

As Mudanças da Paisagem e sua Influência na Dinâmica do Risco de Erosão na Cidade de Xai-Xai, Moçambique

Landscape Changes and Their Influence on The Dynamics of Erosion Risk in The City of Xai-Xai, Mozambique

Nogar Tomás Bocaⁱ

Universidade Pedagógica de Maputo
Maputo, Moçambique

Resumo: Este artigo é resultado da dissertação que objetivou analisar as mudanças paisagísticas e os riscos ambientais associados que ocorrem na cidade de Xai-Xai, sul de Moçambique. Assim, recorreu-se à pesquisa bibliográfica para desenvolver o estado de arte, seguida pela observação das características da paisagem e o método cartográfico. Foram técnicas de coleta de dados: a entrevista não estruturada, o sensoriamento remoto para análises multitemporais das imagens Landsat 5 e 8, classificadas no ArcGis 10.3 e Qgis 2.18, para se produzir a cartografia temática. Para a análise dos riscos, convergiu-se a metodologia de Rossi, com a “Análise Ponderada Hierárquica”. Concluiu-se que a área habitada avança sobre as outras na cidade de Xai-Xai, fixada em 58% ou 80.9 km² da superfície da cidade. O homem é o agente na mudança da paisagem, através da ocupação desordenada dos espaços e remoção da vegetação. Sugere-se políticas públicas sadias, tendo em vista as suas potencialidades e fragilidades, através da espacialização da especialização.

Palavras-chave: Mudanças da Paisagem; Riscos Ambientais; Sensoriamento Remoto; Análise Temporal; Cidade de Xai-Xai.

Abstract: This article is the result of the dissertation, which aimed to analyze the landscape changes and the associated environmental risks that occur in the city of Xai-Xai, southern Mozambique. Thus, bibliographic research was used to develop the state of the art, followed by the observation of landscape characteristics and the cartographic method. The techniques of data collection were: the unstructured interview, the remote sensing for multi-temporal analysis of the Landsat 5 and 8 images, classified in ArcGis 10.3 and Qgis 2.18, to produce thematic cartography. For risk analysis, Rossi's methodology was converged, with the “Weighted Hierarchical Analysis”. It was concluded that the inhabited area advances over the others in the city of Xai-Xai, fixed at 58% or 80.9 km² of the city's surface. Man is the agent in changing the landscape, through the disorderly occupation of spaces and the removal of vegetation. Healthy public policies are suggested, in view of their strengths and weaknesses, through the spatialization of specialization.

ⁱ Mestre em Gestão Ambiental – Faculdade de Ciências da Terra e Ambiente; Departamento de Ambiente e Desenvolvimento. nogarboaca1@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-9944-3423>

Keywords: Landscape Changes; Environmental Risks; Remote Sensing; Temporal Analysis; Xai-Xai City.

Enchentes não seriam danosas se o homem evitasse as planícies inundáveis. Além de que a atuação humana pode decisivamente contribuir para alterar as condições de regime e escoamento (...).

Desabamentos de encostas não seriam calamitosos em nossas cidades se parte de seus habitantes não fosse induzida a formas de urbanização espontânea, precária, em sítios perigosos.

Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, 1991

Introdução

Desde o seu surgimento, o homem encontrou na natureza fonte principal para a busca e extração de todos os recursos necessários à sua sobrevivência. Entretanto, nesse processo de apropriação de um território e seus recursos, o homem interfere significativamente nos fluxos energéticos e, conseqüentemente, na funcionalidade dos sistemas naturais, pelo fato de se ignorar as fragilidades desses sistemas (ROSSI, 2006). Os traços da presença do homem numa unidade territorial são percebidos pelas metamorfoses que são geradas nas paisagens.

De acordo com Chisingui (2017, p. 19), as mudanças nos sistemas terrestres, as transformações induzidas pelo homem aos ecossistemas e paisagens, bem como as mudanças resultantes na cobertura do solo vão muito além das alterações locais e são fatores que originam mudanças ambientais globais, desenvolvendo uma heterogeneidade das paisagens pela urbanização, industrialização e agricultura.

