

Taxas de desflorestação *versus* emissão de dióxido de carbono no Município do Luau (Angola) entre 2008 e 2017

Amélia Ngueve Sachindele Zaqueo¹; Isaú Alfredo Bernardo Quissindo²

¹Faculdade de Ciências Agrárias – Universidade José Eduardo dos Santos, Huambo-Angola.

²Escola Primária Número 142, São José, Comuna Vilonga, Huambo-Angola

Histórico do Artigo: Submetido em: 20/07/2021 – Revisado em: 07/08/2021 – Aceito em: 26/09/2021

RESUMO

Tendo em conta a exploração intensiva de massas florestais no Leste Angolano (que cruza com a Bacia do Congo) e na falta de dados de inventário florestal tradicional, foram utilizados recursos de detecção remota (imagens Landsat 7 TM e 8) para estimar a taxa de desflorestação no município Luau, província do Moxico, no período 2008-2017. Para tal, primeiramente foi necessário identificar as principais classes de uso e ocupação de solo, analisar sua dinâmica anual e relacionar a perda de área florestal com a quantidade de dióxido de carbono emitido na zona e período em estudo. Os dados foram obtidos desde os servidores geoespaciais *Maplibrary*, ESA e Libra. Com base na proposta metodológica de Hansen et al. (2013), e utilizando as imagens de satélites foram analisados os parâmetros citados anteriormente. Os principais resultados do estudo são: As classes de uso e ocupação de solo que ocorrem no município de Luau, província do Moxico, são: florestas com 52%, arbustos com 16%, vegetação herbácea 12%, zona agrícola 8%, solo exposto 6%, zona urbana 5% e água 1%. A análise da dinâmica anual da vegetação entre 2008 e 2017 na zona de estudo, mostrou que a taxa de desflorestação é de 1 745 ha / ano, sendo 145 ha / mês e 5 ha / dia; já a taxa de regeneração estimada é de 6 ha / ano, sendo 0,5 ha / mês e 0,02 ha / dia. A quantidade de dióxido de carbono emitido a atmosfera na zona e período em estudo é de 11,4 t / ha, sendo 1 kg / m² e 436 100 t / ano, sendo 36 342 t / mês e 1 211 t / dia.

Palavras-chave: Dinâmica da vegetação; Dióxido de carbono; Landsat; Bacia do Congo.

ABSTRACT

Given the intensive exploitation of forest masses in the East Angolan (which crosses the Congo Basin) and the lack of traditional forest inventory data, remote sensing resources (Landsat 7 TM and 8 images) were used to estimate the rate of deforestation in the municipality Luau, province of Moxico, in the period 2008-2017. To this end, it was first necessary to identify the main classes of land use and occupation, analyze their annual dynamics and relate the loss of forest area to the amount of carbon dioxide emitted in the zone and period under study. Data were obtained from the Maplibrary, ESA and Libra geospatial servers. Based on the methodological proposal of Hansen et al. (2013), and using satellite images, the parameters mentioned above were analyzed. The main results of the study are: The classes of land use and occupation that occur in the municipality of Luau, Moxico province, are: forests with 52%, shrubs with 16%, herbaceous vegetation 12%, agricultural zone 8%, exposed soil. 6%, urban area 5% and water 1%. The analysis of the annual dynamics of vegetation between 2008 and 2017 in the study area showed that the deforestation rate is 1,745 ha / year, 145 ha / month and 5 ha / day; The estimated regeneration rate is 6 ha / year, being 0.5 ha / month and 0.02 ha / day. The amount of carbon dioxide emitted to the atmosphere in the area and period under study is 11.4 t / ha, with 1 kg / m² and 436 100 t / year, being 36 342 t / month and 1 211 t / day.

Keywords: Vegetation dynamics; Carbon dioxide; Landsat; Congo Basin.

Zaqueo, A.N.S., Quissindo, I.A.B. (2021). Taxas de desflorestação versus emissão de dióxido de carbono no Município do Luau (Angola) entre 2008 e 2017. *Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto*. v.2, n.3, p.31-44.



1. Introdução

O homem no intuito de melhorar as suas condições de vida social e económica tem procurado explorar os recursos naturais até à exaustão sem qualquer preocupação quanto à estabilidade dos ecossistemas, esquecendo-se que as leis que regem a natureza são a base deste equilíbrio (Souza, 2019).

Actualmente, a desflorestação constitui uma das maiores preocupações mundiais devido à capacidade colossal da humanidade para explorar e devastar os recursos florestais. No período compreendido entre 1990 e 2000 a perda anual ascendeu a 13 milhões de hectares de florestas (FAO, 2020; Foelkel e Garlipp, 2009; Moura et al., 2011), dos quais 11 milhões tiveram lugar nas regiões tropicais (Souza, 2011), sendo, África, de acordo com Santos (2017), a parte do globo onde se destacou maior desequilíbrio na taxa de desflorestação/reflorestação. Claramente esse desequilíbrio; por exemplo, dos 3676 milhões de hectares de florestas perdidos, África recuperou apenas (com programas ou políticas de reflorestamento) 126 milhões de hectares. Significa que 3550 milhões de hectares não foram recuperados.

No que toca às florestas tropicais da África e da Ásia o rol de causas é muito maior. Contribuindo para a destruição ou degradação destes biomas temos, por um lado, uma elevada pressão demográfica, uma agricultura ainda em grande parte do tipo abate-e-queima (*slash-and-burn*) e a utilização de lenha e carvão como principal combustível e, por outro, a corrupção endémica, guerras civis intermináveis, governos instáveis e transitórios incapazes de manter a lei e a ordem e a extrema pobreza nalgumas regiões que deixam o abate e a exploração das espécies raras desta floresta como única saída para a sobrevivência. Naturalmente que estas causas não são comuns a todos os países, variam com os seus contextos político e socioeconómico, podendo ocorrer em diferentes combinações e com intensidade variável. As alterações climáticas em curso, designadamente os aumentos da temperatura e da frequência e intensidade de secas, constituem uma pressão adicional sobre as florestas tropicais, com consequências ainda imprevisíveis (Delgado, 2014).

