
Análise da degradação de terras na bacia hidrográfica do rio Lifidzi no Planalto de Angónia, província de Tete – Moçambique

Analysis of land degradation in the Lifidzi River basin in the Angónia Plateau, Tete Province – Mozambique

Análisis de la degradación de la tierra en la cuenca del río Lifidzi en la meseta de Angónia, provincia de Tete – Mozambique

Sabil Damião Mandala ¹ <https://orcid.org/0000-0001-5359-2212>

Isidro Alexandre Simão ² <https://orcid.org/0000-0002-5706-3868>

Laurinda Milagre Macamo ³ <https://orcid.org/0009-0000-4775-7666>

Ali José Santos Caetano ⁴ <https://orcid.org/0009-0002-3603-5734>

Eza Bento Uiliamo ⁵ <https://orcid.org/0009-0004-3686-7180>

Edna Aminosse Massuanganhe ⁶ <https://orcid.org/0009-0000-0131-6881>

¹ Universidade Pedagógica de Maputo-UP, Maputo, Moçambique, email. smandala@up.ac.mz

² Universidade Zambeze- UniZambeze, Beira, Moçambique email. lalexandresimao@gmail.com

³ Universidade Pedagógica de Maputo-UP, Maputo, Moçambique, email, laurindammacamo@gmail.com

⁴ Universidade Pedagógica de Maputo-UP, Maputo, Moçambique, email, alijosantoscaetano@gmail.com

⁵ Universidade Pedagógica de Maputo-UP, Maputo, Moçambique, email uiliamoezabento@gmail.com

⁶ Universidade Pedagógica de Maputo-UP, Maputo, Moçambique, email ednaaminosse607@gamil.com

Recebido em: 27/08/2024

Aceito para publicação em: 30/10/2024

Resumo

A degradação de terras é um dos maiores problemas ambientais globais que a humanidade enfrenta atualmente. Dentre atividades humanas que causam a degradação de terras destacam-se: corte de árvores, queimadas descontroladas, práticas inadequadas na agricultura, entre outras. A pesquisa teve como objetivo elaborar um mapa de risco e degradação de terras da bacia hidrográfica do Rio Lifidzi, utilizando geoprocessamento em QGIS e ARGIS, com a análise dos parâmetros do meio natural e cultural, buscando medir a ocorrência da degradação de terras na área de estudo. A escolha desta bacia hidrográfica decorreu das suas peculiaridades edáficas, elevada densidade populacional e ausência de estudos desta natureza. Como resultado, foi possível realizar uma análise qualitativa e quantitativa da influência antrópica na degradação de terras da bacia.

Palavras-chave: Angónia, potencial natural de erosão, riscos de degradação ambiental, geoprocessamento, sensoriamento remoto.

Abstract

Land degradation is one of the biggest global environmental problems facing humanity today. Human activities that cause land degradation include: tree felling, uncontrolled burning, inadequate agricultural practices, among others. The research aimed to develop a risk and land degradation map of the Lifidzi River basin, using geoprocessing in QGIS and ARGIS, with the analysis of the parameters of the natural and cultural environment, seeking to measure the occurrence of land degradation in the study area. The choice of this river basin was due to its edaphic peculiarities, high population density and lack of studies on this subject. As a result, it was possible to carry out a qualitative and quantitative analysis of the anthropogenic influence on land degradation in the basin..

Keywords: Angónia, natural erosion potential, risks of environmental degradation, geoprocessing, remote sensing.

Resumen

La degradación de la tierra es uno de los mayores problemas ambientales globales que enfrenta la humanidad en la actualidad. Entre las actividades humanas que provocan la degradación de la tierra se destacan: tala de árboles, incendios descontrolados, prácticas agrícolas inadecuadas, entre otras. La investigación tuvo como objetivo desarrollar un mapa de riesgo y degradación de la tierra de la cuenca hidrográfica del río Lifidzi, utilizando geoprocésamiento en QGIS y ARGIS, con el análisis de los parámetros del entorno natural y cultural, buscando medir la ocurrencia de degradación de la tierra en el área de estudiar. La elección de esta cuenca se debió a sus peculiaridades edáficas, alta densidad de población y falta de estudios de esta naturaleza. Como resultado, fue posible realizar un análisis cualitativo y cuantitativo de la influencia antropogénica en la degradación de las tierras de la cuenca.