Em Moçambique, por exemplo, as décadas de 1970, 1980 e 1990 foram caracterizadas pela ocorrência de fatores conjunturais adversos (guerra colonial, civil e calamidades naturais), tornando os espaços urbanizados mais atrativos, o que resultou na *implosão urbana*, conferindo aos locais de chegada (cidades), características dominantes do meio rural (ARAÚJO, 2003). Contudo, com as mudanças nos padrões de uso e ocupação do solo impostas pela intensa urbanização, os riscos ambientais, particularmente a erosão dos solos, incrementam-se, em resultado da ocupação desordenada ou irregular dos espaços, cujo grau de fragilidade ambiental é mais elevado, ao longo das dunas eólicas, o que se pode observar por exemplo nos bairros de Inhamissa e Patrice Lumumba na zona da cidade de Xai-Xai. O fenômeno de erosão, embora seja natural, é acelerado pela ação antrópica sobre a paisagem natural, tendo como os principais fatores: as características do relevo, a retirada da cobertura vegetal, e todo o conjunto de medidas de intervenção estrutural mal materializado em todo o sistema de drenagem, alterando o comportamento normal dos sistemas naturais. Os efeitos dos riscos são maiores nos países em desenvolvimento, independentemente da intensidade da precipitação, ocasionando perdas humanas e econômicas severas, devido à vulnerabilidade social (SANTOS 2011, p. 20).

Metodologicamente, este estudo alicerça-se no método cartográfico, particularmente nos Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Assim, aplicam-se ferramentas de

Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto para a análise da dinâmica multitemporal das mudanças da paisagem da cidade de Xai-Xai, numa série temporal, através de imagens de satélite Landsat 5 sensor TM e 8 sensor OLI e, por fim, a combinação das metodologias de Rossi 1994 e Faria 2011, na espacialização do risco de erosão, com vista a auferir a sua suscetibilidade e a incidência do mesmo em função das mudanças paisagísticas.

Fundamentação Teórica

Paisagem

A Geografia clássica define paisagem como tudo aquilo que é possível de se abarcar com a visão, ou seja, como algo que pode ser observado e reproduzido (SANTOS, 1988). De acordo com Schier (2003, p. 81), a paisagem pode ser estudada desde a pré-história, pois “*surge juntamente com a formação do nosso planeta*”.

Segundo Matos (2010, p. 13), o conceito de Paisagem é bastante complexo, e assim polissêmico, revelador de uma multifuncionalidade que lhe é inerente; é cada vez mais objeto de múltiplas questões, interpelado a um saber multidisciplinar e a uma transversalidade de olhares.

Quanto à origem da palavra paisagem, ela provém etimologicamente do latim *pagensis*, fazendo referência a campestre, que habita o campo, com sentido de lugar (MOTTER, 2011). O conceito de paisagem tem, na Europa, duas raízes linguísticas diferenciadas: a germânica, que dá origem aos termos *landschaft* em alemão, *lanschap* e *landskip* em holandês ou *landscape* em inglês, para se referir a província ou região; e a latina, de onde derivam palavras como *paesaggio*, em italiano, *paysage* em francês; *paisage* em espanhol e *paisagem* em português (MATOS, 2010, p. 14). Entretanto, constata-se a existência de um aspecto em comum, que é (*land*)¹ que seria o palco de encenação onde o ser antrópico implanta as suas atividades; um espaço no qual se mostra evidente a impressão digital humana em variados momentos.

Para Santos (1996, p. 69), a paisagem é um instrumento de trabalho que faz parte do espaço, mas que, enquanto simples materialidade, não tem condições de provocar mudanças no conjunto. Em consequência disso, para ele não existe dialética entre a sociedade e a paisagem, mas apenas entre a sociedade e o espaço.

