

Medidas de mitigação dos impactos ambientais na mata ciliar da nascente do Rio Cocuio (Huambo-Angola)

Virgínia Lacerda Quartin¹, Paulino César Lumingo², Isáú Alfredo Bernardo Quissindo¹

¹Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade José Eduardo dos Santos (UJES), Huambo-Angola. (Autor para correspondência: vmalacerda@hotmail.com).

²Mestre em Educação para a Conservação da Natureza pelo Instituto Superior de Ciências da Educação do Huambo (Angola).

Artigo do evento: Edição Especial – Angola. Submetido em: 21/04/2021, Revisado em: 24/04/2021, Aceito em: 23/05/2021

RESUMO

O presente trabalho teve como objectivo propor medidas de mitigação dos impactos ambientais na mata ciliar da nascente do rio Cocuio. Foi realizado no extremo Oeste da comuna do Huambo, concretamente no bairro Quissala Nicolau, limitado a Norte pelo bairro Raimundo, a Sul pelo Lufefena, a Este pela Escola de Formação de Professores da ADPP e a Oeste pelo bairro Cassenda, compreendendo uma área total de 7.520 m². Para a análise da vegetação e do teor de humidade na vegetação e espaço circundante, foram calculados os Índices de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI) e de Água de Diferença Normalizada (NDWI) no software Quantum Gis através do processamento de imagens da série Landsat 8 adquiridas no dia 27/09/2017. Seguidamente, aplicou-se um inquérito a uma amostra de 50 dos 116 indivíduos da população, cuja análise estatística permitiu-nos inferir o conhecimento empírico daquela comunidade sobre questões ambientais. Durante o trabalho de campo foram extraídas coordenadas geográficas e captadas imagens fotográficas da área de estudo. Os resultados mostraram: que a dinâmica das classes de uso e ocupação do solo relacionadas com a vegetação sofreram uma alteração considerável no período em estudo; que a taxa anual de desflorestação estimada foi de 7.125 m²; que a comunidade da zona é maioritariamente camponesa de subsistência e para comercialização, o que fomenta a prática da agricultura itinerante em zonas florestais, contribuindo para a devastação da mata ciliar. Entre as medidas de mitigação dos impactos causados pela ação antrópica na zona em estudo recomenda-se o fomento das práticas de cultivos de árvores ou espécies frutícolas, de ecoturismo e piscicultura.

Palavras-Chaves: Desflorestação, Mata ciliar, Biodiversidade, Nascente e Imagens de satélite.

ABSTRACT

The present research whose aim was to recommend mitigate environmental impacts measures in the riparian forest of the source of the Cocuio River, was carried out in the extreme west of the commune of Huambo, specifically in the Quissala Nicolau neighborhood, limited to the north by the Raimundo neighborhood, to the south by the Lufefena neighborhood, to the east by the ADPP Teacher Training School and to the west by the Cassenda district, comprising an area total of 7,520 m². The calculation of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and Normalized Difference Water Index (NDWI) was made using the Quantum Gis software through the processing of Landsat 8 series images acquired on 09/27/2017. Then, a survey was applied to a sample of 50 of the 116 individuals in the population, whose analysis allowed us to infer the empirical knowledge of that community on environmental issues; during fieldwork, geographical coordinates were extracted and photographic images were captured from the study area. The results showed that the dynamics of land use and occupation classes related to vegetation underwent a considerable change in the period under study; the estimated annual deforestation rate was 7,125 m²; the area's community is mainly peasant, seller and peasant-seller, which promotes the practice of itinerant agriculture in forest areas, contributing to the devastation of riparian forest; Among the measures to mitigate the impacts caused by anthropic action in the area under study, the promotion of practices of cultivation of trees or fruit species, ecotourism and fish farming stands out.

Keywords: Deforestation, Riparian Forest, Biodiversity, Headwater and Satellite Images.

Quartin, V.L., Lumingo, P.C., Quissindo, I.A.B. (2021). Medidas de mitigação dos impactos ambientais na mata ciliar da nascente do Rio Cocuio (Huambo-Angola). *Meio Ambiente (Brasil)*, v.3, n.4, p.17-32.



1. Introdução

Este artigo resulta de uma investigação feita na nascente do rio Cocuio, sobre o seu estado de conservação, em virtude da devastação que a sua vegetação ciliar tem vindo a sofrer. Para o efeito, além do trabalho realizado *in situ*, apoiamo-nos numa ampla revisão bibliográfica sobre estudos de proteção e conservação da mata ciliar (cobertura vegetal situada nas margens de lagos, represas, albufeiras, rios e reservatórios) de nascentes.

Durante a pesquisa, procuramos identificar os problemas que estão na base da má conservação da mata ciliar da nascente do rio Cocuio e os possíveis impactos ambientais decorrentes do seu mau estado de conservação, bem como propusemos algumas medidas de mitigação. Constatamos que a destruição da mata ciliar da nascente do rio Cocuio resulta fundamentalmente da ação antrópica, de um lado os camponeses que têm vindo a alargar os seus campos agrícolas e, por outro lado o aumento das moradias decorrentes do surgimento e crescimento do bairro de Quissala Nicolau desde 2011.

Para Laureano et al. (2017), a desflorestação é o processo de desaparecimento de massas florestais, devido fundamentalmente à actividade humana, com objectivo de utilizar o solo para outros fins “economicamente mais rentáveis”. Por seu turno, Castro et al. (2013) afirma que a “mata ciliar” se constitui num importante suporte de segurança para o equilíbrio do ecossistema e suas relações intrínsecas, estando associada ao maneio e conservação dos recursos naturais”.

Os autores sustentam que a importância da existência de florestas ciliares ao longo dos rios, ao redor de lagos e reservatórios, fundamenta-se no amplo espectro de benefícios que este tipo de vegetação traz ao ecossistema, exercendo função protetora sobre os recursos naturais bióticos e/ou abióticos.

Considerando que os impactos ambientais resultantes da desflorestação da vegetação ripícola da nascente do rio Cocuio, consubstanciam-se fundamentalmente na eventual compactação do solo, no aumento do escoamento superficial, risco de assoreamento, diminuição da disponibilidade e da qualidade da água, para o consumo humano, irrigação dos campos e a geração de energia eléctrica, entre outros, que podem ter implicações na saúde e na economia da região.

Uma vez que o meio ambiente é um sistema harmonioso, a desflorestação da vegetação ciliar da nascente do rio Cocuio pode provocar um conjunto de impactos ambientais em cadeia que irão afetar sobretudo a disponibilidade e a qualidade da água, ameaçando gravemente a manutenção da biodiversidade existente quer na mata ciliar como no meio aquático podendo vir a comprometer inclusive, o normal funcionamento da barragem do Gove, reduzindo consideravelmente a sua capacidade de gerar energia hidroelétrica, afetando directamente as populações e o sector económico da região Centro e Sul do país, com maior realce a área coberta pela bacia hidrográfica do rio Cunene, que além de significativa é onde se insere o rio Cocuio.

