# O USO DO SENSORIAMENTO REMOTO APLICADA NA DETERMINAÇÃO E MODELAÇÃO DAS ZONAS COM MAIORES OCORRÊNCIAS A EROSÃO DOS SOLOS NO MUNICÍPIO DO UÍGE, PROVÍNCIA DE UÍGE-ANGOLA

THE USE OF REMOTE SENSING APPLIED IN THE DETERMINATION AND MODELING OF THE AREAS WITH THE MOST OCCURRENCES OF SOIL EROSION IN THE MUNICIPALITY OF UÍGE, PROVINCE OF UÍGE-ANGOLA

EL USO DE LA DETECCIÓN REMOTA APLICADA EN LA DETERMINACIÓN Y MODELACIÓN DE LAS ÁREAS CON MAYOR EROSIÓN DEL SUELO EN EL MUNICIPIO DE UÍGE, PROVINCIA DE UÍGE-ANGOLA

Khokhy Sefo Maria Barros<sup>1</sup> João Francisco de Sousa Gaspar da Silva<sup>2</sup>

RESUMO: Depois da independência, em Angola o uso e ocupação do solo não foram entendidos como uma função básica dentro de gerenciamento do espaço físico geográfico e a falta desta ferramenta provoca um desajuste no que toca a gestão harmoniosa do território e resultado deste fenómeno são os grandes impactos ambientais que o país esta a viver neste momento. O presente trabalho como objecto geral criar o mapa de erosão do solo do município do Uíge utilizando as técnicas de modelação de dados espaciais com base em dados obtidos por via de sensores aéreos e geoestatística aplicada. Para tal fez-se uma análise qualitativa dos dados já realizados e disponibilizados, houve a necessidade de se utilizar a Equação Universal de Perda de Solo para estimar os índices e classes de erosão de solos, os dados SRTM de 30 metros que permitiu perceber a dinâmica da geomorfologia e as imagens de satélite do sensor Landsat 8 para a classe de cobertura vegetal, levantamento topo-geodésico afim de constatar as zonas erodidas ao longo dos anos. Os resultados espelharam que a nosso área de estudo possui muitas linhas de águas superficiais que desaguam em rios de grandes caudais, e foi possível saber que na área apresenta um período de 9 meses ao longo de um ano de fortes quedas pluviométricas, o crescimento populacional ocorre em grande escala de uma maneira desordenada, o corte ilegal de arvores e as queimadas ao longo das zonas onde se tem praticado a agricultura são os principais elementos para o surgimentos de grandes abertura de ravinamento provocado pela erosão dos solos nesta região.

<sup>1</sup> Mestre em Sistema de Informação Geográfica. Professor Assistente Estagiário no Instituto Superior Politécnico de N'Dalatando. Professor em serviço no Instituto Politécnico da Universidade Kimpa Vita. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7487-9631. E-mail: sefobarros@gmail.com. 2 Doutor em Ciências Aplicadas da Terra, Professor Catedrático da Universidade Agostinho Neto - Faculdade de Ciências Naturais. Presidente do Instituto Superior Politécnico de N'Dalatando. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0773-7043. Email: jszitosilva2011@gmail.com.

Palavras-chave: Erosão dos Solos. Sistema de Informação Geográfico. Cartografia Ambiental.

ABSTRACT: After independence, in Angola the use and occupation of the land were not understood as a basic function within the management of the physical geographic space and the lack of this tool causes a maladjustment regarding the harmonious management of the territory and the result of this phenomenon are the great impacts, environmental issues that the country is experiencing at the moment. The present work as a general objective to create the soil erosion map of the municipality of Uige using spatial data modeling techniques based on data obtained through aerial sensors and applied geostatistics. For this, a qualitative analysis of the data already carried out and made available, there was a need to use the Universal Soil Loss Equation to estimate the indices and classes of soil erosion, the SRTM data of 30 meters that allowed to perceive the dynamics of geomorphology and the satellite images of the Landsat 8 sensor for the vegetation cover class, topo-geodesic survey in order to verify the eroded zones over the years. The results showed that our study area has many lines of surface water that flow into rivers with large flows, and it was possible to know that in the area it has a period of 9 months over a year of strong rainfall, population growth occurs on a large scale in a disorderly manner, the illegal cutting of trees and fires along the areas where agriculture has been practiced are the main elements for the emergence of large ravine openings caused by soil erosion in this region.

