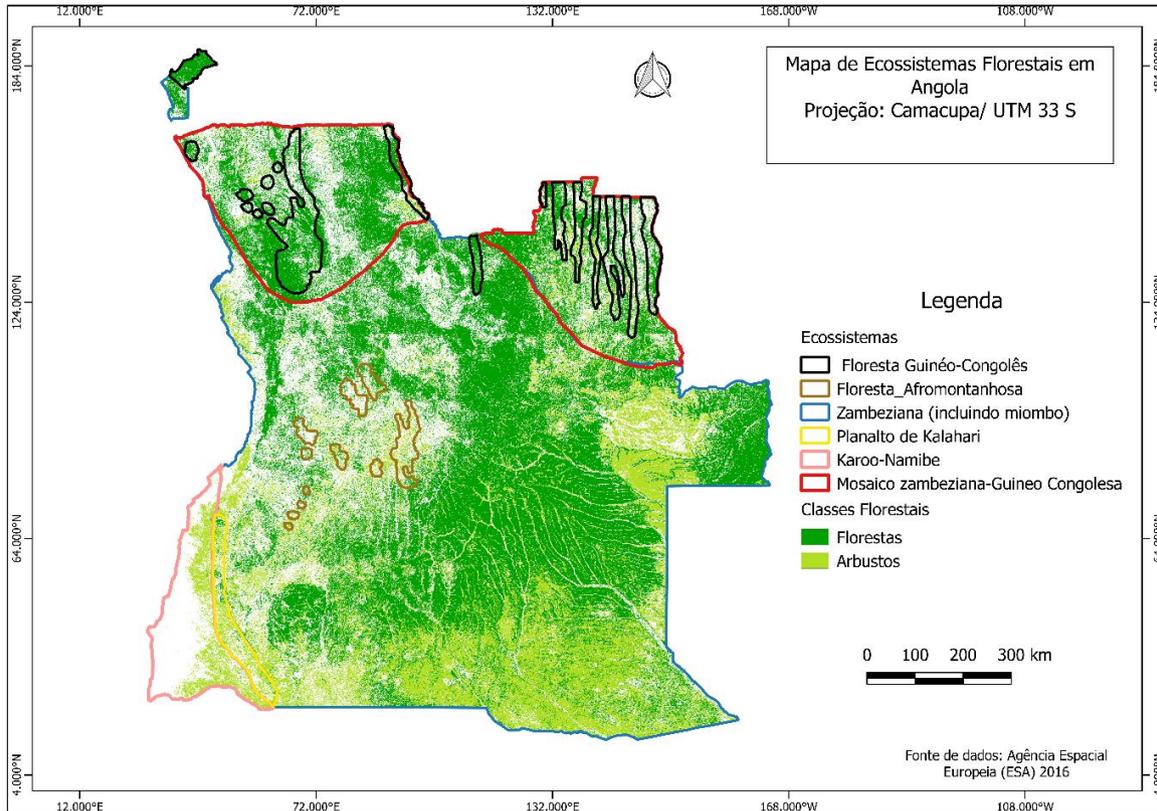
De acordo com o WWF (2018) as florestas mais difundidas em Angola são a floresta de miombo do planalto central e a floresta congolosa em mosaico no Norte. Neste sentido Kussumua e Quissindo (2020), também fazem referência que a perda anual estimada de florestas de Miombo é de 332.982 hectares e o ganho anual é de 2.794 hectares, para os mesmos autores, o seu estudo atualiza que houve uma considerável redução (20%) dessa floresta devido à pressão da população por exploração e conversão em áreas de cultivo. Também é necessário destacar que o Miombo tem uma grande importância socioeconômica, 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 controle da erosão, mitigação da desertificação e controle de pragas agrícolas (Sileshi et al., 2007). Mais de 76% do consumo de energia da região provém de biomassa lenhosa destas florestas (Ryan et al., 2016), elemento que contribui com a diminuição da superfície já que grande parte desta exploração para o consumo e comercialização de biomassa lenhosa se faz de forma irracional gerando degradação.

Atualmente a conservação da biodiversidade em Angola é um grande desafio, devido à falta de informação atualizada sobre o estado das espécies, habitats e ecossistemas (Romero et al., 2014). Com cerca de 37% da população a viver em ambiente rural (INE, 2016) e uma extrema desigualdade social, a utilização dos recursos naturais é ineficiente e inconstante, resultando em graves problemas de conservação e gestão ambiental em Angola (MINUA, 2006).