Por isso, não devemos perder de vista o facto de que a bacia hidrográfica do rio Cunene é das mais importantes do País pela área que ocupa e pelas várias barragens construídas a jusante e que servem para gerar energia hidroelétrica e a irrigação de centenas de áreas de campos cultivados. A nascente do rio Cocuio enquadra-se na bacia hidrográfica do rio Cunene, de acordo com o CETAC (2017), é um afluente do rio Lufefena que, por sua vez desagua no rio Cunhoñamua e, finalmente com as suas águas a desaguar na grande albufeira do Gove.

Portanto, o presente artigo teve por objectivo propor medidas de mitigação dos impactos ambientais causados pela ação antrópica na mata ciliar da nascente do rio Cocuio, no bairro Quissala Nicolau, comuna do Huambo (Huambo-Angola).

2. Material e Métodos

2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado na zona da Nascente do Rio Cocuio, (Bairro Quissala Nicolau), que se encontra entre as coordenadas -12.75019 de Latitude Sul e 15.65195 de Longitude Oeste para o extremo superior direito e -12.75029 de Latitude Sul e 15.6518 de Longitude Oeste para o extremo inferior esquerdo. A Nascente do Rio Cocuio, ocupa uma área de 7.520 m² aproximadamente (7,5 ha), localiza-se a Oeste da Comuna Sede do Município do Huambo, a uma distância de 12 km em relação ao centro da cidade (figura 1); a uma altitude média de 1720m.

Figura 1 – Mapa de localização da zona em estudo



Fonte: Autores (2021)

Devido ao facto de a província estar localizada sobre um Planalto acima de 1.774 m de altitude, possui um clima Tropical de Altitude (Cwb) ou Clima Oceânico (Cwb). Caracterizado por Verões húmidos e mornos, noites amenas, dias relativamente quentes e Invernos secos com dias amenos e noites relativamente frias (Quissindo et al., 2016).

O clima é quente e temperado em Cocuio. Há muito menos pluviosidade no inverno que no verão. Segundo a Köppen e Geiger o clima é classificado como Cwb. A temperatura média anual em Cocuio é 18.9 °C. A pluviosidade média anual é 1.347 mm. Junho é o mês mais seco com 0 mm. Apresentando uma média de 243 mm, o mês de Dezembro é o de maior precipitação. Setembro é o mês mais quente do ano com uma temperatura média de 20.7 °C. 16.0 °C é a temperatura média de Junho. Durante o ano é a temperatura mais baixa. 243 mm é a diferença de precipitação entre o mês mais seco e o mês mais chuvoso. 4.7 °C é a variação das temperaturas médias durante o ano no caso concreto de 2019 (World Climate Data, 2019).

O Huambo encontra-se todo localizado na zona de climas alternadamente húmidos e secos das regiões intertropicais de ventos alisados. Devido à altitude a que a maior parte do território do distrito se encontra, o clima é em geral temperado a (temperado-quente), sendo a temperatura média anual inferior a 20° C. “O mês mais frio é o de Junho (excepcionalmente o de Julho), o mais quente é o de Setembro e Outubro, são

desconhecidos registos de temperaturas mínimas inferiores a 0° C. a estação das chuvas estende-se de Outubro a Abril” (Memórias da Junta de Investigação do Ultramar, 1961).

Os meses de Maio e Setembro transitórios. Na estação de chuvas os picos máximos são atingidos entre os meses de Novembro e Dezembro e os picos mínimos entre Março e Abril. Quanto a humidade do ar, é seco pois a humidade relativa média anual anda à volta dos 60 a 70%, apresentado os meses da estação chuvosa valores mais elevados concretamente 75 a 85% e no cacimbo registam-se valores baixos situados entre os 35 a 55%, sendo que no cacimbo os dias registam dados de humidade do ar baixos < a 30%.

Como mencionado anteriormente a zona de estudo localiza-se no Bairro Quissala Nicolau que é limitado à Norte pelo bairro Raimundo, a Sul pelo bairro Lufefena, a Este pela escola de Formação de Professores da ADPP da Quissala e a Oeste pelo Bairro Cassenda. O nome da nascente segundo a tradição oral da área originou-se pelo facto de terem predominado árvores de Ucuíuo (figueira – *Ficus elastica*.) e Ussombo (*Sizygium guineense*) no passado; dali o nome Cocuio. O rio Cocuio “é um afluente do rio Lufefena que, por sua vez desagua no rio Cunhoñamua e, finalmente com as suas águas a desaguar na grande albufeira do Gove. Quer dizer estamos perante a bacia hidrográfica do rio Cunene” (CETAC, 2017).

Para o CETAC, (2017), constituíram-se motivos para incluir o estudo desta nascente, no conjunto das demais “devido a natureza rural da sua inserção, o facto de estar localizado numa zona fracamente povoada e por fazer com o rio Lufefena um aluvião onde estão instaladas “*nakas*”. Constatamos estas afirmações no local e entendemos que o facto de a nascente do rio em estudo situar-se numa zona rural e pouco povoada, são factores que de alguma forma jogam a favor de um eventual projecto de recuperação da mesma.

No que diz respeito à qualidade da sua paisagem, constatou-se que as encostas e a envolvimento estão recobertas, apesar de erráticamente, com vegetação exótica – eucalipito – em particular na cabeceira e, ainda, com vegetação autóctone de “*Miombo*” em algumas partes da encosta (CETAC, 2017).

Diniz (2006) sustenta que os solos predominantes no planalto central são uma variedade que vai desde os oxissialíticos pardo-acinzentados, oxipsâmicos pardacentos, paraferalíticos (eutro e tipo-paraferalíticos), francamente ferralíticos vermelhos, francamente ferralíticos amarelos e pardacentos, ferralíticos típicos, psamo-ferralíticos, psamo-hidromórficos, com materiais lateríticos a pouca profundidade, litossolos e afloramentos rochosos. Entre todos estes os mais predominantes no planalto central são os ferralíticos que possuem uma drenagem conveniente, condições físicas favoráveis às práticas agrícolas, possibilitando operações agrícolas ao longo do ano, mas em contrapartida são de fraca capacidade de retenção para a água e de baixo nível de fertilidade intrínseca.