Palabras clave: Angónia, potencial de erosión natural, riesgos de degradación ambiental, geoprocésamiento, teledetección.

Introdução

A degradação de terras é definida como “redução das qualidades do solo devido ao uso abusivo dos seres humanos” Lal; Stewart, (1990). A conservação de solos pode ser entendida como o tratamento dos solos, conforme suas necessidades e

uso compatível com seu potencial atual e futuro Lantieri et al., (1990). Pruski (2013) destaca que a degradação dos solos resulta na perda da capacidade produtiva dos solos para gerar bens e serviços ambientais devido a processos degradativos.

Tricart (1977) discute que, em ambientes tropicais, a vegetação desempenha um papel fundamental ao dissipar a energia das gotas de chuva, protegendo o solo da erosão. A presença de uma cobertura vegetal contínua e densa favorece a infiltração da água e reduz o impacto direto da chuva. Pruski (2013) reforça que a vegetação protege o solo, aumentando a infiltração de água e diminuindo o escoamento superficial. Crepani et al. (2008) complementam que a redução do escoamento superficial contribui para minimizar a capacidade erosiva da água da chuva.

A retirada da vegetação, conforme Kohnke e Franzmeier (1995) e Bertoni e Lombardi Neto (2012), resulta na degradação da matéria orgânica e dos microrganismos do solo, agravando o processo de erosão. A situação é mais crítica em países em desenvolvimento, onde fatores como crescimento populacional, cultivo em encostas, desmatamento e pastoreio excessivo aceleram a degradação, Pimentel (2006); IAO, (2009). Nesses países, o uso intensificado de terras fragilizadas agrava o ciclo de degradação, aumento populacional e pobreza, Voortman et al., (2003, 2015); IAO, (2009).

Em Moçambique, a erosão é um problema ambiental grave, exacerbado pela pobreza e pelo uso inadequado dos recursos naturais INE, (2011); MICOA (2007). A combinação de práticas agrícolas inadequadas, queimadas descontroladas e uso de terras suscetíveis à erosão agrava a situação MICOA, (2007). O setor agrário, pilar da economia moçambicana, sofre com a baixa produtividade, influenciada por práticas insustentáveis e erosão dos solos MICOA, (2000; 2007); INE, (2011); Manjate, (2013).

O presente trabalho busca contribuir metodologicamente para a compreensão dos processos de degradação de solos em Moçambique, abordando as dificuldades na coleta de dados, escassez de materiais cartográficos atualizados e a importância do

domínio das línguas locais para a realização de trabalhos de campo. A pesquisa se destaca ao preencher a lacuna existente na produção de dados geoespaciais e análises em mesoescala no contexto moçambicano.

Materiais e métodos

Para a elaboração da base cartográfica foi realizada com base nas cartas topográficas nas escalas 1:50.000 e 1:250.000 que datam do tempo colonial⁷ e que cobrem o Planalto de Angónia. As cartas topográficas foram adquiridas no Centro Nacional de Cartografia e Teledetecção (CENACARTA) e foram digitalizadas no *scanner* tamanho A0, com a resolução de 300 *dpi*, formato *TIF*, cuja extensão é compatível com o software ArcGis 10.5.

Em seguida, o SIG ArcGis 10.5, foi configurado o sistema de projeção Mercator Transversa Universal (UTM) – Meridiano Central: 33° E de *Greenwich*, Elipsóide de *Clarke*, 1866, *Datum* horizontal de Tete, o mesmo registrado nas cartas topográficas digitalizadas. Depois desta operação o *Datum* horizontal Tete foi convertido para o *Datum* horizontal MOZNET/ITRF94, por ser compatível com o *Datum* horizontal *World Geodetic System* (WGS 84). A transformação para o *Datum* MOZNET/ITRF94 é uma recomendação da CENACARTA para todos os trabalhos cartográficos realizados ou a serem realizados em Moçambique. Após esta operação as cartas topográficas foram georreferenciadas, utilizando 5 pontos de controle para cada carta, tendo todas apresentando o RMS (*Root Mean Square* ou Valor Quadrático Médio) menores que 2 metros, calculado através da ferramenta *Georeferencing*, para cada ponto de controle obtido.