A paisagem é um conjunto heterogêneo de formas naturais e artificiais; é formada por frações de ambas, seja quanto ao tamanho, volume, cor, utilidade, ou por qualquer outro critério. A paisagem é sempre heterogênea (SANTOS, 1988).

A paisagem, como elemento que retrata a passagem do homem sobre uma determinada área geográfica através das impressões digitais nela estampadas, não é estática. Por via da produção e reprodução antrópica, ela é dinâmica, em face às mutações voluntárias ou mesmo involuntariamente imprimidas. Motter (2011, p. 36) acrescenta que o homem transforma constantemente a paisagem, “*em escalas de tempo e espaço variados*”, dependendo dos seus interesses e necessidades. Quando há mudança muito aguda num sistema natural, acaba-se perdendo parte da herança natural e cultural, em resultado da interferência nos elementos estruturantes da paisagem, a saber:

- **Componentes Físicos ou abióticos:** formas de relevo, composição litológica e cursos e superfícies de água;
- **Componentes Biológicos ou bióticos:** vegetação e fauna;
- **Componentes Humanos:** são todas as construções e os usos do solo que, de alguma forma, retratam a produção e reprodução antrópicas sobre o espaço.

Essas metamorfoses podem ser monitoradas e/ou analisadas pelas dimensões espacial e temporal. O avanço tecnológico, sobretudo na informática, permitiu o surgimento das geotecnologias, concretamente o Sensoriamento Remoto, e todo o conjunto de técnicas de geoprocessamento. De acordo com Lima (2013, p. 100), geoprocessamento é uma disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica. Por sua vez, o sensoriamento remoto “é uma tecnologia que obtém medidas de um objeto sem tocá-lo fisicamente”, ou seja, através de sensores, dispositivos sensíveis à energia eletromagnética refletida e transmitida, sem contato, pelos objetos da superfície da terra (Ibid:122). Para De Oliveira (2015, p. 20), o sensoriamento faz referência à obtenção de dados, enquanto remoto significa distante, ou seja, sem um contato físico entre o sensor e o alvo (Figura 1).

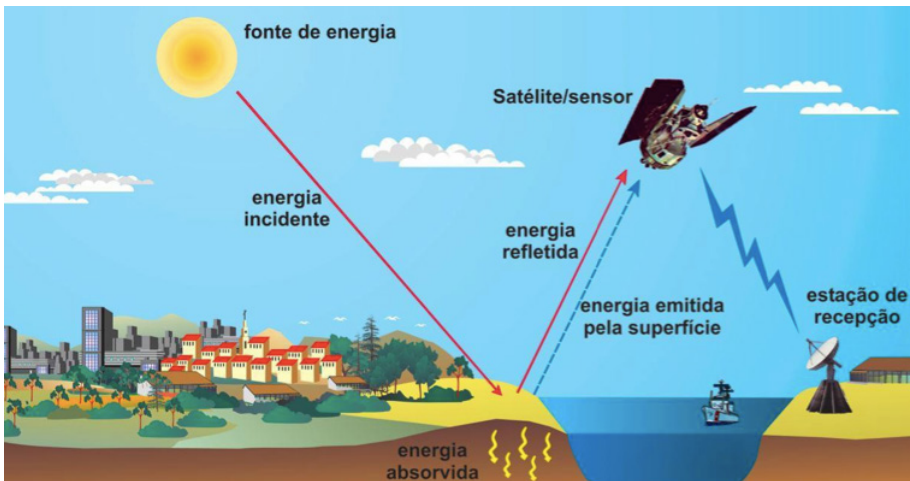


Figura 1 – Processo de obtenção de imagens por sensoriamento remoto.
Fonte: FLORENZANO (2002).