O bairro de Quissala Nicolau tem várias potencialidades, com uma densidade populacional, de 58 (cinquenta e oito) famílias perfazendo um universo de cerca de 116 (cento e dezasseis) indivíduos em idade produtiva, que se dedicam fundamentalmente a agricultura e ao comércio, sendo que a primeira actividade alimenta a segunda, ou seja, comercializam os produtos que produzem nos campos e *nakas*, com o auxílio de fertilizantes químicos, porque sem os mesmos a produção é baixíssima. Produzem fundamentalmente o milho, feijão, soja, batata rena e doce, banana e hortícolas diversas, existe igualmente a prática de alguma actividade pecuária e a localidade é potencialmente turística dadas as lindas paisagens que possui e uma vista privilegiada para a cidade do Huambo.

2.2 Recolha da Informação

a) Informação geográfica ou dados geoespaciais

Os ficheiros vectoriais (em formato shapefile) utilizados na elaboração do mapa de localização da área de estudo foram obtidos dos servidores africano de dados geográfico Map Library (www.maplibrary.org/) e mundial Natural Earth (www.naturalearthdata.com).

Já as imagens Landsat 8 foram obtidas a partir do servidor do Serviço Geológico dos Estados Unidos da América Earth Explorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). De acordo com Coelho & Correa (2013), estas

imagens apresentam a seguinte resolução espacial: 1 Banda Pancromática de 15 metros de resolução, 8 Bandas Multiespectrais (coloridas) de 30 metros e 2 Bandas Térmicas de 100 metros de resolução. As bandas úteis para estudos de vegetação e parâmetros ambientais são as Pancromáticas e Multiespectrais, sendo que estas foram as utilizadas neste estudo.

Além disso, foram realizadas actividades de campo, durante as quais foram colhidos dados como: coordenadas geográficas, fotografias e identificação das espécies (vegetais e animais), baseada na bibliografia de Sanfilippo (2014), através da comparação de espécies. As referidas coordenadas geográficas foram extraídas com o auxílio do aplicativo de código aberto Minha Localização GPS instalado em aplicativo android, as fotografias foram retiradas com auxílio de um tablet Samsung.

b) Inquérito

Além dos dados geoespaciais, também foram coletados dados em campo através de um inquérito aplicado em uma amostra considerável da população (43% da população em idade produtiva). O critério de seleção e uso de inquérito em lugar de entrevista, deveu-se ao facto de a comunidade circunvizinha ao ecossistema em estudo apresentar baixo nível de escolaridade, evidenciado na interação com a comunidade nas primeiras visitas de campo.

A aplicação deste inquérito foi feita no mês de Maio do ano 2019, no Bairro Quissala Nicolau, Comuna do Huambo.

O delineamento experimental utilizado foi completamente casualizado, que é caracterizado pela igualdade de chances de os indivíduos da população poderem fazer parte da amostra e estar todos sujeitos ao mesmo inquérito.

Já o método de amostragem utilizado foi o de “aleatória simples” com aqueles que tinham idade produtiva. O primeiro passo foi aferir o tamanho da população, tarefa realizada através de depoimentos das autoridades tradicionais da zona. Assim, do universo da população residente na zona (116 indivíduos em idade produtiva), foram inquiridos 50 indivíduos que aleatoriamente dirigiam-se ao local de realização do inquérito.

2.3 Tratamento e análise da informação

O estudo na sua íntegra foi realizado na zona da Nascente do Rio Cocuio, entre Janeiro e Outubro de 2019. Tal como na aquisição dos dados, o tratamento e análise dos mesmos obedeceu a duas etapas.

a) Análise da informação geográfica ou dados geoespaciais

A metodologia adoptada para o cálculo dos índices de vegetação e água foram as propostas por Jensen (1996), para o NDVI e Gao (1996), para o NDWI.

Assim, para o cálculo dos Índices de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI) e de Água de Diferença Normalizada (NDWI) foram utilizadas imagens do sensor Landsat 8 adquirida no dia 27/09/2017. Previamente, estas imagens foram processadas com a calculadora raster do software Quantum Gis.

Para o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI da sigla inglesa *Normalized Difference Vegetation Index*), que de acordo com Fensholt & Proud (2012), é o índice de vegetação mais conhecido e com aplicação na agricultura, silvicultura e áreas de meio ambiente que indica a actividade fotossintética ativa. À medida que aumenta a quantidade de vegetação verde de uma zona, aumenta a reflexão na banda do infravermelho próximo e diminui a reflexão na banda do vermelho fazendo com que o aumento da razão seja potencializado, realçando assim a vegetação.

A vegetação é caracterizada assim, por uma intensa absorção devido à clorofila na região do vermelho (0,63 – 0,69 μm) e por uma intensa energia refletida na região do infravermelho próximo (0,76 – 0,90 μm) causada pela estrutura celular das folhas. Se o objectivo central é gerar o NDVI do anexo selecionado, só é

necessário utilizar as bandas 3 e 4 do anexo, as quais atuam no comprimento de onda que é correspondente a região do visível-vermelho e ao infravermelho próximo. Segundo Palacios et al., (2015) e Fensholt & Proud, (2012), o NDVI é um indicador útil na análise de presença ou ausência de vegetação ou biomassa e da atividade fotossintética.

Deste modo Jensen (1996), descreve a fórmula para o cálculo do NDVI com a seguinte equação:

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{NIR} - \text{Red})}{(\text{NIR} + \text{Red})}$$

Onde:

NDVI é o Índice de Vegetação de Diferença Normalizada;

NIR é a refletância no comprimento de onda correspondente ao Infravermelho Próximo (0,76 a 0,90 μm);

Red é a refletância no comprimento de onda correspondente ao Vermelho (0,63 a 0,69 μm).

Assim este índice permite também fazer a avaliação fenológica de uma ou mais culturas durante um período de tempo. Oteros et al. (2013), considera que a fenologia de uma cultura mostra sua relação com as condições do ambiente, tais como temperatura, luz e humidade. Ela indica as mudanças exteriores (morfologia) e as transformações que estão relacionadas ao ciclo da cultura. Representa, um importante parâmetro no estudo de como uma cultura se desenvolve ao longo de suas diferentes fases: germinação, emergência, crescimento e desenvolvimento vegetativo, florescimento, frutificação, formação das sementes e maturação. Muitos processos fenológicos, como a queda de folhas e a floração, estão claramente relacionados ao clima. Estudos fenológicos têm ganho especial importância na última década devido ao seu papel relevante no manejo e conservação de vegetações.

Já o Índice de Água de Diferença Normalizada do inglês *Normalized Difference Water Index* (NDWI), o vulgo Índice de Humidade foi obtido através da razão entre a diferença das refletividades do infravermelho próximo e do infravermelho médio, e a soma das mesmas, conforme proposto por Gao (1996):

$$\text{NDWI} = \frac{\rho_{IV} - \rho_{MIR}}{\rho_{IV} + \rho_{MIR}}$$

Onde:

NDWI é o Índice de Água de Diferença Normalizada;

ρ_{IV} é a Banda Infravermelha Próxima;

ρ_{MIR} é a Banda Infravermelha Média.