Após o georreferenciamento das cartas topográficas formaram mosaicadas e por fim, realizou-se a vetorização das camadas tais como: limite da área de estudo, curvas de nível (com equidistância de 10 m), pontos cotados, rede de drenagem, estações meteorológicas, povoados e vias de acesso com a utilização do módulo de desenho e edição do ArcGis 10.5.

⁷A República de Moçambique foi colónia portuguesa e tornou-se independente a 25 de junho de 1975.

Com a finalidade de garantir a precisão e a consistência do banco de dados, foram avaliadas as feições vetorizadas em termos de relacionamento de vizinhança, conectividade, sobreposição de limites ou presença de espaços vazios. O procedimento de avaliação e correção de inconsistências foi realizado através da aplicação de regras topológicas pré-estabelecidas. Especificamente no ArcGis 10.5 essas operações podem ser realizadas automaticamente pela ferramenta *Topology*.

Para elaborar a carta de degradação de terras no Planalto de Angónia, foi a partir da elaboração e integração, por meio de um SIG, das cartas temáticas de Geologia, Geomorfologia (declividade e hipsometria), Pedologia, acumulação de água, Uso e Cobertura da Terra de acordo com Florenzano (2008, p. 122). Estes elementos foram tratados de forma integrada possibilitando obter um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas da fragilidade dos ambientes naturais. Para a elaboração da carta de degradação de terras no Planalto de Angónia num ambiente SIG seguiu as seguintes etapas:

a) Na primeira etapa, elaborou-se uma tabela, contendo todas variáveis necessárias para a análise da degradação de terras, atribuindo-se valores de 1 a 5 ou seja do mais instável ao menos instável segundo Ross (1994) e Crepani et al. (2008);

b) Na segunda etapa, foram reunidos todos arquivos vectoriais (uso da terra, geologia e solos) transformados para o arquivo do tipo *Raster*, através da ferramenta do ArcGis 10.5 - *Arctoolbox – conversion tools – to Raster*, a hipsometria, a declividade do terreno e acumulação de água não precisaram ser transformadas pois já estavam no formato *Raster*. Depois fez-se a reclassificação através da ferramenta *Reclassify*, do ArcGis 10.5 em *Arctoolbox – Reclass – Reclassify* de acordo com os pesos estabelecidos;

c) Na terceira etapa, fez-se a análise multicritério, através da ferramenta *Raster Calculator do Arctoolbox em Spatial Analysty Tools – Map Algebra – Raster Calculator*, foi feita a sobreposição dos arquivos reclassificados gerados por meio da

fórmula apresentada a seguir.

A fórmula utilizada para obter a carta de degradação de terras no Planalto de Angónia foi: $(\text{Uso da terra} \times 35\%) + (\text{Geomorfologia} \times 25) + (\text{Geologia} \times 13) + (\text{Solo} \times 12) + (\text{Acumulação de água} \times 15\%)$.

Resultados e discussão

A análise da degradação de terras foi baseada na abordagem sistêmica, onde tomou-se em consideração diversos parâmetros do meio físico e cultural do Planalto de Angónia. Dessa forma, foram levantados os dados necessários para extração de parâmetros indispensáveis para a avaliação integrada da degradação de terras, tais como: geologia, geomorfologia (hipsometria e declividade), pedologia, dados termo-pluviométricos, e uso da terra, cobertura vegetal e manejo dos solos, que passaram por um processo de definição de classe com diversos critérios relacionados aos mapeamentos e metodologias de avaliação de recursos naturais desenvolvidos por Marques et al. (1971), Tricart (1977), Lepsch et al. (1983 e 1991), Ramalho Filho et al. (1978), Ramalho Filho e Beek (1995), Ross (1994), Becker e Egler (1996), e Crepani et al. (2008). Baseados nos graus de influência descritos acima foi produzido o mapa de risco de degradação de terras do Planalto de Angónia. A Tabela 1 sintetiza a distribuição do risco de degradação de terras do Planalto de Angónia, classificadas em cinco níveis de risco.