**Keywords**: Soil Erosion. Geographic Information System. Environmental Cartography.

**RESUMEN**: Después de la independencia, en Angola el uso y la ocupación de la tierra no fueron entendidos como una función básica dentro de la gestión del espacio físico geográfico y la falta de esta herramienta provoca un desajuste en cuanto a la gestión armónica del territorio y el resultado de este fenómeno son los grandes impactos ambientales que vive el país en estos momentos. El presente trabajo tiene como objetivo general crear el mapa de erosión del suelo del municipio de Uíge utilizando técnicas de modelado de datos espaciales a partir de datos obtenidos a través de sensores aéreos y geoestadística aplicada. Para ello, un análisis cualitativo de los datos ya realizados y puestos a disposición, fue necesario utilizar la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo para estimar los índices y clases de erosión del suelo, los datos SRTM de 30 metros que permitieron percibir la dinámica de geomorfología y las imágenes satelitales del sensor Landsat 8 para la clase de cobertura vegetal, levantamiento topo-geodésico con el fin de verificar las zonas erosionadas a lo largo de los años. Los resultados mostraron que nuestra zona de estudio tiene muchas líneas de agua superficial que desembocan en ríos con grandes caudales, y se pudo saber que en la zona se tiene un periodo de 9 meses a lo largo de un año de fuertes lluvias, el crecimiento poblacional se da de manera paulatina. a gran escala de manera desordenada, la tala ilegal de árboles y los incendios en las áreas donde se ha practicado la agricultura son los principales elementos para la aparición de grandes quebradas provocadas por la erosión del suelo en esta región.

Palabras clave: Erosión de Suelos. Sistema de Información Geográfica. Cartografía Ambiental.

# INTRODUÇÃO

Em condições naturais, as paisagens resultam de um longo e lento processo que envolve o intemperismo das rochas, a formação e erosão geológica do solo. Entretanto, por ocasião da erosão acelerada, principalmente pela acção antrópica, as perdas de solo processam-se em uma velocidade acima das perdas toleráveis de solo, que se refere às taxas aceitáveis de erosão frente ao intemperismo e a pedogénese, resultando na degradação do meio físico. Entre as actividades que mais afectam o ciclo hidros sedimentológico, destacam- se o desmatamento, a agropecuária, a urbanização, a mineração, a construção de estradas, a retificação e o barramento dos cursos de água (BEASLEY, 2007).

O movimento do solo por acção da chuva é um processo complexo, influenciado pela quantidade, intensidade e duração da chuva, natureza do solo, cobertura vegetal, e declividade da superfície do terreno, sendo a interação desses factores determinantes da erosão.

Segundo (CARVALHO, 2003), O processo erosivo começa quando as gotas da chuva atingem a superfície do solo e destroem os agregados, assim, as partículas se soltam, o material desprendido é transportado e depositado em outro local. O solo perde a capacidade de infiltração pela acção de compactação da gota e a taxa de infiltração diminui proporcionalmente ao tamanho da gota.

O processo de salpicamento das partículas do solo por acção das gotas é afectado pelo tamanho da gota, velocidade da queda e pela intensidade da chuva, sendo este processo mais pronunciado em terrenos de maior declividade. A presença de cobertura vegetal diminui o salpicamento e o solo será desprendido em sua maioria pela concentração da enxurrada (COLLISCHONN, 2003).

De acordo com (DENARDINI, 2006), o comportamento diferenciado dos solos ao processo de erosão recebe o nome de erodibilidade. A erodibilidade expressa a susceptibilidade do solo à erosão hídrica e é reflexo dos atributos mineralógicos, químicos, morfológicos e físicos dos solos. Usualmente, devido às suas características intrínsecas, é expressa em termos de índice de erodibilidade, sendo o mais estudado, o factor K da Equação Universal de Perda de Solo.

Dentre os diversos modelos de predição de perdas de solo pela erosão hídrica, a chamada Universal SoilLoss Equation (USLE) de (NOGUEIRA, 2007), é considerado um desenvolvimento de impactos importantes sobre os esforços de conservação do solo, por possibilitar a transferência de tecnologia entre pesquisadores e os usuários (extensionistas e produtores).

Segundo (BERTONI, 2004), adaptaram a USLE às condições brasileiras, mais especificamente às paulistas, a partir de experimentos de campo para parametrização de seus factores nas condições de solo e clima locais, resultando no que passou a ser conhecida como Equação Universal de Perda de Solo (EUPS), numa tradução directa da expressão USLE. A EUPS, agrupa as variáveis que influenciam a erosão em factores

genéricos de relevo, clima, solo e cobertura vegetal, que se relacionam da seguinte forma da Equação (1).

$$A = R. K. LS. C. P$$
 (1)

Onde A representa a perda de solo (t.ha-¹.ano), R factor de erosividade da precipitação (MJ.h.ha-¹.mm-¹), K factor de erodibilidade do solo (t.h.MJ-¹), LS factor topográfico, que compreende o comprimento de rampa ou de encosta (L) e a declividade da vertente (S), C factor relativo à cobertura vegetal e P factor de práticas agrícolas conservacionistas, com LS, C e P dimensionais.