Estudos que visam o monitoramento de áreas e/ou fenômenos dinâmicos, a exemplo da mutação da paisagem (foco desta pesquisa), necessitam de sensores que apresentam uma alta taxa de resolução espacial, de modo a permitir-se a detecção dos processos dinâmicos (CECCONELLO, 2017, p. 31). O monitoramento das classes de uso e cobertura da terra, conforme De Oliveira (2015, p. 19), permite avaliar as alterações antrópicas e fornecer informações para o manejo adequado dos recursos naturais, podendo servir de

base para estudos como previsões de safras, avaliação de cobertura florestal, escolha de áreas para expansão agrícola etc.

No concernente ao estudo das mutações da paisagem, Santos (2007) destaca que, um exercício fundamental é *“identificar e mapear os componentes desta”*. Pela complexidade de uma paisagem, esta possibilita múltiplas leituras e entendimentos, sendo possível realizar diversas análises que variam de acordo com o que se quer observar e analisar. São componentes de uma análise de determinada paisagem, o objetivo do estudo e a escala espacial e temporal. A escala, em termos gerais, pode ser definida como a representação da extensão de um território e da unidade de representação espacial onde a informação é obtida, que, no caso vertente desta pesquisa, é a cidade de Xai-Xai. Contudo, a finalidade de um mapeamento é comunicar objetiva e espacialmente um conjunto de informações, onde ainda nesta pesquisa, a finalidade é analisar as mudanças ocorridas ao longo da paisagem na cidade de Xai-Xai no período entre 1998 a 2018, com o intuito de relacioná-las aos riscos ambientais associados às mesmas mudanças paisagísticas locais.

Riscos Ambientais

Olhando-se por exemplo para uma situação em que um indivíduo ergue a sua habitação ao longo do perímetro de uma planície de inundação, obviamente que esta fica exposta à eventualidade de ocorrência de cheias e/ou inundações. O risco é uma percepção humana de forma individual e/ou grupal da probabilidade de ocorrência de um evento potencialmente perigoso e causador de danos, cujas consequências são uma função da vulnerabilidade intrínseca desse indivíduo/grupo.

Para Veyret (2007, p. 25), etimologicamente, a palavra *“risco”* provém do termo *“risico”* ou *“rischio”*, que designa: escolho, penhasco escarpado, promontório etc. A palavra designa, em simbiose, tanto um perigo potencial quanto a sua percepção e indica uma situação percebida como perigosa, cujos efeitos podem ser sentidos. O risco diz respeito à possibilidade e/ou probabilidade de ocorrência de processos no espaço e tempo, tais processos que afetam direta ou indiretamente a vida humana.

Aparentemente sinônimos, os termos risco e perigo têm significados diferentes. O risco expressa a probabilidade de ocorrência, ao passo que o perigo constitui uma ameaça potencial para as pessoas e seus bens (DE ALMEIDA, 2012, p. 25). Um exemplo explicativo da diferença entre risco vs perigo é resgatado da produção científica de OKRENT por DE ALMEIDA (2012, p. 25). No mesmo, considera-se duas pessoas cruzando um oceano, sendo uma em um transatlântico e outra em um barco a remo. Diante desta situação, o perigo, que são as águas profundas, para ambas as pessoas é o mesmo, sendo que a diferença acentua-se no tocante ao risco, pois a probabilidade do naufrágio é maior no indivíduo do barco a remo, logicamente, sem descartar outros fatores em volta.

Importa conceituar os ambientais, que são aqueles que resultam de um perigo natural, cujo impacto é ampliado pelas atividades antrópicas e pela ocupação territorial: erosão, desertificação, incêndios, poluição, inundações etc.

Materiais e Métodos

A cidade de Xai-Xai situa-se no extremo meridional da província de Gaza em Moçambique, com uma superfície de 139 km², entre os paralelos 24° 59' 53" S e 25° 06' 37" S e entre os meridianos 33° 36' 55" E e 33° 45' 22" E, no fuso horário +2 UTM (Figura 2).