Segundo McFeetrs (1996), o NDWI, foi concebido com a finalidade de delinear ambientes de águas abertos, automatizando a determinação do limiar entre água e terra (vegetação terrestre e solos), permitindo: Maximizar a refletância típica da água utilizando o comprimento de onda do verde; Minimizar a baixa refletância dos corpos de água no infravermelho próximo; Realçar o contraste entre a água e a cobertura vegetal, proporcionada pelo infravermelho próximo.

Já Gao (1996), descreve que o valor de NDWI varia de -1 para 1. McFeeters (1996) definiu zero como o limiar. Isto é, o tipo de cobertura é a água se $\text{NDWI} \geq 0$ e não será água se $\text{NDWI} \leq 0$.

Com base nos dados de Hansen et al. (2013), desenvolvido pelo *Google Earth Engine*, foram utilizados resultados da análise de séries temporais de imagens Landsat, caracterizando a extensão e a dinâmica da vegetação entre os anos 2001 a 2017 na Zona da Nascente do Rio Cocuio e arredores.

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”. 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 2000-2017. Já o “ganho de cobertura florestal” é definido como

o inverso da perda, ou uma mudança não florestal para floresta inteiramente no período de 2000 a 2012. O “ano de perda da floresta” é uma desagregação do total de perda de floresta para escalas de tempo anuais.

As imagens de referência de 2000 e 2017 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).

Por ser uma área de pequena extensão, a cobertura do dossel considerada para a análise foi de 10%, uma vez que maiores valores de cobertura do dossel são tidos em conta em áreas muito extensas.

b) Análise dos dados do inquérito

Além dos dados geoespaciais, também foram analisados dados levantados em campo através de inquérito.

O tratamento estatístico destes dados foi feito no Excel do Pacote Office versão 2016. Os dados foram tabulados e analisados em forma de gráficos e tabelas, tendo sido analisados valores estatísticas em percentagens e obtidas as linhas de tendência, bem como o coeficiente de determinação (R-quadrado), que permitiu ajustar melhor o modelo (gráfico), sendo o mais adequado a regressão linear simples.

Neste tratamento foram analisadas informações que caracterizam a população e suas actividades diárias relacionadas com questões ambientais, bem como a opinião da população sobre estas questões.

Entre as questões que fizeram parte do inquérito, constam:

1. Dados que caracterizam a comunidade do ponto de vista socioeconómico e profissional;

2. Perguntas técnicas relacionadas com:

- Causas do desaparecimento da vegetação junto aos rios e nascentes;
- Impactos ambientais da perda da vegetação ciliar;
- Medidas de mitigação dos impactos ambientais, resultantes da perda de vegetação ripária adjacente aos rios e nascentes;
- Necessidades dos camponeses, para abandonarem o abate de árvores e a prática da agricultura junto aos rios e nascentes;
- Outras fontes de rendimento alternativo, para garantir sustentabilidade ambiental e socioeconómica.

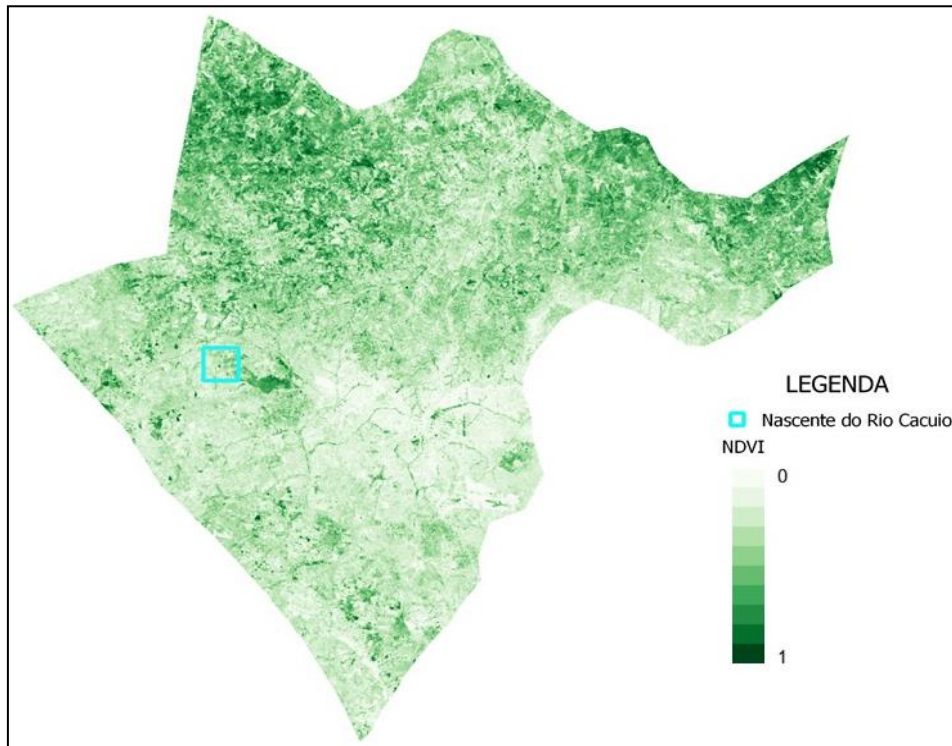
No inquérito, as respostas à estas perguntas tiveram as seguintes opções: 1 = concordo totalmente; 2 = concordo parcialmente; 3 = indiferente; 4 = discordo parcialmente; 5 = discordo totalmente.

Foram inquiridos 50 dos 116 indivíduos que formam 58 famílias que habitam na comunidade, (o que representa 43,1 %), sendo considerada uma amostra representativa.

3. Resultados e Discussão

3.1 Índice de Vegetação de Diferença Normalizada – NDVI na zona da nascente do rio Cocuio (comuna do Huambo)

O NDVI calculado mostrou haver uma actividade fotossintética activa considerável na zona, estando os valores concentrados maioritariamente entre 0,3 – 0,7 (figura 2). Estes valores justificam-se pela existência de áreas florestais que se encontram na Comuna Sede do Huambo (próximas da área de estudo), além de haver vegetação herbácea e cultivos agrícolas em crescimento. A imagem de satélite processada foi obtida pelos sensores óptico (OLI – *Operational Land Imager*) e térmico (TIRS - *Thermal Infrared Sensor*) da série Landsat 8 no início da época chuvosa.