Tabela 1 – Risco de degradação de terras no do Planalto de Angónia

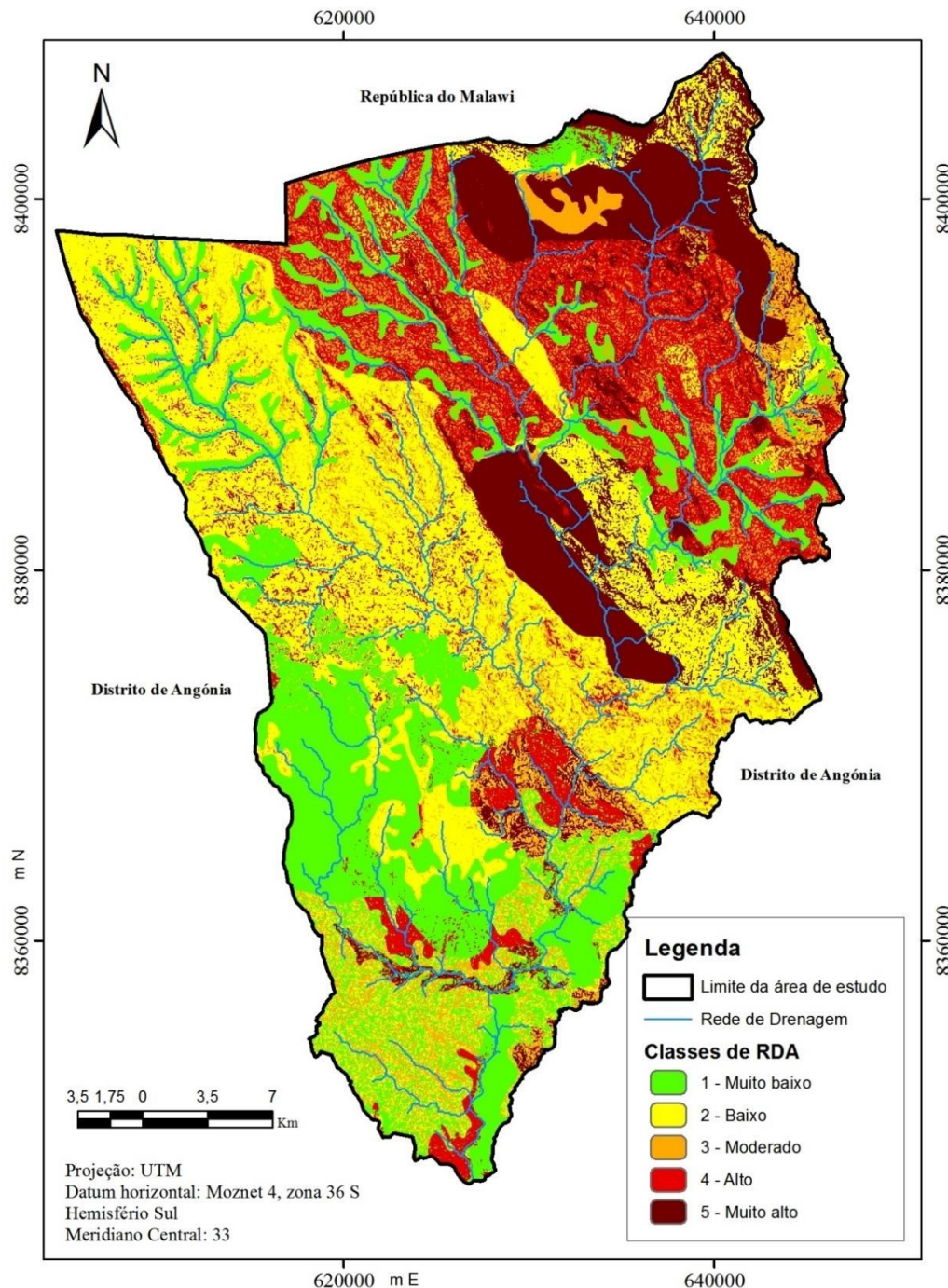
Classe de PNE	Risco	Área (km ²)	Área (%)
Risco 1	Muito baixo	331,61	23,17
Risco 2	Baixo	462,13	32,29
Risco 3	Moderado	176,68	12,35
Risco 4	Alto	234,34	16,37
Risco 5	Muito alto	226,38	15,82