Em analogia à EUPS, novos modelos foram desenvolvidos, dos quais se destacam, pela sua ampla difusão e por incluírem a estimativa do material depositado que ocorre nos perfis côncavos e convexos das vertentes, o modelo Erosion Productivity Impact Calculator — EPIC (COLLISCHONN, 2003), que pode ser usado para determinar o efeito de estratégias de manejo agrícola sobre os recursos hídricos e a produtividade de solos, que se baseia em simulação numérica para estimar a erosão do solo, desenvolvido para modelar a distribuição da poluição agrícola no terreno que simula o escoamento superficial e a erosão em microbacias predominantemente agrícolas (BEASLEY, 2007).

### **METODOLOGIA**

Área de estudo escolhida para o desenvolvimento, desta pesquisa, foi o município do Uíge. O município do Uíge é capital da província com o mesmo nome Uíge, está localizado geograficamente limitada entre as coordenadas 14°52>29»E, 14°55>10»E e 07°24>29»S, 07°49>04»S1, a sua área total é de 64.022 km², sendo 12 Km² de área urbana, e sua população é estimada em 1.426.354 pessoas, sendo 698.958 do sexo masculino e 727.398 do sexo feminino. O município está limitado geograficamente a Norte pelo município do Songo, a Nordeste pelo município do Mucaba, a Este pelo município do Bungo, a Sul pelo município do Negage, a Sudoeste pelo município do Quitexe, e a Oeste pelo município de Ambuila. O município do Uíge é o mais populoso, concentrando 35% da população da província tendo uma densidade populacional estimada em 493.529 habitantes.

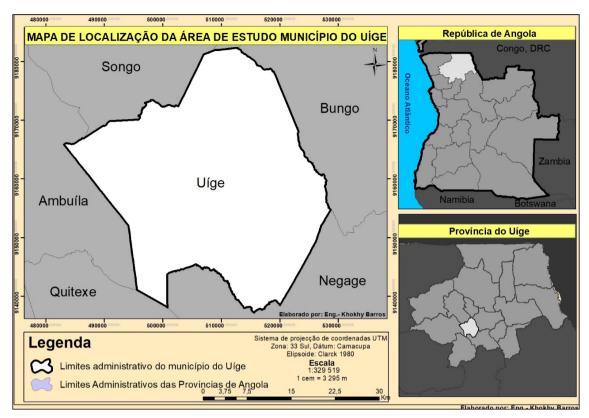


Figura 1. Mapa de localização geográfica do município do Uíge.

# MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia aplicada para atingir os objectivos propostos neste trabalho. Na primeira fase, procedeu- se à transformação dos dados iniciais, de modo a que todos os dados possuíssem a mesma referência espacial e a mesma resolução espacial (30 metros), de forma a possibilitar a realização de qualquer tipo de análise espacial. Na segunda, estruturaram-se e definiram-se os critérios para os diferentes dados de entrada de forma a encontrar uma regra de decisão que melhor satisfizesse o nosso objectivo. Para o efeito, foram criadas várias superfícies de atrito, através da aplicação de pesos às variáveis declive do terreno, ocupação do solo e hidrografia. Na terceira fase desta metodologia, procedeu-se à criação de uma superfície de custo distância relativamente aos lugares habitados, no sentido de validar a localização dos locais de registo face à localização da população.

## Materiais

- Carta Topográfica, utilizou-se Cartas topográficos que abrangem toda área de estudo, sendo realizada sobre estes todas as tarefas que permitiram obtenção dos dados desejados e sérvio ainda como base para a vectorização.
- Fotografias aéreas, usou-se fotografias aéreas que cobrem toda área de estudo, de onde teve-se de fazer o processo de scâner (conversão de formato) de impresso para digital (*Tiff*).

- Imagens de Satélites, trabalhou-se com as imagens de satélites da referida área, tendo em conta que elas possibilitam obter várias informações que a olho humano não se consegue observar (LANDSAT 8), e os dados de altimetria usou-se os SRTM de 30 metro.
- Softwares, para a convencionarmos o projecto foi preciso basear-se numa linha de Softwares de geoprocessamento adaptáveis com os dados obtidos em campo, no caso apresentado usou-se o QGIS 3.18.