Na bacia do Congo encontra-se a segunda maior floresta tropical do Planeta, com mais de 600 espécies de árvores e dezenas de milhares de espécies animais. Tem também um dos mais elevados teores de C por hectare, por causa da elevada densidade da sua vegetação (Mayaux, 2013). Porque a sua acessibilidade era difícil, durante muito tempo esta floresta não foi abatida a uma taxa idêntica à de outras, mas nos últimos anos o aumento populacional e o interesse por madeiras africanas, principalmente por parte dos chineses, têm provocado a destruição de vastas áreas. Na República Democrática do Congo, por exemplo, em 2008 existiam 156 concessões para exploração de madeira, abrangendo uma área de 21 milhões de hectares de onde eram extraídos anualmente em média 500 000 metros cúbicos de madeira (Mayaux, 2013). A abertura de redes viárias na floresta para escoamento das árvores abatidas permite o acesso ao seu interior e intensifica a sua destruição pelo abate ilegal de árvores, mas principalmente pela prática de uma agricultura de *slash-and-burn* em áreas anteriormente inacessíveis. Até recentemente, a prática deste tipo de agricultura e a colheita de madeira para combustível eram as principais responsáveis pela destruição da floresta, mas a exportação de madeira que se intensificou depois da paz no país ocupa agora o primeiro lugar. A enorme dívida externa da República Democrática do Congo e dos países vizinhos é paga, em grande parte, com a venda dos recursos e produtos da floresta.

Os serviços ambientais prestados pelas florestas, que vão desde prevenção da erosão, sequestro de carbono, aumento da precipitação e recarga de lenções freáticos, até conservação da biodiversidade, estão ainda aquém de serem conhecidos, assumidos e consciencializados pela humanidade. Além disso, nas regiões florestais a subsistência da maior parte das populações e a sobrevivência das comunidades rurais depende diretamente da floresta. A constante diminuição e desaparecimento do coberto vegetal no Mundo não só põe em risco a sobrevivência humana como também compromete a própria vida sobre a Terra (FAO, 2020).

Com a desflorestação, o homem tornou-se um predador e uma ameaça para as florestas. A FAO (2009), estima uma perda anual de 13 milhões de hectares de florestas em todo Mundo. De acordo com Leite, (2010), apenas 1/5 de florestas primárias globais 5 ainda existe em grandes dimensões. Devido às atividades como mineração, agricultura e, de modo particular, exploração de madeira para fins comerciais, metade dessas

florestas estão em perigo constante. A esse ritmo estaremos perto de atingir a capacidade da resiliência dos ecossistemas florestais.

Desflorestamento ou desmatamento é o processo de destruição das florestas através da ação do homem. Ocorre, geralmente, para a exploração de madeira, abertura de áreas para a agricultura ou pastagem para o gado. A queimada ilegal é o processo mais utilizado para o desflorestamento. O processo de desflorestamento ocorre a milhares de anos. Em algumas regiões do mundo, as florestas foram totalmente destruídas. Na Europa e nos Estados Unidos, por exemplo, quase não há mais florestas nativas (Cavalcanti, 2010).

O desflorestamento é altamente prejudicial ao funcionamento dos ecossistemas. Ao eliminar uma floresta, ocorre, ao mesmo tempo, a morte de muitas espécies animais. Isto ocorre, pois, várias espécies fazem da floresta o habitat e, obtém nela, o alimento e proteção necessários para a sobrevivência. A destruição de florestas, principalmente pelo processo de queimada, também contribui para o desenvolvimento do efeito estufa, provocando o aquecimento global (Cavalcanti, 2010).

Essa atitude ou visão económica de curto prazo é comum tanto nos países altamente industrializados quanto nos Estados em via de desenvolvimento, embora com matizes diferentes. Se nos primeiros a deterioração do meio ambiente deve-se aos altos níveis de produção e consumo, nos segundos a degradação dos recursos naturais deve-se ao clima de extrema pobreza a que se encontram sujeitos. Assim, com menor ou maior grau, ambos têm responsabilidades na crise ambiental mundial, que se manifesta no aumento da temperatura devido à emissão de gases para atmosfera que, por sua vez, contribuem para a poluição ambiental, fusão dos glaciares locais e regionais e consequente subida do nível do mar, mas também para a diminuição da biodiversidade e que estão na base das designadas mudanças globais (Zinga, 2012).

Relativamente aos países em via de desenvolvimento, como veremos, dos 13 milhões de hectares de florestas que se perdem anualmente, 11 acontecem nas regiões tropicais, supostamente por motivos de pobreza. Este dado revela a colossal capacidade destrutiva da pobreza em termos da depleção dos recursos naturais (Almeida, 2007).

Na Província de Cabinda, a pobreza foi tipificada como a causa subjacente da degradação florestal. As populações, principalmente das zonas rurais, recorrem ao interior das florestas não em busca de lazer, mas sim de meios para suprir as suas necessidades básicas, exercendo, desta forma, uma forte pressão sobre os recursos florestais (Almeida, 2007).

Tratando-se do recurso à floresta em busca de sobrevivência, torna-se claro de que a problemática ambiental em Cabinda é uma realidade que inspira preocupação, dado que a população não tem noção de sustentabilidade. Preocupa-se, apenas, com a garantia da sua sobrevivência diária à custa de depleção dos recursos sem equacional a questão do limite da capacidade de resiliência dos ecossistemas (Zinga, 2012).

O setor florestal em Angola tem potencial para converter a médio e longo prazo, numa das principais alavancas de desenvolvimento económico, social e ambiental pela grande quantidade de produtos e serviços providos pelas florestas além da madeira, desde que estes sejam considerados nos balancetes de planificação orçamental. Podem trazer aportes consideráveis no produto interno bruto (PIB). Este desiderato passa necessariamente pela conclusão da avaliação e inventariação Nacional, dos recursos e planificação da utilização sustentável e conservação dos mesmos com base no ecossistema.

O desenvolvimento da indústria florestal e do valor acrescentado à produção florestal, baseado na alta renovação de matérias-primas, as quais podem gerar benefícios à economia, particularmente a nível local.

Desenvolvimento de uma plantação florestal produtiva com a contribuição do setor privado e da indústria transformadora, envolvente com a comunidade local e que do trabalho desenvolvido possam ter benefícios das mais-valias adquiridas do aproveitamento sustentável da flora e da fauna selvagem, e combater a desflorestação.

As florestas abrigam dois terços da biodiversidade terrestre a maior parte nas florestas tropicais e, de acordo com as reduções de área apresentadas acima, entre o momento actual e meados do século ficariam em perigo de extinção três quartos (visão mais pessimista) ou cerca de um terço (visão mais optimista) das espécies que nelas habitam (Leary, 2014).