Fonte: Mandala (2024)

O mapa de risco de degradação de terras (mapa 1) reflete diretamente, a pressão que a população exerce sobre os recursos da terra, com o uso da cobertura

vegetal para satisfazer as necessidades básicas como a construção de habitação, busca de combustível lenhoso para cozinha, pastagem de animais, bem como a pressão feita pelas práticas tradicionais demanejo da terra, como abertura de canteiros e uso de fogo para limpar os campos decultivo (painel 1 e 3).

Mapa 1- Risco de degradação ambiental por erosão hídrica Bacia do rio Lifidzi.



Fonte: Mandala(2024)

Painel 1- Áreas de baixo potencial de degradação terras e sua utilização

a) Vista parcial de um *Dambo*



b) Gado bovino a pastar



c) Os pastores de gado



d) Produção das hortaliças no *Dambo*

Fonte: Mandala, agosto (2024)

Painel 2 - Áreas de Alto potencial de degradação terras e sua utilização.

a) Áreas de afloramento rochoso

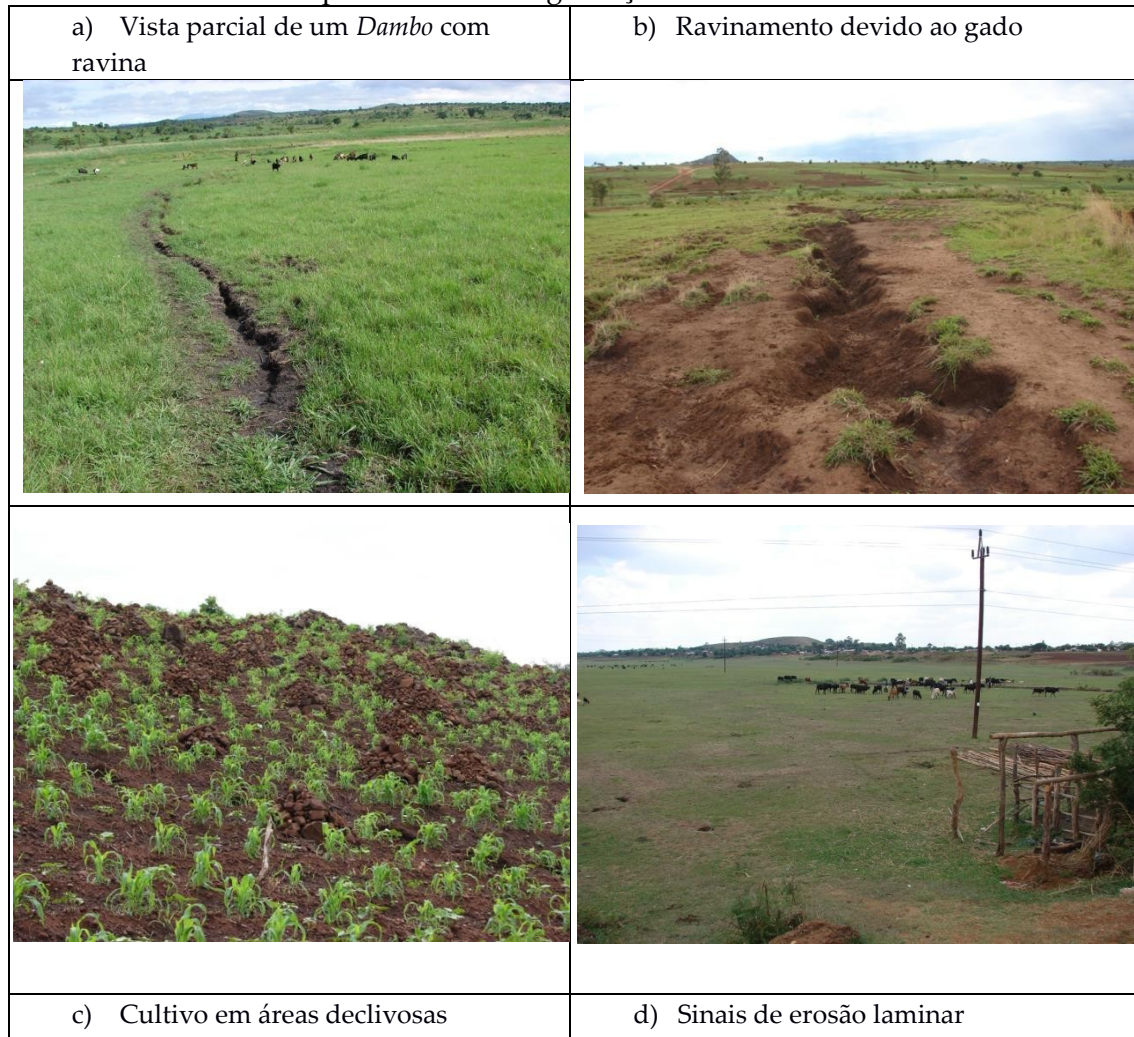


b) Áreas de declives muito acentuados



Fonte: Mandala, agosto (2024)

Painel 3 – Actividades que aceleram a degradação ambiental



Fonte: Mandala agosto(2024)

Considerações Finais

Os estudos de diagnóstico ambiental são importantes para planejar e gerenciar situações ambientais de forma adequada com as características e limitações que uma determinada área possa apresentar. Nesse contexto, a análise da degradação de terras pode ser considerada um suporte fundamental para o diagnóstico ambiental, visto que contribui com informações relevantes sobre o meio ambiente, considerando suas possíveis fragilidades e potencialidades permitindo desta forma buscar junto aos órgãos de decisões possibilidades de prevenção e mitigação de degradação de terras por erosão hídrica.

Com base nos objetivos, procedimentos metodológicos aplicados e resultados obtidos neste trabalho, são indicadas as seguintes conclusões:

- A metodologia aplicada permitiu combinar variáveis (procedimento analítico) e elaborar mapas de sínteses (procedimentos de integração), para a análise quantitativa – qualitativa do potencial natural de erosão e indicação do impacto ambiental pela pressão antrópica no uso da terra.