#### Métodos

Para concepção lógica e organizativa de um trabalho é imprescindível que sigamos uma determinada estrutura metodológica a fim de atingir o real objectivo. A pesquisa desenvolvida neste trabalho, foi com base um método que na qual foram elaboradas as actividades.

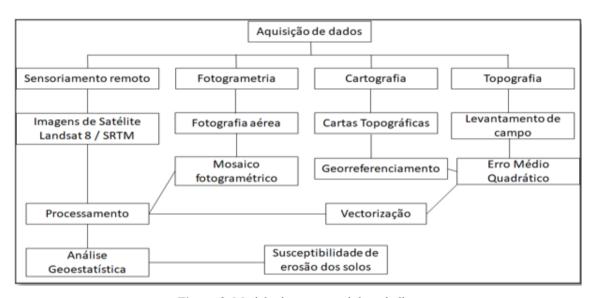


Figura 2. Modelo de conceptual do trabalho.

Para a elaboração do modelo conceptual no presente trabalho, procedeu-se de acordo as técnicas mais actualizadas para resolução de problemas, sobretudo os de natureza geográfica. O modelo conceptual descreve sistematicamente os procedimentos efectuados para a laboração e consequentemente a concretização dos resultados esperados.

O trabalho de campo consistiu nas seguintes etapas:

- Reconhecimento da área de estudo: ambas as etapas foram bastante significativas, permitindo a eliminação de duvidadas relativamente a delimitação da área de estudo, e todo os elementos que fazem parte do projecto;
- Recolha de dados: esta etapa consistiu na recolha de todo o material e dados necessários que permitiram o desenvolvimento do presente trabalho, como intuito de alcançar os fins tão almejados.

## **Qualidade dos Materiais**

Para a elaboração de um trabalho foi necessário fazer a avaliação da qualidade dos materiais que serão utilizados para que se possam prognosticar os resultados e no final saber se os prognósticos cumpriram-se. Sendo assim constatou-se que alguns mapas topográficos se encontram desatualizados, e que acarretavam erros (ocorridos durante o processo de Scannerização).

Tabela 1. Material de apoio ao trabalho.

Мара	Escala	Ano de Edição	Estado Geral	Formato
Mapa Topográfico	1: 100 000	1986	Desatualizado	Papel
Mapa Topográfico	1: 100 000	1986	Desatualizado	Digital
Levantamento Topográfico	1: 100 000	2020	2020 Bom	

Fonte: Os autores (2020).

# Erro Médio quadrático espacial

Para determinação deste erro foram calculadas as coordenadas UTM de 6 pontos na carta e depois as mesmas foram localizadas na carta georreferenciado.

Tabela 2. Coordenadas dos pontos de apoio (UNT) para o ajustamento espacial.

	Coordenadas dos pontos da rede geodesica da zona de Estudo(UTM)							
Donata	Original		Georreferenciados		Variação			
Pontos	E	N	E	N	E	N		
Nº 1	714765	8660527	714765.363	8660527.648	0.363	0.648		
Nº 2	716976	8637373	716976.720	8637373.885	0.720	0.885		
Nº 3	713009	8635487	713009.317	8635487.721	0.317	0.721		
Nº 4	701627	8626642	701627.523	8626642.488	0.523	0.488		
Nº 5	713594	8620593	713594.665	8620593.843	0.665	0.843		
Nº 6	683676	8619258	683676.832	8619258.107	0.832	0.107		

Fonte: Os autores (2020).

Achou-se a diferença entre as coordenadas, fazendo o uso da seguinte expressão matemática obtida apartir dos mínimos quadrados, a Equação (2) representa o Erro Médio Quadrático Espacial, Equação (3) representa Erro Médio Quadrático em x, Equação (4) representa Erro Médio Quadrático em y, as fórmulas estão representadas a seguir:

$$E_{MQ} = \sqrt{\frac{Emqx^2 + Emqy^2}{n}}$$
 (2)

$$\mathbf{E}_{mqx} = \sqrt{\frac{\sum (\mathbf{Xmi} - \mathbf{Xi})2}{n}} \tag{3}$$

$$\mathbf{E}_{\mathrm{mqy}} = \sqrt{\frac{\sum (\mathbf{Ymi} - \mathbf{Yi})2}{n}} \tag{4}$$