Seria sempre uma perda terrível, com consequências negativas significativas a vários níveis, desde logo na estrutura e funcionamento destes ecossistemas. De facto, as florestas tropicais não são só biologicamente muito ricas, são igualmente muito complexas do ponto de vista da sua ecologia e desconhecemos a importância funcional de muitos dos seus componentes vivos. A continuação da sua destruição e degradação poderá mesmo desencadear, segundo alguns autores (Laurance, 2007). Assim, o objectivo central deste estudo foi avaliar taxas de desflorestação no município do Luau, Província do Moxico.

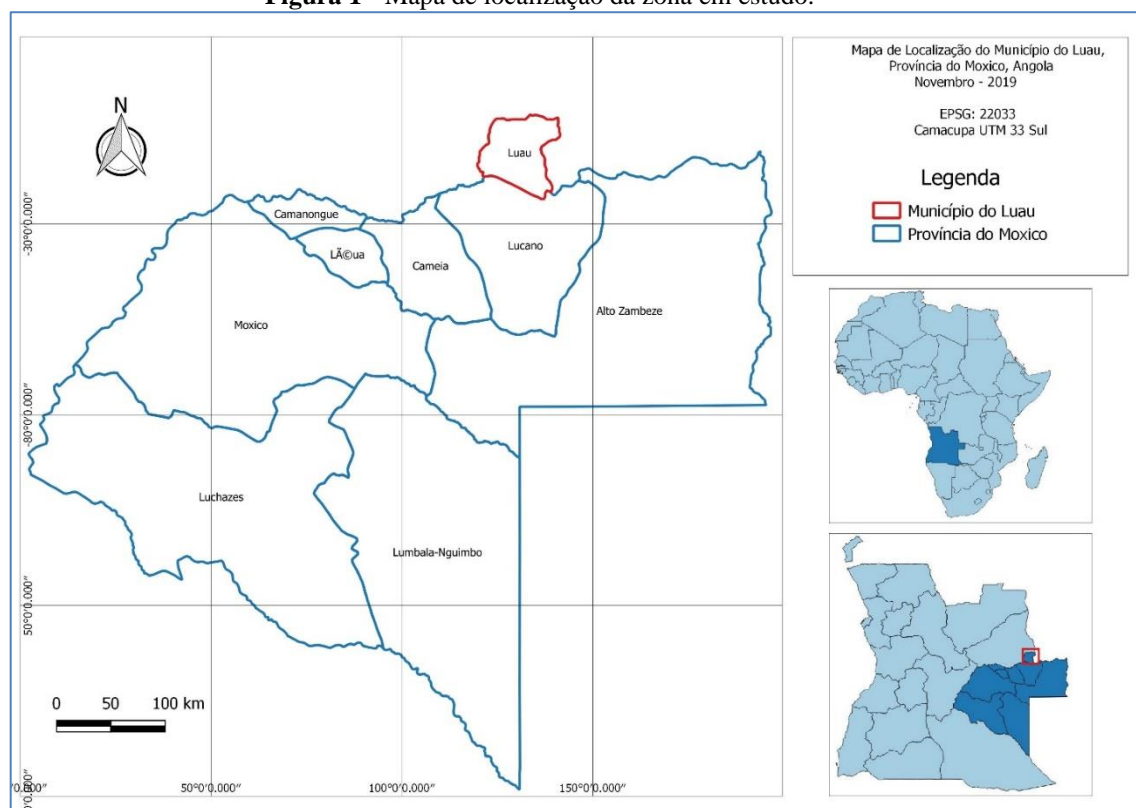
2. Material e Métodos

2.1 Área de estudo

O estudo realizou-se entre Maio a Dezembro de 2019, tendo como área de estudo o Luau, uma vila e município da província do Moxico (Angola); ocupa uma área de 3 839 km² e cerca de 31 mil habitantes (Ceita, 2014).

É limitado a Oeste e a Norte pelo município de Muconda, a Este pela República Democrática do Congo, e a Sul pelo município de Luacano. É constituído apenas pela comuna que leva o mesmo nome (Buala, 2018).

Figura 1 - Mapa de localização da zona em estudo.



Fonte: Autores (2021)

De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger predomina no Luau, o clima subtropical húmido (Cwa), com uma média anual de temperatura que varia entre os 22°C e os 24°C (Ngolo, 2018). Já Weather Spark (2019), considera que o Luau apresenta temperatura máxima média diária acima de 33 °C. O

mês mais quente do ano é setembro, cuja temperatura máxima média é de 34 °C e o mais frio do ano é junho, com média de 12 °C.

No Luau, a cobertura de nuvens sofre extrema variação sazonal ao longo do ano. A época menos encoberta de nuvem do ano em Luau começa por volta de 1 de maio e dura cerca de 5 meses. No final de junho, o céu permanece sem nuvens, quase sem nuvens ou parcialmente encoberto durante 82% do tempo e encoberto ou quase encoberto durante 18% do tempo (Weather Spark, 2019; Ngolo, 2018).

Na zona, destaca-se a existência de diversas formações vegetais, resultante das condições climáticas, relevo e da rede hidrográfica, se evidencia a savana arbórea, savana herbácea, floresta-galeria e chanas. Além da floresta natural, nesta zona de estudo existe algumas áreas plantadas de eucaliptos e pinheiros (André, 2015; Ngolo, 2018). Neste município a caça é abundante com realce para várias espécies de antílopes, elefantes, onças, hipopotamos, jacarés, palancas, nunces, nguelengues, leões, hienas, tungus, macacos, chitocola, entre outros (André, 2015).

2.2 Colecta e tratamento de dados

Os dados geoespaciais (em formato de arquivo vectorial) foram obtidos em diferentes plataformas web, tais como:

- Base de dados africana *Maplibrary* (<http://www.maplibrary.org/>): uma base de dados geoespaciais africana de domínio público, que permitiu fazer aquisição de dados com divisão política administrativa e de localização da área de estudo.

A Map Library é uma fonte de dados básicos de mapas de domínio público sobre limites administrativos dos países de África. Os dados são divididos em partes gerenciáveis para facilitar o download para aqueles com conexões ruins à Internet. Embora o servidor disponibiliza um software (actualmente o *Map Maker Pro 3.5*) para o tratamento de dados aí adquiridos, neste trabalho optou-se por processar os dados no software *Quantum Gis versão 2.18 Las Palmas*, pelo facto de facilitar a integração destes (divisão política administrativa adquiridos no *Maplibrary*) e outros dados (uso de solo, por exemplo).

- Servidor da Agência Espacial Europeia (ESA [<https://scihub.copernicus.eu/dhus/>]): para aquisição de dados sobre classes de uso e ocupação de solo ou dados temáticos. Estes dados apresentam resolução espacial de 250 m.