Figura 2 – NDVI da Comuna Sede do Huambo com destaque a nascente do Rio Cocuio

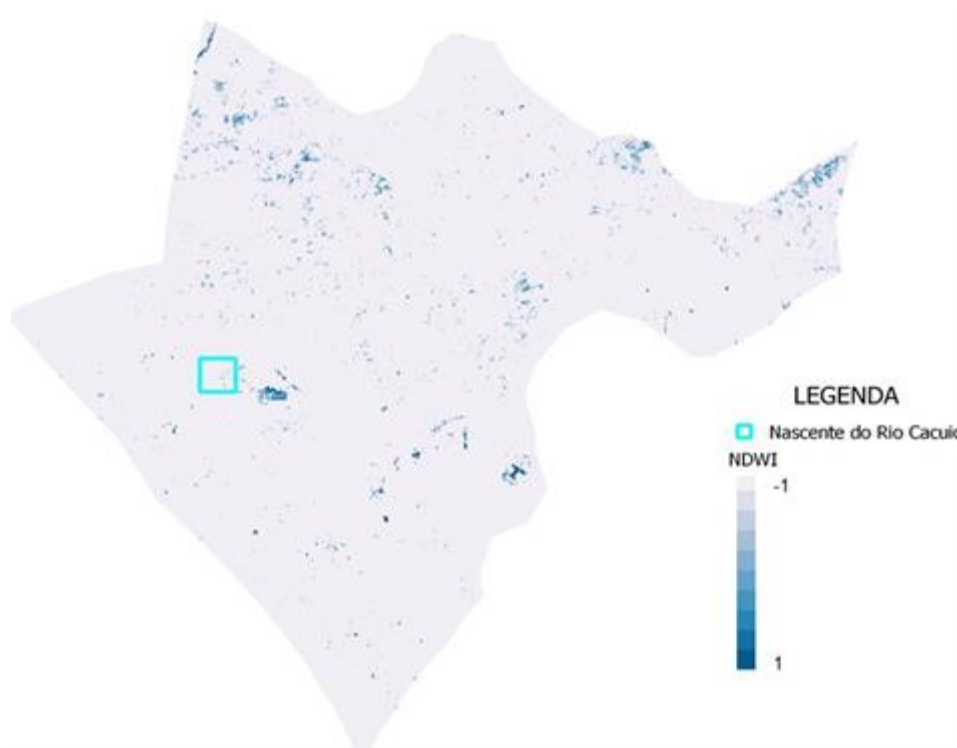
Fonte: Autores (2021)

Em relação à zona da Nascente do Rio Cocuio os valores mais altos registados (cores mais esverdeadas) verificaram-se a nordeste (Figura 2). Este facto parece estar relacionado com o facto de ser uma zona com muita humidade, com vegetação em crescimento e, portanto, com alta actividade fotossintética. Locais de instalação preferencial das “*nakas*”.

Relativamente ao NDVI resultados semelhantes foram obtidos por Quissindo e Quartín (2019), num estudo recente realizado no Município do Huambo no final da época chuvosa (12-18 de Fevereiro) com valores a variarem entre 0,4 e 0,8 o que, segundo os autores, evidencia a existência de vegetação nestas zonas. Já Dala et al. (2018), consideraram que os valores médios de NDVI obtidos em 2018 para o Município de Buco Zau - Província de Cabinda – na floresta do Maiombe, apresentaram pouca variação na actividade fotossintética o que pode estar associado a existência de biomassa florestal fotossinteticamente ativa ao longo de todo o ano ou a existência de vegetação agrícola em zonas em que a floresta tenha sido devastada.

3.2 Índice de Água de Diferença Normalizada – NDWI na zona da nascente do rio Cocuio (comuna do Huambo)

O NDWI obtido mostrou haver diversos corpos de água dispersos (tons azuis no mapa) na Comuna Sede do Huambo, onde se destacam os existentes na proximidade da Zona da Nascente do Rio Cocuio (figura 3).

Figura 3 – NDWI da Comuna Sede do Huambo com destaque a nascente do Rio Cocuio

Fonte: Autores (2021)

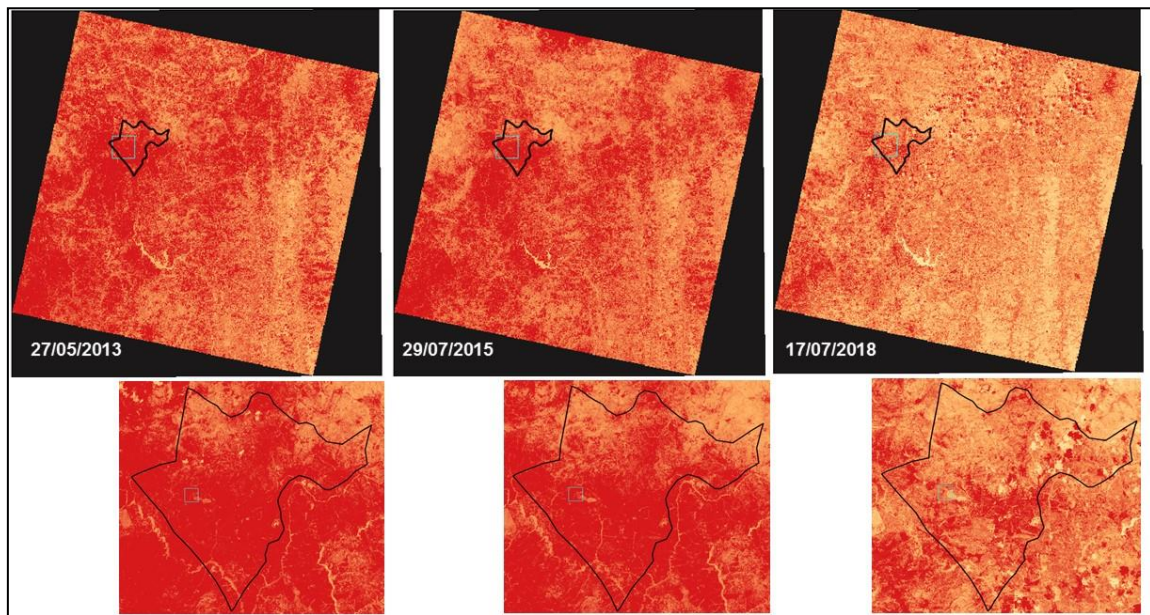
Nota-se que algumas zonas com altos valores de NDVI têm também elevados valores de NDWI (figuras 2 e 3), o que pode estar relacionado com a existência de água ou humidade na parte aérea da vegetação da zona.

As classes de uso de solo que abundam na Zona da Nascente do Rio Cocuio são vegetação herbácea, arbustos, zonas de cultivo e floresta de *Miombo*.