Onde:  $X_{mi}$ ;  $Y_{mi}$  – Coordenadas da carta;  $X_{i}$ ;  $Y_{i}$  – Coordenadas da carta georreferenciada; n – Número de pontos; i - Índice do ponto.

$$\mathbf{E}_{MQ} = \sqrt{\frac{\text{Emqx}^2 + \text{Emqy}^2}{n}} = \sqrt{\frac{4,221}{6}} = 0,838 \text{m} \approx 0,083 \text{mm}$$

Portanto quando  $E_{mqx} \neq E_{mqy}$ , que é o caso, em Grenwalt e Schultz (1968), se aconselha a aproximação ao circulo de erro estandarte, que estabelece que, se o quociente Emp.min/Emq.max, esta entre 0,6 e 1,0, o erro circular estandarte (ao 39% de confiança) pode aproximar-se como 0,5( $E_{max} + E_{may}$ ).

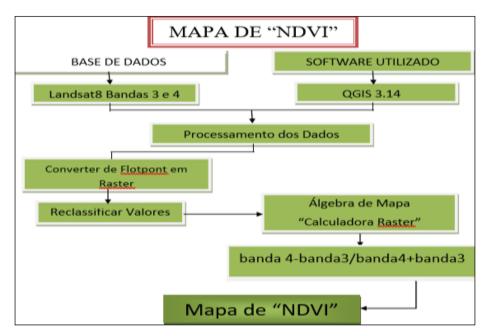
O Erro Médio Quadrático das medições não deve ser superior a 0,4mm a escala do mapa. Então temos que 1cm corresponde 1000m, logo o erro médio quadrático tendo em conta á escala é de cartografia, visto que o Erro Médio Quadrático é inferior ao valor estabelecido pelas exigências cartográficas para tipo de trabalho em questão.

#### RESULTADOS

Após a fase do trabalho árduo de recolha dos dados e aquisição das imagens e georreferenciadas no determinado sistema de referência geodésico, surge então uma das fazes mais importante para a confeição das informações desejadas, o processo de vectorização dos elementos identificados, que é o processo através do qual se faz a digitalização de todos os elementos desejados que se encontram no mapa de referência. É de salientar que no nosso trabalho apenas foram utilizadas no processo de vectorização a carta topográfica e sobreposto os dados levantados em campo, realçando a zona de estudo.

Segundo (INPE, 2014), relaciona-se com a ausência de uma cultura de ocupação de espaços, desrespeitando as riquezas e diversidades características dos diversos

ecossistemas. Considerando a vegetação, um parâmetro indicador da qualidade ambiental. Para melhor perceber as consequências do uso e ocupação dos solos de maneira não adequada surge a necessidade de se elaborar o mapa de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), como mostra o esquema da Figura 3 a seguir.



Fonte: Adaptado de ROSSI et al. (2012).

Figura 3. Cronograma de elaboração do mapa de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI).

A Figura 4 apresenta o cronograma que foi utilizado para a concepção do mapa de índice de Vegetação por Diferença Normalizada, onde pode se observar que a fonte foi a base de dados da Agencia Norte Americana de Dados Espacial (NASA), por via dos dados do seus Satélites de observação da terra o Ladsat 8, para tal usou-se o QGIS versão 3.18, por ser uma plataforma da linha de código aberto e por ter muita matéria disponível a explicar de como se pode trabalhar e por apresentar poucas limitações na altura de execução.

Do sensor Landsat 8 usou-se as bandas 3 e 4 por serem do infravermelho próximo e onde a vegetação apresenta-se em maior destaque bem como os corpos de águas existentes na área, efetuou-se a operação de matemática de álgebra de mapa onde foi feito o cálculo das bandas usando a calculadora raster que deu a origem do mapa de NDVI.

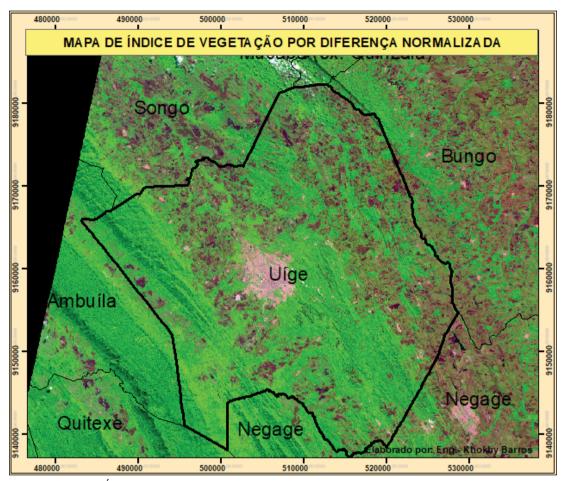


Figura 4. Mapa de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da área de estudo (Município do Uíge).