- Análise da dinâmica florestal na zona de estudo entre 2008 e 2017

Com base na metodologia de Hansen et al. (2013), analisaram-se dados do *Servidor Global Forest Watch* ([<https://www.globalforestwatch.org/>]) como se pode ver a ilustração na Figura 4, que funciona com a plataforma online *Google Earth Engine*. Durante a análise foram utilizados resultados de séries temporais de imagens Landsat 7 (para os anos iniciais) e Landsat 8 (para os anos finais).

Nesta análise, as árvores são definidas como vegetação mais alta do que 5m de altura e são expressas como uma percentagem por célula da grade de saída como de cobertura de árvores. A “perda de cobertura florestal” é definida como um distúrbio de substituição do suporte, ou uma mudança de um estado de floresta para um estado não florestal, durante o período 2001-2018. Já o “ganho de cobertura florestal” é definido como o inverso da perda, ou uma mudança não florestal para floresta inteiramente no período de 2008 a 2017. O “ano de perda da floresta” é uma desagregação do total de perda de floresta para escalas de tempo anuais (Hansen et al., 2013).

As imagens de referência de 2008 e 2018 são observações medianas de um conjunto de observações de avaliação de qualidade - aprovadas na estação de crescimento do Departamento de Ciências Geográficas da Universidade de Maryland (Estados Unidos da América), conforme afirma Hansen et al. (2013).

As imagens dos sensores Landsat 7 TM e 8 processadas neste trabalho, foram adquiridas:

- Na ferramenta *Global Forest Watch* para a Landsat 7 TM;
- Servidor Libra (<https://libra.developmentseed.org/>) para as imagens Landsat 8.

2.3 Metodologia

Assim, conforme a proposta de Hansen et al. (2013) as imagens em referência de 2008-2017 foram analisadas mediante um conjunto de observações de avaliação de qualidade com base na metodologia do Departamento de Ciências Geográficas da Universidade de Maryland (Estados Unidos da América).

Com as imagens de satélites foram calculados os seguintes parâmetros:

- Dinâmica da floresta: variação (aumento ou redução) ou comportamento das diferentes classes de uso do solo que ocorrem na zona de estudo;
- Emissão de dióxido de carbono a atmosfera com base na perda de área florestal: com base na proposta de Hansen et al. (2013) e Vieira (2019), foram relacionados a quantidade de dióxido de carbono emitido para atmosfera como consequência da área florestal devastada;
- A quantidade de carbono armazenado no solo, isto é, o carbono orgânico foi mapeado e estimado com base nos dados da *World Soil Information - Global Gridded Soil Information (ISRIC SoilGrids)* e na proposta de Sanderman et al., (2018).

3. Resultados e Discussão

3.1 Dinâmica da vegetação no município de Luau entre 2008 e 2017

Nos primeiros 5 anos do período em estudo, registou-se um aumento de área florestal de aproximadamente 59 ha (sendo cerca de 11,75 ha / ano); nos últimos 5 anos do mesmo período não houve registo de aumento de área florestal (Tabela 1).

Tabela 1- Dinâmica da cobertura florestal e não florestal no Luau entre 2008-2017

Ano	Perda de área florestal (ha)	Ganho de área florestal (ha)	Cobertura florestal (ha)	Cobertura não florestal (ha)
2008	793	11,75	248000	123000
2009	724	11,75	247287,8	123712,3
2010	2530	11,75	244769,5	126230,5
2011	1640	11,75	243141,3	127858,8
2012	1850	11,75	241303	129697
2013	1270	0	240033	130967
2014	1240	0	238793	132207
2015	2100	0	236693	134307
2016	2290	0	234403	136597
2017	3600	0	230803	140197

Fonte: Autores (2021)

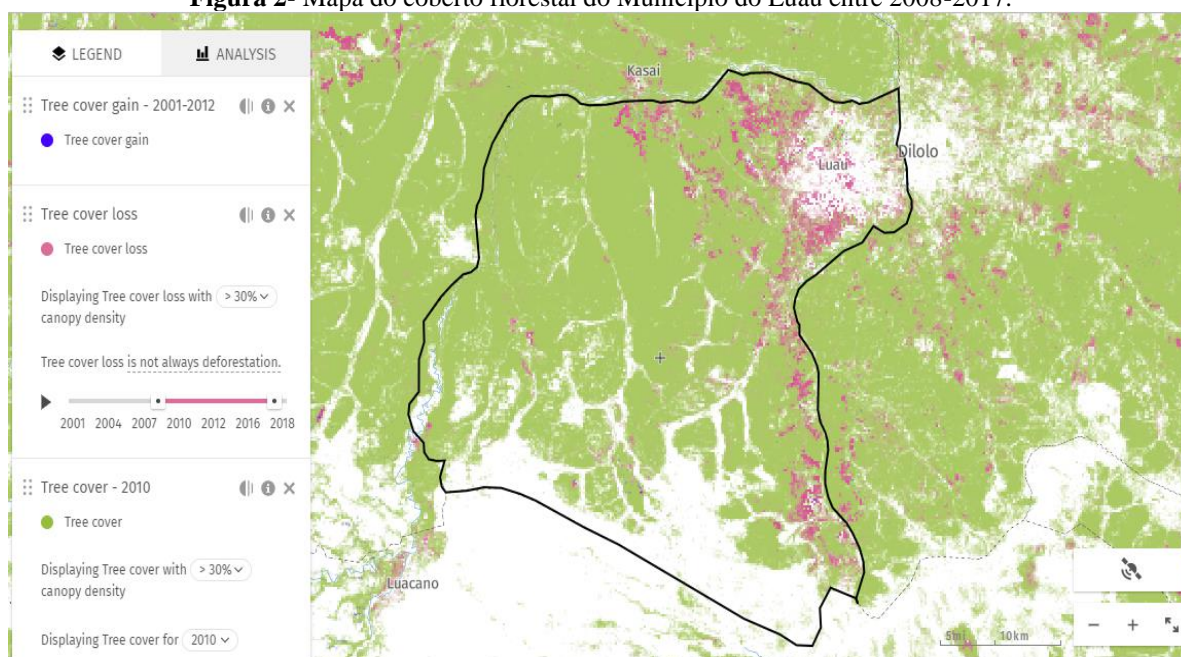
Relativamente a perda de área florestal registou-se desflorestação considerável nos 3 últimos anos do período em estudo, respectivamente ano de 2017 com uma perda estimada em 3600 ha, ano 2016 com 2290 ha e ano 2015 com uma perda de 2100 ha. Mais detalhes podem ser vistos na tabela abaixo. Assim, constatou-se que a média de área florestal desmatada no município do Luau por ano é de 1 745 ha / ano, sendo 145 ha / mês e 5 ha / dia.