Há poucos estudos feitos em Angola e particularmente no Huambo o que impossibilitou a sua comparação dada a originalidade do estudo. Estudos subsequentes poderão comprovar os valores obtidos.

3.3 Dinâmica das classes de uso de solo

Para melhor análise foram selecionadas imagens do mesmo sensor (Landsat 8) e da mesma época do ano (estação seca). Esta análise mostrou que a dinâmica das classes de uso e ocupação de solo relativas à vegetação sofreram uma alteração considerável, ou seja, a cor avermelhada que nas imagens corresponde a zonas de vegetação verde e com alta actividade fotossintética vai reduzindo com o tempo. Isto indica haver perda de vegetação entre os anos 2013, 2015 e 2018 como se pode observar na figura 4.

Figura 4 – Imagens em falsa cor do sensor Landsat 8 da Zona da Nascente do Rio Cocuio

Fonte: Autores (2021)

3.4 Dinâmica da vegetação entre 2001 e 2017 na zona da nascente do rio Cocuio e arredores

A análise da dinâmica da vegetação na Zona da Nascente do Rio Cocuio e arredores no período 2001-2017 mostrou haver uma perda de vegetação na ordem dos 2 ha por ano. Maiores perdas de área florestal foram registadas nos anos 2001 e 2009, enquanto nos períodos entre 2003-2006, 2011 e 2013 e 2015-2016, não se registou perda de área florestal.

O estudo não mostrou ganho de área florestal para o período em estudo o que pode estar relacionado com o facto de a zona ser exclusiva para prática agrícola durante o ano, devido a existência de *nakas*. Os valores absolutos e percentuais relativamente a perda de área florestal em cada ano e durante o período 2001-2017 estão descritos detalhadamente na Tabela 1.

Tabela 1 – Dinâmica da vegetação entre 2001 e 2017 na Zona da Nascente do Rio Cocuio e arredores (Área 1.840 ha)

Ano	Perda florestal durante o ano (ha)	Perda florestal durante o período (ha)	Área florestal disponível (ha)	Percentagem da área florestal disponível
2001	4,19	4,19	1835,81	99,8
2002	0,17	4,36	1831,45	99,5
2003	0	4,36	1827,09	99,3
2004	0	4,36	1822,73	99,1
2005	0	4,36	1818,37	98,8
2006	0	4,36	1814,01	98,6
2007	0,18	4,54	1809,47	98,3
2008	0,26	4,80	1804,67	98,1

2009	2,53	7,33	1797,34	97,7
2010	0,09	7,42	1789,92	97,3
2011	0	7,42	1782,5	96,9
2012	0,87	8,29	1774,21	96,4
2013	0	8,29	1765,92	96,0
2014	0,09	8,38	1757,54	95,5
2015	0	8,38	1749,16	95,1
2016	0	8,38	1740,78	94,6
2017	0,17	8,55	1732,23	94,1

Fonte: Autores (2021)

Analisando os dados contidos na tabela 1 fica evidente que no período analisado entre 2001 e 2017, na zona da nascente do rio Cocuio e arredores numa área de 1.840 ha, tem vindo a ser desflorestada paulatinamente este perímetro se atendermos ao facto de que na coluna da percentagem da área florestal disponível do quadro nota-se que em 2001 era de 99,8% correspondendo a uma área florestal disponível de 1.835,81 ha, uma vez que nesta zona, naquele ano, apenas haviam sido desflorestados 4,19 ha. Ao fixarmos no ano de 2017 notaremos que a percentagem da área florestal disponível desce para 94,1%, um decréscimo na ordem de 5,7% em dezassete anos e proporcionalmente decresce a área florestal disponível para 1.732,23 ha, havendo um crescimento em relação a área desmatada durante o mesmo período que se cifra em 8,55 ha. Ao olharmos para estes dados percebemos ainda que a desflorestação naquele perímetro tem avançado silenciosamente com a percentagem da área florestal disponível a decrescer em média quatro, três a dois dígitos por ano, pelo que tem que se reverter este quadro, com acções de sensibilização e consciencialização daquela comunidade sobre os perigos que podem advir desta prática lesiva ao meio ambiente.

Os resultados aqui apresentados são corroborados por Sanfilippo (2014), que 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).

Sobre as causas do desaparecimento da vegetação ciliar, junto dos rios e nascentes apontadas no presente estudo, está de certa forma alinhadas com a visão de Rocha et al. (2017), que considera que há maior desaparecimento sempre que haja falta de protecção das nascentes e a proximidade com residências e outros estabelecimentos (a menos de 50 ou 100 metros).

3.5 Caracterização da comunidade circunvizinha ao rio Cocuio

Do ponto de vista social, é expressiva a existência de mais indivíduos inquiridos do sexo masculino num total de 84% em relação ao sexo feminino com apenas 16%. Esta diferença deve-se ao facto de os indivíduos inquiridos serem maioritariamente os chefes de família, que, na cultura angolana é mais comum ser o homem do que a mulher. Além disso, é notável haver mais casados inquiridos do que solteiros com 68% e 32%, respectivamente.

Outro aspecto interessante é que 38% dos inquiridos são jovens com idades compreendidas entre 20 e 30 anos enquanto que os idosos correspondem apenas a 10% com idades compreendidas entre 61 e 70 anos de vida. Facto que nos leva a concluir que a comunidade do bairro Quissala Nicolau é a exemplo da população

angolana em particular e africana em geral maioritariamente jovem, o que por si só representa uma grande esperança e cria de certa forma expectativas, do sucesso que uma boa educação ambiental pode vir a ter.

Entretanto, do ponto de vista ocupacional as famílias do bairro Quissala Nicolau estão distribuídas em cinco categorias, nomeadamente agricultores, agricultores vendedores, vendedores, produtores de carvão e as famílias que se dedicam a outras ocupações (tabela 2). Os dados contidos neste quadro são bastante esclarecedores, quanto a relação que a desflorestação tem com a prática da agricultura e a produção de carvão, tendo em conta que 32% da população residente no bairro Quissala Nicolau, que circunda a zona da nascente do rio Cocuio, dedica-se à prática da agricultura, seguido de agricultores vendedores com 28%, e a produção de carvão representa 8%.

Este aspecto pode explicar a crescente pressão antrópica exercida sobre a vegetação ciliar na zona em estudo, que tem vindo a contribuir para a prática da agricultura itinerante mediante a conversão de terrenos florestais em agrícolas, devido ao facto de termos a maioria da população do bairro Quissala Nicolau dedicada à agricultura. A percentagem de produtores de carvão pode dar-nos a entender que a devastação da floresta de *Miombo* e da vegetação ciliar em particular, está praticamente consumada razão pela qual a população tem procurado dedicar-se a outras actividades para satisfazer as suas necessidades vitais.