No mapa de vegetação, observa-se que a classe de solo exposto apresenta uma área de 4,34 km² representando 15,8% da área total, a classe de vegetação apresenta 34,1 km² com 74,2%, a vegetação predomina nesta área em maior parte, observa-se que as classes de vegetação estão distribuídas na sua maioria em relevo plano a suave ondulado, áreas em sua maioria propensas ao uso agrícola e a sua degradação pelo uso inadequado, pois os solos da área de estudo são facilmente erodíveis.

# Aplicação e análise dos SRTM e Estimativa Geoestatística

No processo de inferência espacial tem início com a colheita de uma amostra completa por *n* pontos de dados. É esperado que essa amostra seja representação do fenómeno em estudo, em termos da distribuição e variabilidade espacial (NONATO, 2009).

Para o trabalho utilizou-se a estimativa geoestatística pelo método Krigagem, que é um processo geoestatístico de estimativas de valores de variáveis partilhadas no espaço ou tempo, com base em valores vizinhas quando considerados interdependente pela análise ponderada ou por médias móveis, mas a diferença fundamental é que somente a krigagem apresenta estimativas não tendenciosas e a mínima variância associada ao valor estimado.

A Figura 5 a seguir realça o modelo 3D da nossa zona de estudo, formado a partir de um grid extraído do MDE gerado no processo de interpolação geoestatístico krigagen de proposta de metodologia do nosso trabalho. Podemos observar a sua elevação baixa e acentuada pela topologia de cores.

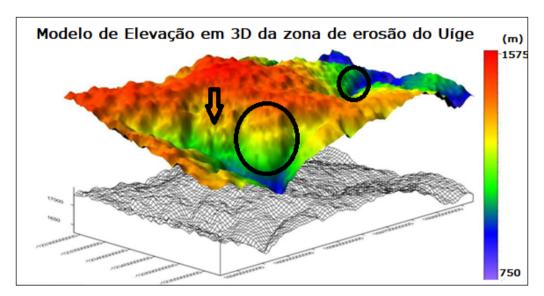


Figura 5. Modelo Digital de Elevação em 3D da zona de estudo (Município do Uíge).

## Comportamento da declividade da área de estudo

O conhecimento da declividade do terreno é de carácter importante e primordial na aplicação e interpretação geomorfológica além das questões de planificação, em função de sua estreita relação com processos de transporte gravitacional das partículas solidas no acto de escoamento de erosão e deslizamentos. A declividade é o ângulo de inclinação da superfície do terreno em relação à horizontal, normalmente expressa em ângulo ou em percentagem em modelos digitais de terreno. A Figura 6 expõe o mapa de declividade para a área do Uíge, onde podemos observar que toda área do Uíge apresenta declividade muito alta de (0-3% Relevo Plano), de (3-8% Relevo semi-Ondulado), de (8-20% Relevo Ondulado), de (20-45% Relevo de fortes Ondulações) e de (45-75% Relevo Montanhoso).

A rede hidrográfica podendo ser também dita como área ou região de drenagem de um rio principal e seus afluentes que se apresenta em uma dada região. A porção do espaço em que as águas que se fazem sentir são provenientes das chuvas, montanhas, subterrâneas ou de outros rios escoam em direcção de toda região da área de estudo.

Em termo hidrográfico o município é rico. Formando a partir dela uma estrela de três pontos, sendo a primeira constituída pelo amplo vale do rio huamba e Lumenha que tem ao sul limite geograficamente bem definido com o rio Kwanza.

As outras duas pontas correspondem, uma ao vale do rio Uíge, que é o resultado da confluência dos referidos huamba e Lumenha e é, também a mais curta, pois termina na embocadura do rio Luquiche. A última corresponde ao vale do rio Luege a partir da formação

do maciço da serra da região que se interpõe entre o vale deste rio e do Kwanza e se estende por mais 60 Km até ao Kananga. Existe uma segunda área geograficamente distinta desta constituída pela margem direita do vale do rio Vamba tendo separa-las a serra do Quimbinda.

Conforme a utilização da metodologia que foi traça para o estudo de modo a tingir os resultados com maior exatidão, respectivas foram traçadas algumas etapas do projecto que foi feita à delimitação das áreas de estudo propensas ao escoamento superficial com base nos dados topográficas plani-altimétricas do Modelo Digital do Terreno. A partir do qual foram estriadas as curvas de nível da área de estudo utilizando recursos específicos do software QGIS 3.18. Esta mesmo mapa surgi-o como base para definir as direcções de fluxo da drenagem na área de estudo, permitindo determinar também, os locais onde o escoamento é mais dinâmico e acelerado no processo de erosão dos sedimentos soltos ao longo do corso dos rios como mostra a Figura 6 a seguir.