Já o ganho de área florestal estimado na zona de estudo é de 6 ha / ano, sendo 0,5 ha / mês e 0,02 ha / dia. Isto deve-se ao facto de estar a se tratar de uma floresta natural, onde normalmente o ganho de área florestal é apenas referente a regeneração. Chazdon (2012) e Huete et al. (2013), consideraram que em 2010 cerca de 67% da extensão territorial do município do Luau era coberto por florestas.

Zinga (2012), considerou que a desflorestação no Mundo, fundamentalmente aquela concernente à conversão de florestas tropicais em áreas agricultáveis, apesar de diminuir ao longo dos últimos dez anos, continua ainda a um ritmo alarmante em determinados países. O IPCC (2013), relata que entre 2000 e 2010, anualmente no Mundo, cerca de 13 milhões de hectares foram convertidos para outras finalidades ou perdidos por causas naturais, comparação aos 16 milhões de hectares anuais na década de 1990.

A Figura 2 ilustra as zonas que registaram perdas de áreas florestais (em tom avermelhado), ganho de área florestal (cor azul) e área florestal disponível (tom esverdeado).

Figura 2- Mapa do coberto florestal do Município do Luau entre 2008-2017.



Fonte: Adaptado pelos Autores a partir de dados do Global Forest Watch (2020)

De acordo com Huete et al. (2013), entre os anos 2001 a 2012, o município de Luau teve um ganho 141 ha de cobertura florestal, o que equivale a 12 % de todo o ganho de área florestal (com fracção de cobertura do dossel inferior a 50%) nos 5 municípios estudados na Província do Moxico para o período em análise (Tabela 2).

Tabela 2- Ganho de área florestal em alguns municípios do Moxico (Angola) entre 2001 e 2012

Município	Ganho de área florestal
-----------	-------------------------

	ha	%
Lumbala-Nguimbo	458	39,4
Alto Zambeze	364	31,3
Luau	141	12,1
Lucano	114	9,8
Camanongue	86	7,4

Fonte: Autores (2021)

Sobre dinâmica florestal, em seu estudo que teve como base a mesma plataforma Dala et al. (2018), estimaram a taxa de desflorestação para a floresta do Mayombe de 511 ha / ano e a taxa anual de ganho de área florestal de 47 ha. Dados obtidos por Sanfilippo (2014) mostrou 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%.

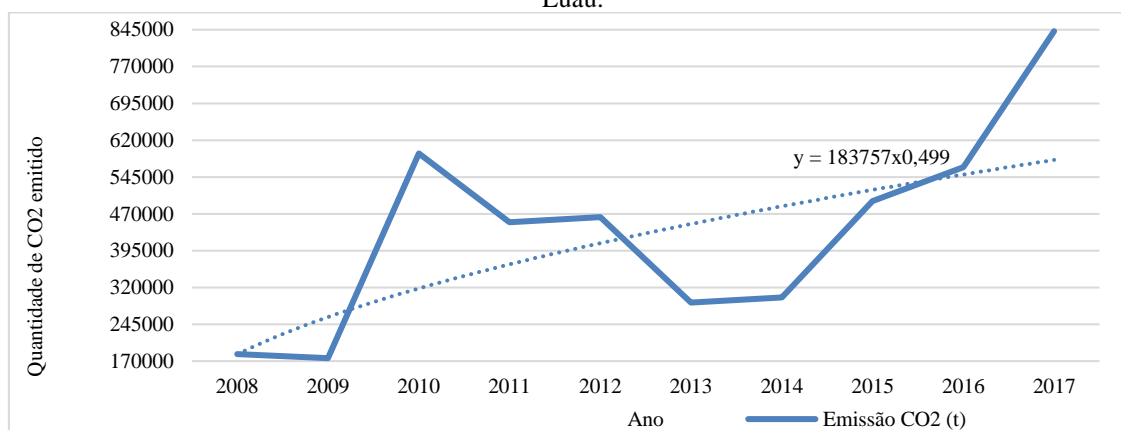
Já Palacios et al. (2015) e Quartín et al. (2017) com base em dados de detecção remota concluíram que a perda anual de floresta de Miombo na Província do Huambo é de 7,5% (30% em 4 anos, isto é, entre 2012 e 2015).

3.2 Dióxido de carbono emitido no município de Luau entre 2008 e 2017

Relativamente a emissão de dióxido de carbono a atmosfera no município de Luau para o período em estudo, foi possível constatar que os anos 2017 com cerca de 842 000 t/ha (o que representa 19%), 2016 com 565 000 t/ha (12,96%) e 2010 com 593 000 t (13,60%) foram os que maior registo de emissão do gás anídrido carbónico tiveram.

Já os anos 2009 com 176 000 t/ha (4,04%) e 2008 com 184 000 t/ha (4,22%) foram os que menor quantidade de dióxido de carbono emitiram a atmosfera em consequência da desflorestação no município do Luau. Mais detalhes, embora apenas com valores absolutos, podem ser vistos na Figura 3.

Figura 3- Gráfico da quantidade de CO2 emitido para atmosfera em consequência da desflorestação no Município do Luau.



Fonte: Autores (2021)

Para explicar o gráfico, foram analisados parâmetros estatísticos, entre os quais a equação e R-quadrado do gráfico, de modo a perceber melhor a tendência da quantidade de CO2 emitido ao longo do período e zona em estudo. Esta análise mostrou que (pelo valor de R-quadrado) o modelo de potência explica melhor o gráfico acima exposto. A equação e os valores de R-quadrado do gráfico podem ser vistos na tabela que segue (Tabela 3).