Finalmente, a caracterização dos ecossistemas tendo em conta o tipo de vegetação que ocorre, entre

arbórea e arbustiva, foi possível observar (figura 11) que entre os ecossistemas terrestres angolanos, o Karoo-Namibe, o Planalto de Kalahari e os extremos Sul e leste do Zambeziana (onde se inclui o Miombo) são ecossistemas com vegetação tipicamente arbustiva em relação aos demais (Mosaico zambeziana Guinéu Congolosa, Floresta Guinéu Congolês e Floresta Afromontanhosa) onde o tipo de vegetação predominante é arbóreo.

Figura 11. Tipos de vegetação quanto ao estrato que ocorrem nos ecossistemas angolanos



Fonte: Autores (2022)

Esta espacialização da vegetação, muitas vezes explicada pelas condições climáticas e localização, justificam a existência de florestas produtivas no Centro para o Norte e Leste do País e florestas de conservação nas regiões Centro e Sul do País, ao se tratar de ecossistemas naturais, como estudado por diferentes autores e em diferentes abordagens (Sanfilippo, 2014; Zigelski et al.2019; Kussumua, 2020).

4. Conclusão

As conclusões resultantes do presente estudo são:

- Foram georreferenciados e atualizados dois mapas temáticos analógicos (das ecorregiões e dos ecossistemas angolanos), e armazenados atualmente em formato editável, com sistema de referência de coordenada *European Petroleum Survey Group Geodesy 4326* (EPSG 4326) - *World Geodetic System 1984* (WGS 84), no formato ESRI Shapefile;
- A análise da dinâmica florestal nestas zonas mostrou que nos últimos 20 anos, com exceção aos Prados Zambeziano Ocidental e Inundados Zambezianos, as demais ecorregiões registaram perdas

consideráveis de área florestal. Mas, maiores perdas e ganho de área florestal foram observados no Miombo, no Mosaico de Floresta-Savana Congolosa Meridional e na Mata de Baikiaea Zambeziana, sendo que o ano com maior perda foi 2013 (12,5%) e com menor o 2015 (1,2%).

Referências

- Amaral, L. D. P. (2008). **Uso de técnicas de geoprocessamento na determinação das áreas de preservação permanente.**
- Barbosa, L. A. G. (1970) **Carta fitogeográfica de Angola.** Oficinas Gráficas de Angola, Luanda: Instituto de Investigação Científica de Angola.
- Bertin, J., (2011). **Semiology of Graphics, Esri Press, Redlands, USA.** ISBN 978-1-58948-261-6.
- Bohrer, C. B. de A. (2004). **Vegetação Paisagem Planeamento e uso da Terra.** Universidade federal Fluminense nº4.
- Burgess, N., Hales, J. D., Underwood, E. et al. (2004). **Terrestrial Ecoregions of Africa and Madagascar a Conservation Assessment.** Island Press, Washington DC, 499 pp.
- 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.
- Cerqueira, E. C. (2003) **SIG aplicado à Análise Sócio-Econômica para Fins Ambientais: O Caso da Bacia do Rio do Cobre, Ba,** disponível http://www.cartografia.org.br/xxi_cbc/090-SG26.pdf, capturado 06-2004.
- Dala, A. F.; Quissindo, I. A.B.; Bornot, Y.O. (2018) **Evaluación de tasas de deforestación 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.
- 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): 57-7
- FAO (2002) **Caracterização da colheita florestal.** Cabinda: s.n., 2002. Vol 1, P 33.
- Halmy, M. W. A., Gessler, P. E., Hicke, J. A., & Salem, B. B. (2015). **Land use/land cover change detection and prediction in the north-western coastal desert of Egypt using Markov-CA.** Applied Geography, 63, 101-112.
- Huntley, B. J., Russo, V., Lages, F., & Almeida, N. (2019). **Angola, um perfil: fisiografia, clima e padrões de biodiversidade.** Biodiversidade de Angola. Ciência e Conservação: Uma Síntese Moderna. Arte e Ciência, Porto.
- INE (2014) **Recenciamento geral da população e da habitação de Angola.** Luanda: INE.
- Kussumua, S. F., & Quissindo, I. A. B. (2020) **Análise da área florestal e do uso do solo da floresta de miombo angolano entre 2001-2018.** Revista Eletrónica KULONGESA–TES, 2(2), 181-192.
- 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.
- Malimbwi, R., Chidumayo, E., Zahabu, E., Kingazi, S., Misana, S. Luoga, E. and Nduwamungu, J. (2010) **Woodfuel.** In Gumbo and Chidomayo (eds), *The Dry Forests and Woodlands of Africa: Managing*

for Products and Services, pp: 155-177, Center for International Forestry Research, UK.