Determinou-se seis (6) classes de ocupação do solo da área de estudo e três (3) classes de erosão de solos respeitado as deretrizes de tolerâncias para a ter o mapa de susceptibilidade de erosão de solo.

**Tabela 3.** Classes de ocupação e erosaõ de solo de correspondência com a degradação e seus respectivos valores de ocupação.

1 ,	
Classes de erosão de solo	Valores de ocupação
Daine	1065,34 m <sup>2</sup>
- balXā -	11937,93 m²
AAZ II	1987,82 m²
- Media -	9588,23 m <sup>2</sup>
Ali	3737,3 m <sup>2</sup>
- Aita -	187,3 m <sup>2</sup>
	Classes de erosão de solo  Baixa  Média  Alta

Observa-se que na Tabela 4 de degradação que a classe grave com uma área de 3737,3 m² representando 0,8% da área total, a classe de forte vegetação moderada grave apresenta 9588,23 m² com 7,91%, a classe moderada Corpo de água com 1065,34 m² representando 38,89%, a classe baixa vegetação com 11937,93 m² equivalendo a 40,8% e a classe muito baixa com 1987,82 m² representando a 11,05% da área total.

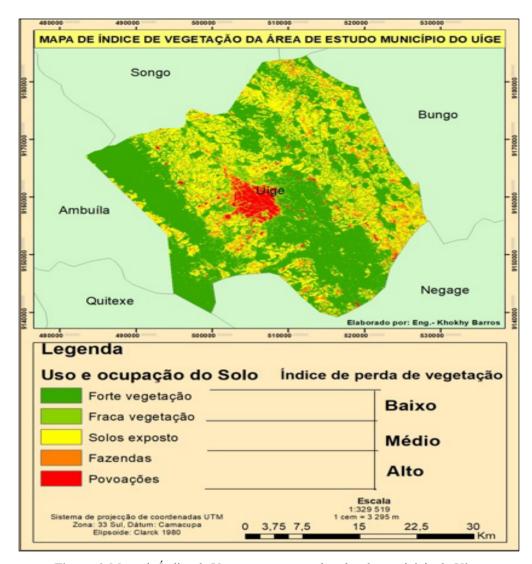


Figura 6. Mapa de Índice de Vegetação e erosão de solos do município do Uíge.

No mapa acima representado foi possível verificar em campo que os tipos de cobertura vegetal representavam cada índice configurado no índice de perda de vegetação, constatou-se que o índice de perda de vegetação "Baixa" corresponde às áreas cobertas pela Floresta forte e fraca vegetação (Mata fechada). O "Médio" apresenta solos expostos, enquanto que a Classe de vegetação "Alta" apresentou-se como áreas desprovidas de vegetação (fazendas e povoações).

A Tabela 4 apresenta a área do índice de perda de vegetação, definidas pelo limiar testado (valor de NDVI correspondente a 0,76) para distinguir a área com floresta das demais classes de cobertura (solo exposto).

Nota-se que houve perda de cerca de 13,77% da área da floresta entre 2000 e 2020.

Tabela 4. Å	rea das i	classes de	cohertura	vegetal de	municín	io do Híge
Tabela 4. F	nca uas	ciasses uc	Coocituia	vegetai u	o mumerp.	io do Oige.

Classe	Área (mil Km²) 2000	Área (%) 2000	Área (mil Km²) 2020	Área (%) 2020	Dif 2000-2020 (%)
Vegetação	58260	91,4	53738	72,7	- 18,77
Solo exposto	5762	8,6	10884	27,3	+ 18,77

O resultado do mapeamento de mudança da cobertura vegetal (Tabela 2), de acordo com o NDVI, apresenta-se na Tabela 3. Observa-se que no período de 20 anos houve um decréscimo de vegetação da ordem de 18,77% da área total do município do Uíge.



Figura 7. Queimadas realizada para abertura de novas zonas de cultivo na serra do Pingano município do Quitexe.

Com as queimadas o solo fica desprotegido, uma vez que a vegetação o protege do impacto das chuvas, do vento e da erosão. As queimadas são responsáveis pela emissão de milhões de toneladas de nitrogênio para a atmosfera. Esta é uma técnica bastante nociva para os ecossistemas, pois causa um grande desequilíbrio ambiental.