Tabela 3-Valores da equação do gráfico da quantidade de CO2 emitido para atmosfera em consequência da desflorestação no Município do Luau

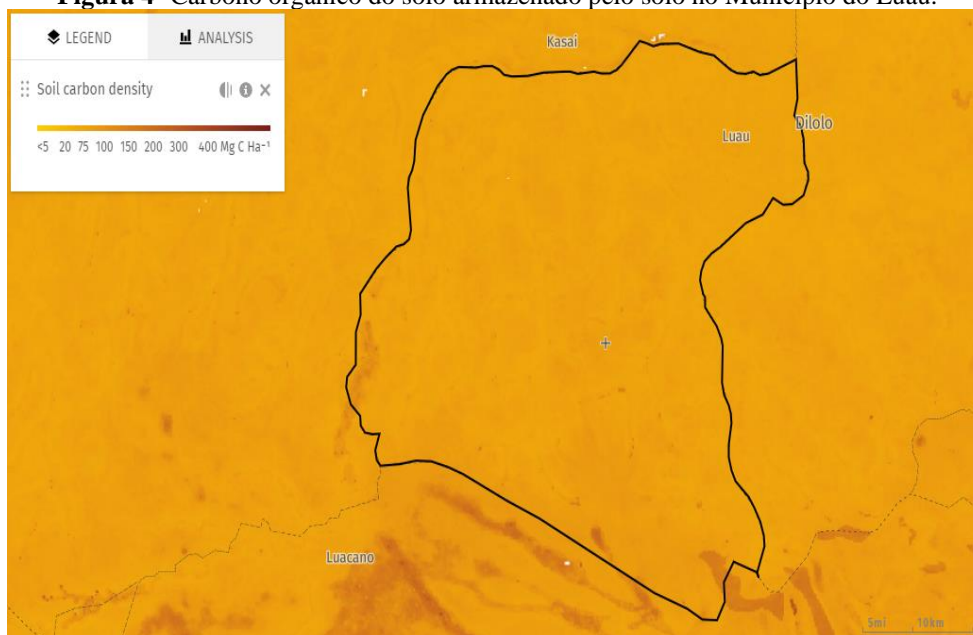
Modelo	Equação
Exponencial	$y = 205543e^{0,1167x}$
Linear	$y = 45618x + 185200$
Logarítmico	$y = 180483\ln(x) + 163491$
Polinomial	$y = 4856,1x^2 - 7798,5x + 292033$
Potência	$y = 183757x^{0,499}$

Fonte: Autores (2021)

Estudos de De Souza Costa et al. (2008), sobre estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil, mostraram que a emissão total de CO2 no período de estudo variou entre 3,6 e 4,0 t ha-1 de CO2, não tendo sido verificada diferença significativa entre os sistemas de preparo de solo e de cultura. No mesmo estudo os autores constataram que as taxas mensais médias das emissões variaram entre 0,27 g m-2 de C-CO2 no inverno (média das temperaturas mínimas = 8 °C) e 1,36 g m-2.

Entretanto, a análise geoespacial na plataforma *Global Forest Watch* para o município em estudo, mostrou que em 2000, Luau apresentava uma densidade de carbono orgânico no solo de 50 t / ha e um armazenamento total de carbono de 18,4MtC (Figura 4).

Figura 4- Carbono orgânico do solo armazenado pelo solo no Município do Luau.



Fonte: Autores (2021)

Este parâmetro foi analisado pelo facto da reserva de carbono na matéria orgânica do solo ser uma importante estratégia para atenuar a concentração de dióxido de carbono na atmosfera, como afirmou Bayer et al. (2004). Além disso, argumentam os autores, que o armazenamento de carbono preferencialmente na fração lábil da matéria orgânica do solo representa um benefício ambiental cuja manutenção depende

fundamentalmente da continuidade do plantio direto e do contínuo aporte de resíduos vegetais.

De Souza Costa et al. (2008), compararam o estoque de carbono no solo no início do experimento (33,4 t ha⁻¹), onde o balanço foi negativo no solo em com cultivo (-0,31 t ha⁻¹ ano⁻¹ no A/M e -0,10 t ha⁻¹ ano⁻¹) e positivo no solo em preparo (0,15 t ha⁻¹ ano⁻¹) apenas quando associado ao sistema de cultivo, o qual apresentou maior aporte de resíduos.

Sanderman et al. (2018), analisou o carbono orgânico disponível no solo em alguns municípios do Moxico para o ano 2000 e constatou que o município do Luau com 8% era a 3ª zona com maior quantidade de carbono orgânico disponível no solo, embora com extremas diferenças se comparado com as duas 2ª zonas com maior quantidade de carbono orgânico disponível no solo (Lucano com 50 % e Cameia com 31%) (Tabela 4).

Tabela 4- Comparação do carbono orgânico disponível no solo em alguns municípios do Moxico (Sanderman et al., 2018)

Município	Carbono orgânico disponível no solo	
	Mg C / ha	%
Camanongue	11.5	4,90
Cameia	72.6	30,95
Léua	14.1	6,01
Luau	18.4	7,84
Lucano	118	50,30

Fonte: Autores (2021)

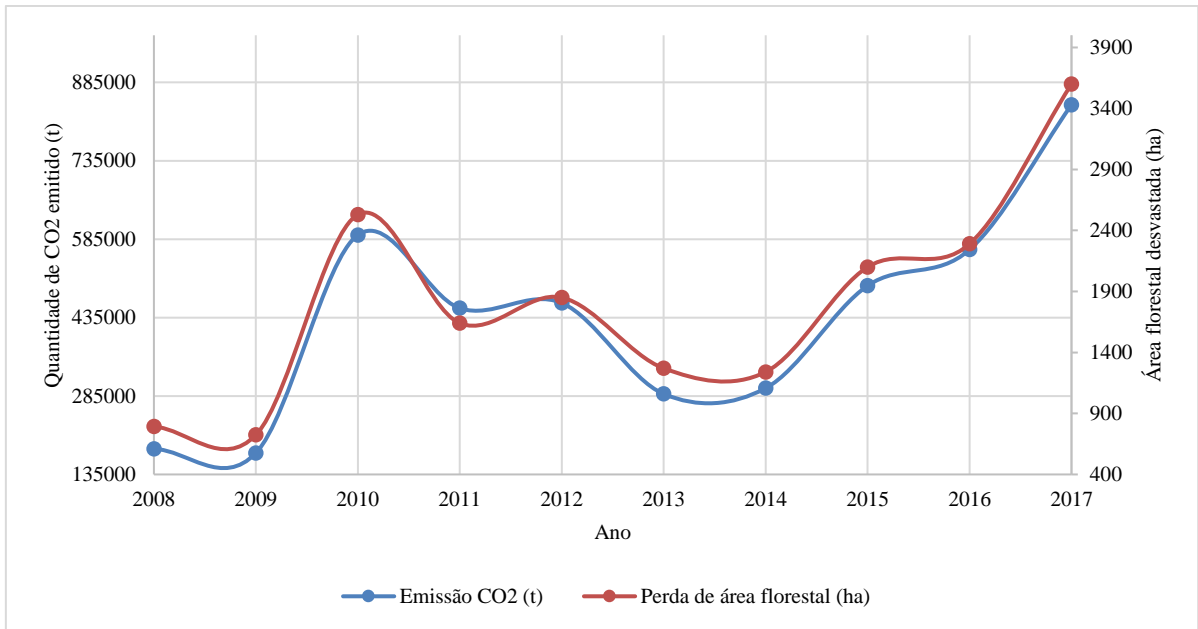
3.3 Desflorestação vs emissão de CO₂ no Município do Luau entre 2008 e 2017

Para melhor compreender as consequências da desflorestação foi analisada a relação entre esta variável e a emissão de dióxido de carbono no Município do Luau para o período 2008-2017. Dito de outro modo, partindo do pressuposto de que as florestas são os maiores sumidores de dióxido de carbono a perda de áreas florestais estará na base de emissões de dióxido de carbono a atmosfera.