Mateus, O., Callapez, P. M., Polcyn, M. J., Schulp, A. S., Gonçalves, A. O., e Jacobs, L. L. (2019). **O registo fóssil da biodiversidade em Angola ao longo do tempo: uma perspectiva paleontológica. Biodiversidade de Angola: Ciência e Conservação-Uma Síntese Moderna.**

Mendelsohn, J., Weber, B. (2015). **Moxico: An Atlas and Profile of Moxico, Angola.** Raison, Windhoek, 44 pp.

MINAGRI/IDF. (2017). **Resultados Preliminares. Inventário Florestal Nacional.** IFN-Angola-2015.

Ministério do Urbanismo e Ambiente (MINUA). (2006) **Primeiro Relatório Nacional para a Conferência das Partes da Convenção da Diversidade Biológica.** Projeto 00011125 – Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade (NBSAP). República de Angola.

Monteiro, M. J. A. F. P. (2014). **Mapeamento e modelação da diversidade avifaunística em Angola** (Doctoral dissertation, ISA).

Moreira, A. G. (2006) **O alumínio nos solos de Angola.** In: I. Moreira (ed.) Angola: Agricultura, Recursos Naturais e Desenvolvimento. ISAPress, Lisboa, pp. 121- 143.

Ndjamba, A. K. I., & Quissindo, I. A. B. (2021). **Dinâmica Florestal nas Comunas do Cuima (Caála) e Chipeio (Ecunha), Huambo-Angola entre 2009-2019.** RAC: revista angolana de ciências, 3(1), 157-169.

Nema, Pragma; Nema, R. K.; Rangnekar, Saroj. (2002) **A current and future state of art development of hybrid energy system using wind and PV-solar: A review.** RenewableandSustainableEnergyReviews, 13.8: 2096-2103.

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.

PNUD. (2012). **Relatório de desenvolvimento humano 2011 – Sustentabilidade e equidade: Um futuro melhor para todos.** Nova Iorque: PNUD.

Priego, Á., Cotler, H., Fregoso, A., Luna, N., & Enríquez, C. (2004). **La dinámica ambiental de la cuenca Lerma-Chapala.** Gaceta ecológica, (71), 23-38.

Quartin, V. L.; Quissindo, I. A. B.; Elizalde, D. (2017). **Thirteen years of deforestation in Huambo.** SASSCAL Newsletter, June 2017. Volume 2. Issue 2.

Quissindo, I. A. B.; Quartin, V. L. (2018) **Aplicação de sensores multiespectrais para a tipificação de floresta de Miombo no município de Bailundo (Huambo-Angola).** XXVIII Encontro da Associação das Universidades de Língua Portuguesa (AULP) - 18-20 Julho 2018. UMN: Lubango. ISBN: 978-989-8271-19-8. pp. 115-126.

Revermann, R., e Finckh, M. (2001) **Levantamento da vegetação, classificação e mapeamento em Angola.**

Romero, M. M., Figueira, R., Duarte, M. C., Beja, P., Darbyshire, I. (2014) **Documenting biogeographical patterns of African timber species using Herbarium records: a conservation perspective based on native trees from Angola.** PLoS ONE, 9, e103403.

Russo, V., Huntley, B. J., Lages, F., e Ferrand, N. () **Conclusões: investigação da biodiversidade e oportunidades de conservação.**

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.** Angola: ONG COSPE (Cooperazione per lo Sviluppo ei Paesi Emergenti). [Consulta: 3 septiembre 2020].

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.

Santos, P. G., Bertol, I., Campos, M. L., Neto, S. L., Mafra, Á. L. (2012) **Classificação de terras segundo sua capacidade de uso e identificação de conflito.** Revista de Ciências Agroveterinárias, p. 146-157.

Schneibel, A., Stellmes, M., Revermann, R., & Finckh, M. (2013). **Agricultural expansion during the post-civil war period in southern Angola based on bi-temporal Landsat data.** Biodiversity and Ecology, 5, 311-320.

Sileshi, G., Akinnifesi, F. K., Ajayi, O. C., Chakeredza, S., Kaonga, M., & Matakala, P. W. (2007). **Contributions of agroforestry to ecosystem services in the Miombo eco-region of eastern and southern Africa.** African journal of environmental science and technology, 1(4), 68-80.

Skelton, P. H. (2019) **Os peixes de água doce de Angola.** In: B. J. Huntley, V. Russo, F. Lages, N. Ferrand (eds.) Biodiversidade de Angola. Ciência e Conservação: Uma Síntese Moderna. Arte e Ciência, Porto

World Wildlife Nature (WWF) **Conservation Science: Ecoregions.** Acessado em: Agosto 2021. Disponível em: <http://www.worldwildlife.org/science/ecoregions.cfm>.