Tabela 5. Área das classes de mudança da cobertura vegetal do município do Uíge.

Classe	Área (mil Km²) 2000	Área (%) 2000	Área (mil Km²) 2020	Área (%) 2020	Dif 2000-2020 (%)
Baixo	6 200	19,47	20 500	33,24	+ 13,77
Média	7 000	24,16	1 700	29,75	+ 05,59
Alta	30 500	56,37	20 000	37,01	- 19,36

No município do Uíge, está localizado a Serra de Pingano, próximo da cidade do Uíge, uma área de inclinações muito alta, rochosa, com quedas de água e diferentes habitats, encontramos a planta que baptizamos com o nome de pinganoensis, em homenagem à própria serra, as investigações científicas da equipa de especialistas da Universidade Kimpa Vita e da Universidade de Dresden, permitiram cadastrar 2.400 espécies de plantas medicinais, bem como identificar outras 820, que aguardam pelo seu registo.

Faltam levantamentos actualizados que cubram os diferentes padrões de vegetação na serra do Pingano, são igualmente necessários levantamentos para confirmar o estado de conservação de espécies como a Swartzia fistuloides (pau ferro), Dalbergia melanoxilum (pau preto) e outras espécies exploradas comercialmente.

# CONCLUSÃO

Os sensores remotos nos dias de hoje são das principais ferramentas de aquisição de dados espaciais que revolucionaram toda a forma de ver a superfície terrestre em todos os ângulos, associados os sistemas de informação geográfico, permitem criar metodologias eficazes para responder os desafios que temos encarado com as alterações climáticas.

O estudo mostrou que o município do Uíge apresenta variáveis morfométricas e topográficas para se ter em conta um aumento acelerado de erosão de solos, visto que o processo de aquisição dos dados desenvolvidos neste trabalho foi apropriado para tal conclusão, e possível verificar que há solos expostos em lugares onde tinha uma forte vegetação, motivado de um grande crescimento demográfico e industrial ao longo no município.

A cada dia que se passa a lista de animais e plantas a beira da extinção aumentam consideravelmente ao longo da superfície terrestre, o corte e abate descriminado das arvores as queimadas e à caça, são das principais actividades resultante dos solos expostos que consequentemente face as acções naturais antrópicas dos agentes erosivos, aumentam repentinamente a degradação dos solos.

Quanto a perda da biodiversidade, ainda que não se saiba com exatidão quantas espécies já desapareceram ao longo deste período de desflorestação, por que a perda da biodiversidade é um dos problemas ambientais mais graves que Angola tem estado a vivenciar todos os dias com particularidade na província do Uíge.

# REFERÊNCIAS

BEASLEY, Daniel. Answers user's manual. In **Environmental Protection Agency**, de Luis huggins. Chicago: (Report n°. 905/9-82-001), 2007.

BERTONI, João. **Conservação do solo**. 3.ed. De Neto Lombarrdi, 395. São Paulo, 2004. CARVALHO, Mello de. Abstração inicial da precipitação em microbacia hidrograficas com escoamento efêmero. In **Revista Brasileira de Engenharia Agricola Ambiental**, de Manuel da Silva, 94. Campina Grande: eD.DTREN, 2003.

COLLISCHONN, William. Simulação hidrológicas de grandes bacias. Tese

(Doutoramento em Recursos Hidricos E Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande Do Sul: Porto Alegre-RS, 2003.

COLLISCHONN, William. **Simulação hidrológicas de grandes bacias**. Tese (Doutoramento em Recursos Hidricos E Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande Do Sul: Porto Alegre-RS, 2003.

DENARDINI, Jorge Ricardo. Erodibilidade do solo estimada por meio de parâmetros físicos e químicos. Minas Gerais: Escola Superior de Agricultura Luís DE Queiroz, Piracicaba, 2006.

INPE. Disponível em: <a href="https://glcf.umiacs.umd.edu">https://glcf.umiacs.umd.edu</a>>. 25 de Maio de 2010. (acedido em 25 de Outobro de 2014).

LIMA, José Mora. Relação entre erosão, teor de ferro, parâmetros físicos e mineralógicos de solos da região de Lavras (MG). Minas Gerais, 2005.

NOGUEIRA, Perreira Fernando. Adequação do uso e manejo do solo no planejamento agroambiental sustentado. Luís Paulo Donzeli, 251. São Paulo, 2007.

NONATO, Julien Fabrício. **Topografia Básica Escala e Desenho Topográfico**. Estado Federal do Ceará, 2012.