Assim, conforme ilustra a Figura 5, foi possível saber que o aumento e a redução de emissão de dióxido de carbono a atmosfera foi directamente proporcional ao aumento e redução de áreas florestais. Ou seja, para anos com maior taxa de desflorestação registou-se maior emissão de dióxido de carbono a atmosfera (por exemplo os anos 2017, 2016 e 2010, respectivamente). Uma outra análise feita na plataforma *Global Forest Watch* foi a emissão de dióxido de carbono por área, bem como o mapeamento destas zonas (Figura 6).

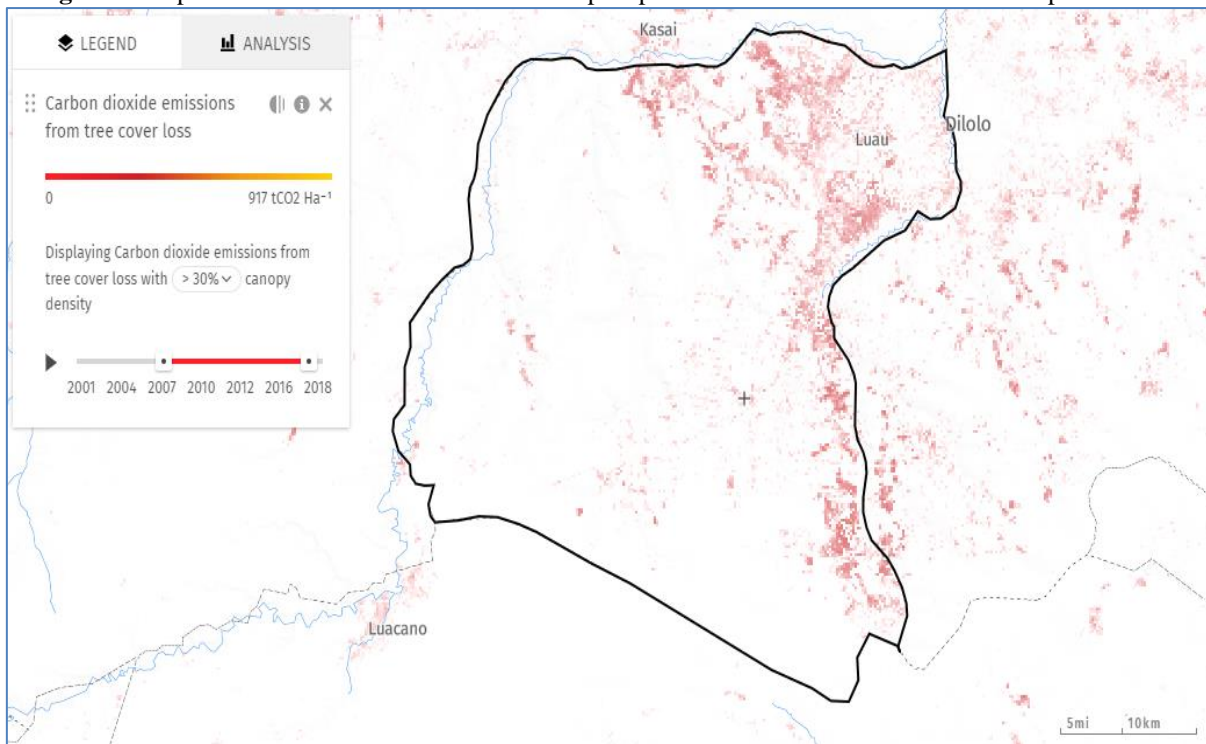
Assim, para o período em estudo, constatou-se que a média de dióxido de carbono emitido a atmosfera no município do Luau é de 11,4 t / ha, sendo 1 kg / m² e 436 100 t / ano, sendo 36 342 t / mês e 1 211 t / dia.

Figura 5- Emissões de CO₂ causado pela perda de cobertura florestal no Município do Luau entre 2008-2017.



Fonte: Autores (2021)

Figura 6-Mapa de emissões de dióxido de carbono pela perda de cobertura florestal no Município do Luau.



Fonte: Autores (2021)

Entretanto, Huete et al. (2013), considerou que entre 2007 e 2017, um total de 4,60Mt de CO₂ (418kt por ano) foi liberado a atmosfera como resultado da perda de cobertura de árvores no município de Luau. Os

mesmos autores afirmaram ainda que para o período 2001-2018, na mesma área e pela mesma causa (desflorestação) foi emitido a atmosfera um total de 6,77Mt de CO₂ (376kt por ano).

Segundo Pedro (2012), o Protocolo de Quioto e a Convenção – Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC) atribuem importância particular às florestas no âmbito das alterações climáticas pelo facto de assumirem “um papel importante no balanço global de carbono”. Por esta razão, Zinga (2012), afirma que o uso sustentável das florestas ou seu desaparecimento pode vir a ser determinante para o futuro do século XXI quanto ao problema do aquecimento global. Há uma tendência constante do aumento da concentração do dióxido de carbono (CO₂).

Já o IPCC (2007), considera que quase metade das emissões anuais de CO₂ (um gás capaz de reter o calor na atmosfera, causando o fenómeno efeito estufa) produzidas pela combustão dos combustíveis fósseis permanece acumulada na atmosfera, sendo restante absorvido da atmosfera pelos oceanos e ecossistemas terrestres.

4. Conclusão

As principais conclusões deste estudo são:

- A análise da dinâmica anual da vegetação entre 2008 e 2017 na zona de estudo, mostrou que a taxa de desflorestação é de 1 745 ha/ano, sendo 145 ha/mês e 5 ha/dia; já a taxa de regeneração estimada é de 6 ha/ano, sendo 0,5 ha/mês e 0,02 ha/dia.
- A perda de área florestal permitiu conhecer que a quantidade de dióxido de carbono emitido a atmosfera na zona e período em estudo é de 11,4 t/ha, sendo 1 kg/m² e 436 100 t/ano, sendo 36 342 t/mês e 1 211 t/dia.