- O mapa de Riscos de Degradação de terras, como um documento cartográfico- síntese que resultou da integração dos parâmetros do meio físico e cultural, permitiu identificar sectores dentro da área de estudo com variações do risco de degradação de terras.
- Em geral, o manejo dos solos, através de práticas agrícolas com ausência de práticas conservacionistas, mostra ter uma forte influência impactante ambiental nas áreas de agricultura familiar de subsistência. A forma como os camponeses executam o manejo dos solos influenciam na erosão, mesmo em áreas de baixa declividade, visto que retiram por completo os restos do cultivo anterior associado com a queima. Neste contexto, quando as primeiras chuvas ocorrem em novembro e dezembro de cada ano, principalmente, aquelas de carácter fortemente erosivo, encontram os solos completamente desprotegidos, o que agrava o risco de degradação ambiental por erosão hídrica dos solos (laminar e em sulcos).
- As contribuições da utilização das técnicas de Sensoriamento Remoto para a extração de dados ambientais primários e do Sistema de Informação Geográfica (SIG) foram primordiais para a elaboração dos documentos cartográficos temáticos e das análises. As imagens do Sensor Sentinel-2 com 10 metro de resolução espacial foram compatíveis, ao nível informativo, para a extração de dados temáticos no contexto da escala de trabalho (1:50.000). É importante ressaltar que, os dados adquiridos por

meio das técnicas de Sensoriamento Remoto foram validados através de observações realizadas em trabalhos decampo.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Faculdade de Ciências da Terra (FCTA) e Ambiente da Universidade Pedagógica de Maputo (UP - Maputo) por ter autorizado a utilização do Mapoteca e do Laboratório de Sistema de Informação assim como a disponibilização da viatura e dos recursos financeiros para a realização da observação direta/trabalho de campo. O trabalho foi realizado no âmbito do módulo de Cartografia Aplicada a Gestão Ambiental lecionado no Programa de Mestrado em Gestão Ambiental.