Analisando estas três ocupações económicas descritas do ponto de vista percentual e da implicação que têm na desflorestação, constatamos que somam 68%, o que por si só confirma a implicação que as mesmas têm na perda da vegetação ciliar na zona da nascente do rio Cocuio.

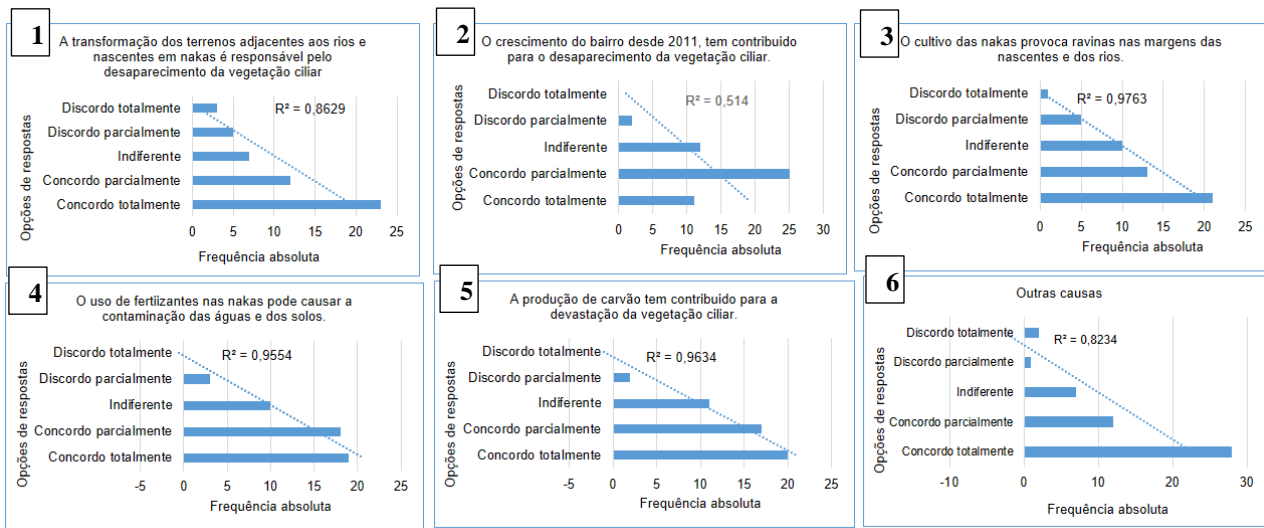
Tabela 2 – Caracterização da comunidade do ponto de vista ocupacional

Ocupação	Nº Absoluto	%
Agricultor	16	32%
Vendedor	10	20%
Agricultor / vendedor	14	28%
Produtor de carvão	4	8%
Outra	6	12%

Fonte: Autores (2021)

A figura 5 apresenta os gráficos sobre as causas do desaparecimento da vegetação junto aos rios e nascentes, para melhor percebermos o que aquela comunidade pensa sobre a questão em causa, elaboramos seis perguntas, cujas respostas variaram numa escala de 1 a 5. Nesta escala, a opção 1 corresponde a concordar totalmente, a 2 a concordar parcialmente, a 3 indiferente, a 4 discordar parcialmente e a 5 discordar totalmente. Com base nas respostas dos inquiridos foram produzidos gráficos, para melhor ilustrar o tratamento estatístico dos dados.

Figura 5 – Resultados dos inquéritos realizados sobre causas do desaparecimento da vegetação junto aos rios e nascentes (gráficos 1 a 6). (n=50)



Fonte: Autores (2021)

Quanto ao gráfico 1 da figura 5 mostra que a transformação dos terrenos adjacentes aos rios e nascentes em “*nakas*” é a responsável pelo desaparecimento da vegetação ciliar. Notou-se haver concordância total em grande parte da população inquirida (46%), seguido pelos que concordaram parcialmente (24%) perfazendo ambas as tendências 70% da vontade dos inquiridos o que por si é bastante significativo.

Relativamente as implicações que a construção do bairro Quissala Nicolau, desde 2011, tem para o desaparecimento da vegetação ciliar (gráfico 2 da figura 5), notou-se que apenas 22% da amostra concordou totalmente que o surgimento do bairro em questão contribuiu de certa forma para o desaparecimento da vegetação ciliar da nascente do rio Cocuio, contra os 50% que concordaram parcialmente perfazendo 72%. Esta discordância pode estar relacionada com o receio dos moradores da comunidade serem desalojados da zona.

O gráfico 3 da mesma figura ilustra a possibilidade de que o cultivo das “*nakas*” tem em originar ravinas nas margens de rios e nascentes; foi possível perceber claramente o nível de conhecimento empírico que a comunidade tem sobre esta questão. Os resultados assim o comprovam já que, 42% da amostra concordou totalmente enquanto 26% apenas parcialmente, perfazendo 68% (>50%). Outros 20% manifestaram-se indiferentes, 10% discordaram parcialmente e apenas 2% discordaram totalmente. Em resumo 42% concordou totalmente, 20% indiferentes e 2% discordaram totalmente.

Em relação ao gráfico 4, cuja questão de fundo prende-se com a implicação que o uso de fertilizantes nas “*nakas*”, pode ter com a contaminação das águas e dos solos e os resultados foram impressionantes visto que 38% dos inquiridos concordaram totalmente, 36% parcialmente o equivalente a 74% e os demais 26% ficaram distribuídos da seguinte forma: 20% mantiveram-se indiferentes, 6% discordaram parcialmente e ninguém discordou totalmente.

No gráfico 5, cuja questão central tinha a ver com a possibilidade de a produção de carvão, ter contribuído para a devastação da vegetação ciliar na nascente do rio Cocuio, os inquiridos posicionaram-se da seguinte forma: 40% concordaram totalmente, 34% parcialmente, 22% indiferentes, 4% discordaram parcialmente e nenhum discordou totalmente.

Por último o gráfico 6 cuja questão central visou perceber a possibilidade de o desaparecimento da vegetação junto aos rios e nascentes ser derivada de outras causas, foram obtidos os seguintes resultados: 56%

concordaram totalmente, 24% parcialmente, 14% indiferentes, 2% discordaram parcialmente e 4% discordaram totalmente.

De um modo geral, nos seis gráficos pode-se observar que, de um modo geral, prevaleceram os que concordaram total e parcialmente sobre as demais opções de resposta que o inquirido previa. Outrossim os níveis de indiferença dos inquiridos sobrepuseram-se aos que discordavam parcial e totalmente em todos os gráficos. O que pode ser perigoso para a preservação do meio ambiente e revelar claramente o comportamento negligente dos moradores daquela comunidade.