5. Referências

André, B. (2015). **Perfil Da Província Do Moxico. Governo Provincial do Moxico**. Disponível em: <http://www.moxico.gov.ao/InformacoesProvinciais.aspx?tipo=Perfil>. Acessado em: 06/12/2019.

CAVALCANTI, L. C. D. S. (2010). **Geossistemas no estado de Alagoas: uma contribuição aos estudos da natureza em geografia** (Master's thesis, Universidade Federal de Pernambuco).

Chazdon, R. (2012). **Regeneração de florestas tropicais Tropical forest regeneration**. Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi de Ciências Naturais, 7, 195-218.

Dala, A. F.; Quissindo, I. A. B.; Bornot, Y. O. (2018). **Evaluación de tasas de desforestación 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, N° 55 septiembre 2018.

De Souza Costa, F., Bayer, C., Zanatta, J. A., e Mielniczuk, J. (2008). **Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 32(1), 323-332.

Delgado, R. C., Oliveira Junior, J. F. D., Gois, G., & Lyra, G. B. (2014). Cenários climáticos da radiação solar global baseados no modelo regional HadRM3 para o Estado do Acre. *Floresta e Ambiente*, 21(4), 417-428.

FAO (2009b). **Monitorização e Avaliação de Recursos Florestais Nacionais de Angola - Guia para recolha de dados. National Forest Monitoring and Assessment Working Paper NFMA XX/P**. Rome, Luanda (Angola).

FAO. (2009a). **Desflorestação: indicadores de Pressão situação resposta**. Disponível em:<http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/pt/lead/toolbox/Grazing/DeforeEA.htm>.

FAO. (2010). **Food And Agriculture Organization Of The United Nations 2010**. Global Forest Resources Assessment (2010). Rome, Italy. Disponível em: <<http://www.fao.org/forestry/fra/fra2010/en/>>. Data de Acesso: 14/09/2018.

FAO. 2010. **Global forest resources assessment 2010**. Main report. FAO Forestry Paper 163. Roma. 340pp.

Foelkel, C. e Garlipp, R. (2009). **O Papel das Florestas para Atendimento das . Demandas Futuras da Sociedade: XIII Congresso Florestal Mundial/FAO**. Argentina. Disponível em: http://www.sbs.org.br/destaques_POSITIONPAPER.pdf .

Food and Agriculture Organisation. State of the world's forests (2020). **Food and Agriculture Organization, 214p Rome**, 2020. ISBN: 978-92-5-132419-6.

Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S. A. A., Tyukavina, A., & Kommareddy, A. (2013). **High-resolution global maps of 21st-century forest cover change**. science, 342(6160), 850-853.

IPCC (2013) **Principles Governing IPCC Work** . Disponível em: <https://www.ipcc.ch/pdf/ipcc-principles/ipcc-principles.pdf> acessado em Agosto de 2020.

Leary, K. (2014). **The Examined Life: How We Lose and Find Ourselves, by Stephen Grosz, New York, NY: WW Norton & Company, 2013, 251 pp., \$24.95**. Psychoanalytic Psychology, 31(3), 449-451.

Leite, F. S., & Rezende, A. V. (2010). **Estimativa do volume de madeira partindo do diâmetro da cepa em uma área explorada de floresta amazônica de terra firme**. Ciência Florestal, 20, 69-79.

Mayaux, P., Pekel, J. F., Desclée, B., Donnay, F., Lupi, A., Achard, F., ... & Belward, A. (2013). **State and evolution of the African rainforests between 1990 and 2010**. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 368(1625), 20120300.

Ngolo, A. O., Fernandes Filho, E. I., Ferreira, W. P. M., & Fernandes, R. B. A. (2018). **Zoneamento agroclimático para a cultura do cafeeiro em Angola**. Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics), 19-28.

Palacios, G. et al. (2015). **Spatial Dynamic and Quantification of Deforestation and Degradation in Miombo Forest of Huambo province (Angola) during the period 2002-2015**. SASSCAL project proceedings. Huambo, Angola. 182pp.

Pedro, M. S. (2010). **Balanco de Carbono no Sector do Pinheiro Bravo da Mata Nacional de Leiria, Aveiro – Portugal**. Universidade de Aveiro.

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. Volume 2, Issue 2.

Quissindo, I. A. B. (2016). **Aplicación de sensores multiespectrales para la tipificación de bosque de Miombo en el municipio de Bailundo (HuamboAngola), Masthefthesis**. SASSCAL-UCO-UJES. Cordoba: Geoforest.

Quissindo, I. A. B.; Quartin, V. L. (2019). **Análise de dados climáticos e índices de vegetação na distribuição epidemiológica da malária no município do huambo (huambo-angola)**. XXIX Encontro da Associação das Universidades de Língua Portuguesa (AULP) – Lisboa, Portugal, 03-05 Julho 2019. ISBN: 978-989-8271-19-8.

Sanderman, J., Hengl, T., Fiske, G., Solvik, K., Adame, M. F., Benson, L., e Duncan, C. (2018). **A global map of mangrove forest soil carbon at 30 m spatial resolution**. Environmental Research Letters, 13(5), 055002.

Sanfilippo, M. (2014). **Trinta árvores do miombo Angolano**. Guia de campo para a identificação. COSPE, Firenze.

Santos, T. O. (2017). **Os impactos do desmatamento e queimadas de origem antrópica sobre o clima da Amazônia brasileira: um estudo de revisão**. Revista Geográfica Acadêmica, 11(2), 157-181.

Souza, F. C. D. (2011). Dinâmica de uma floresta de terra firme na Estação Experimental de Silvicultura Tropical, Manaus, Amazonas.

Souza, K. B., Silva, J. B. L., Ratke, R. F., Lisboa, G. S., & Almeida, K. N. S. (2019). **Influência do uso e ocupação do solo na disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica do Rio Uruçuí-Preto, Piauí**. Nativa, 7(5), 567-573.

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

Weather Spark. (2019). **Condições meteorológicas médias de Luau Angola**. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/87800/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Luau-Angola-durante-o-ano>. Acessado em: 06/12/2019.

Zinga, C. B. (2012). A desflorestação em Cabinda: causas e consequências socio-ambientais (Doctoral dissertation, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa). C.C.E. (2008). **Enfrentar os Desafios da Desflorestação e da Degradação Florestal para Combater as Alterações Climáticas e a Perda de Biodiversidade, Bruxelas**. Disponível em:<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0066:FIN:PT:PDF>>.