Referencias

BERTONI, José; LOMBARDI NETO, F. 2012. *Conservação do Solo*. São Paulo, Icone Editora

CREPANI, E. et al. **Zoneamento Ecológico - Económico**. In: FLORENZANO, F. G. (Org.). *Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo: Oficinas de Textos, 2008. p. 285 – 318.

FLORENZANO, Teresa G. *Geomorfologia – Conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo, Oficinas Textos, 2008.

IAO. **Land evaluation in Kilde Awulaelo – Tigray Region**, Ethiopia. 29th Edition. Course Professional Master - **(Geomatics and natural resources evaluation)** – Ministry of Foreign Affairs/Istituto Agronomico per l’Oltremare/Unicersità degli Studi di Firenze– Facoltà di Agraria, Florence, 2009.

INE. **Censo Agropecuário 2009 – 2010: Resultados Definitivos** – Moçambique. Maputo: INE, 2011. 117 p.

KOHNKE, H.; FRANZMEIER, D. P. **Soil Science simplified**, 4 Ed. Illinois: Waveland, 1995. 88 p.

LAL, R.; STEWART, B. A. **Soil Degradation**. *Advances in Soil Science*, Volume 11. New York: Springer – Verlag, 1990. 351 p.

LANTIERI, D. **Erosion mapping using high – resolution satellite data and Geographic Information System: Pilot Study in the State of Parana, Brasil.** Roma: FAO, 1990. 173.

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI, R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para Levantamento Utilitário do Meio Físico e Classificação de Terras no Sistema de Capacidade de Uso.** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991. 175p.

LEPSCH, I. P. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso: 4ª aproximação.** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983.

LEPSCH, I.P. **Conservação dos solos.** São Paulo: Caderno de textos, 2002.

MANJATE, Graça. **Competitividade da cadeia de valor da batata reno: estudo de caso do distrito da Moamba, província de Maputo.** Maputo: IIAM, 2013. 30 p.

MICOA. **Plano de Ação Nacional de Combate à Seca e à Desertificação.** Maputo: MICOA, 2007. 87 p.

PIMENTEL, D. **Soil erosion: a food and environmental threat.** Environment, Development and Sustainability (2006) 8: 119–137 Springer 2006. Disponível em: <DOI 10.1007/s10668-005-1262-8>. Acesso em: 12 de jul. 2016.

PRUSKI, F. F. **Conservação de solo e água: práticas no controle da erosão hidrica,** 2ª Ed. Viçosa: UFV, 2013. 279 p. ROSS, J. L. S. **Análise e síntese na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental.** Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, n. 9, 1995.

ROSS, J. S. **Bases para o estudo da dinâmica da natureza. In: Treinamento operacional das equipes de gerenciamento costeiro dos Estados das Regiões Norte/Nordeste e Sul/Sudeste: Coletânea de textos.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal, 1994. p.51 – 62

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977, 91p.

VOORTMAN, R.; BINDRABAN, P.S. **Beyond N and P: Toward a Land Resource Ecology Perspective and Impactful Fertilizer Interventions in Sub-Saharan Africa.** VFRC Report 2003/1. **Virtual Fertilizer Research Center,** Washington, D.C. 49 pp.; 15 tables; 17 figs.; 2 text boxes; 67 ref.

Contribuição dos autores:

Autor 1 ; Supervisão, discussão dos resultados, pesquisa bibliográfica, revisão do texto

Autor 2: Elaboração, produção textual e discussão dos resultados

Autor 3: Elaboração, produção textual e discussão dos resultados

Autor 4: Elaboração, produção textual e discussão dos resultados

Autor 5: Elaboração, produção textual e discussão dos resultados

Autor 6: Elaboração, produção textual e discussão dos resultados