Contudo, os gráficos da figura 5 registaram um grau de concordância na ordem de 66% enquanto 31% mantiveram-se indiferentes e 3% discordaram totalmente. Isto significa que a maioria dos inquiridos, mais de 50% concordaram com as causas apontadas do desaparecimento da vegetação ciliar, junto dos rios e nascentes descritas, razão pela qual o valor do coeficiente de determinação destes gráficos é bastante forte, na medida em que variam de 0,95 a 0,97 (próximo de 1), o que explica melhor a relação entre os dados analisados.

3.6 Proposta de acções de educação ambiental para a comunidade do Bairro Quissala Nicolau

Partindo da ideia de que a promoção da Educação Ambiental contribui para a mudança de atitude das pessoas face ao meio ambiente, especialmente em relação aos usuários dos recursos mais frágeis (florestais e hídricos), pretendemos com esta proposta de acções, contribuir para solucionar ou minimizar os impactos ambientais, na mata ciliar da nascente do rio Cocuio, que pode acarretar no futuro um fluxo cada vez mais escasso de água naquela nascente. Assim propomos o seguinte:

1. Trabalhar com as lideranças da comunidade do bairro Quissala Nicolau nomeadamente autoridades tradicionais, catequistas e pastores, com vista a passar-lhes a mensagem da necessidade de sensibilizarem a comunidade sobre os cuidados a terem em conta para preservarem a mata ciliar da nascente do rio Cocuio tendo em conta os resultados obtidos;

2. Promover, por meio de visitas e palestras subordinadas ao tema: “a importância da preservação ambiental das matas ciliares e nascentes”, com vista a “educação ambiental” dos habitantes do Bairro Quissala Nicolau junto à nascente do rio Cocuio destacando a importância da mesma para a população local;

3. Constituir o núcleo de preservação da nascente do rio Cocuio (NPNRC), envolvendo a comunidade local, com o objectivo de sensibilizar e fiscalizar a população e demais interessados, sobre a importância da preservação das nascentes. Esta acção já está em curso e, numa primeira fase vai monitorar o cumprimento da nossa sugestão de deixar um raio de vinte metros ao redor da nascente que não deverá ser cultivado e cinco metros em cada margem do rio.

4. Tendo em conta as respostas dos inquiridos relativamente a outras fontes de rendimento alternativo para garantir sustentabilidade ambiental e socioeconómica, nomeadamente: produção de mel, produção agroflorestal e ecoturismo, propomos igualmente o seguinte:

a) Que o NPNRC trabalhe em conjunto com o Instituto de Desenvolvimento Florestal (IDF) para a formação dos habitantes da área em estudo em apicultura conforme a vontade de 73% dos inquiridos;

b) O mesmo com a Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), com o IDF e com o Gabinete Provincial do Urbanismo e Ambiente para efeitos de implementação gradual de sistemas agroflorestais e de ecoturismo garantindo assim um equilíbrio entre a paisagem, estruturas de lazer e sustentabilidade ambiental e económica, conforme vontade dos inquiridos.

4. Conclusões

As principais conclusões do estudo são:

- A dinâmica das classes de uso e ocupação de solo relacionadas com a vegetação mostrou haver uma alteração considerável no período em estudo, tendo uma taxa de desflorestação anual na ordem dos 7.125 m²;
 - A comunidade circunvizinha a nascente caracteriza-se por ser maioritariamente camponesa, vendedora e camponesa-vendedora, o que fomenta a prática de agricultura itinerante em zonas florestais, contribuindo para a devastação da mata ciliar desta nascente;
 - Entre as medidas de mitigação dos impactos causados pela ação antrópica na zona em estudo destaca-se o fomento das práticas de cultivos de árvores ou espécies frutícolas, de ecoturismo e piscicultura.
- Face a isto, entre as medidas de mitigação dos impactos causados pela ação antrópica na zona em estudo recomenda-se o fomento das práticas de cultivos de árvores ou espécies frutícolas, de ecoturismo e piscicultura.

5. Referências

- Castro, Martha Nascimento; Castro, Rodrigo Martinez; Souza, P. C. (2013). A importância da mata ciliar no contexto da conservação do solo. *Revista eletrônica de educação da Faculdade Araguaia*, 4:230-241, 12.
- CETAC. (2017). *Estudo das Nascentes no Planalto Central*. (M. Lauriano, Joaquim; Teixeira, António Manuel; Eyambo, Horácio, Kanica, Garcia; Matroquela, Ali; Paulo, Paulino Mmoniz; Beirolas, Ed.) (1ª ed.). Huambo.
- Dala, A. F.; Quissindo, I. A. B.; Bornot, Y. O. (2018). Evaluación de tasas de desforestación en el municipio de Bucu 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.
- Diniz, A. C. (2006). *Características mesológicas de Angola*. 2 Ed. IPAD, Lisboa. 546p.
- Fensholt, R., & Proud, S. R. (2012). Evaluation of earth observation based global long term vegetation trends—Comparing GIMMS and MODIS global NDVI time series. *Remote sensing of Environment*, 119, 131-147.
- Gao, B.C. 1996. NDWI – A Normalized Difference Water Index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote sensing of Environment*, 58, 257-266.
- Hansen, M. C. et al. 2013. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science*, 342.6160: 850-853.
- Jensen, J. R. (1996). *Introductory digital image processing: a remote sensing perspective*. 2ª. ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall.
- Laureano, J.; Salumbo, A.; André, F. (2017). *Gestão Sustentável de Terras e Águas no Planalto Central, Face As Alterações Climáticas*. (CETAC, Ed.) (1ª edição). Huambo.
- McFeeters, S.K. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing*, v.17, n.7, p.1425-1432, 1996.
- Oteros, J.; García-Mozo, H.; Vázquez, L.; Mestre, A.; Domínguez-Vilches, E. & Galán, C. (2013). Modelling olive phenological response to weather and topography. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 179: 62-68.

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. 182 pp.

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 (Huambo-Angola), Masterthesis. 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.

Rocha, B. F., Fonseca, A. R., & De Sousa, F.F. (2017). Análise Macroscópica e Parâmetros Microbiológicos de nascentes da área urbana de Cláudio, Minas Gerais, Brasil. Conexão Ci. Formiga/MG | Vol. 12 | Nº 3 | p.17-33 | 201.

Sanfilippo, M. (2014). Trinta árvores e arbustos do miombo Angolano. Guia de Campo para a Identificação.

World Climate Data. (2019). Climatic data for Angola. Acesso: 12/06/2019. Disponível em: Clim <https://pt.climate-data.org/africa/angola/huambo/cacoio-506921/>.