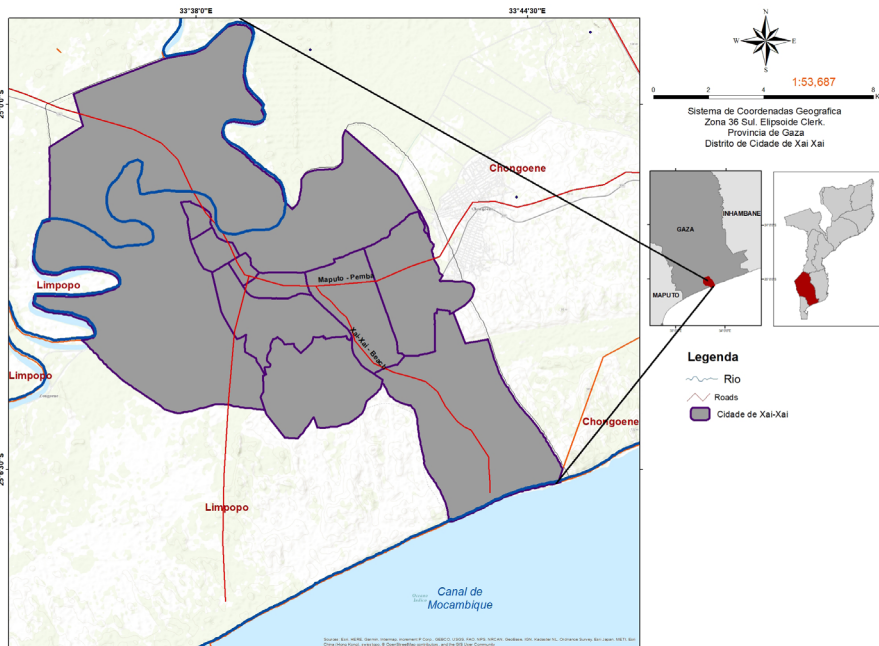


Figura 2 – Mapa de localização geográfica da cidade de Xai-Xai.
Fonte: Boca (2019).

No presente estudo, adotou-se a pesquisa histórica, pelo fato de querer se lançar o olhar na construção da história ambiental da cidade de Xai-Xai em consequência das ações antrópicas localmente, que culminam com a alteração da paisagem local.

Foram utilizadas diversas imagens orbitais para dar subsídio aos trabalhos e especificações dessas imagens: formato, extensão do arquivo e fonte (Quadro 1).

Quadro 1 – Características das imagens Landsat 5 e 8 usadas.

Imagem/Sensor	Formato	Extensão	Fonte	Data
Landsat 5/TM	Digital	Geotiff	(http://earthexplorer.usgs.gov/)	24/06/1998
Landsat 5/TM	Digital	Geotiff	(http://earthexplorer.usgs.gov/)	07/09/2008
Landsat 8/OLI	Digital	Geotiff	(http://earthexplorer.usgs.gov/)	19/09/2018

Fonte: BOCA (2019).

- Base cartográfica vetorial da cidade de Xai-Xai, elaborada pelo CENACARTA na escala 1:50.000;
- Aparelho portátil GPS – *Global Positioning System*, marca Garmin.

Os seguintes *softwares* foram utilizados:

- ArcGis (ArcMap) 10.3
- *Software* QGIS 2.18.28;
- *Software* Google Earth Pro;

As imagens Landsat 5 e 8 dos sensores TM e OLI, respectivamente, foram utilizadas para a classificação do uso e cobertura do solo nos respectivos anos (1998, 2008 e 2018), bem como para gerar o mapa da localização da área do estudo. As mesmas foram adquiridas na página da U.S Geological Survey (USGS) (<http://earthexplorer.usgs.gov/>).

As imagens Landsat apresentam uma resolução espacial de 30 metros. Entretanto, foi possível afinar-se a mesma resolução espacial para cerca de 15 metros, tal que ocorreu com a fusão da banda pancromática (B8), que apresenta 15 metros, com as restantes bandas multiespectrais (B1-7). Este procedimento permitiu uma melhor identificação dos alvos mapeados na imagem de satélite – Figura 3.

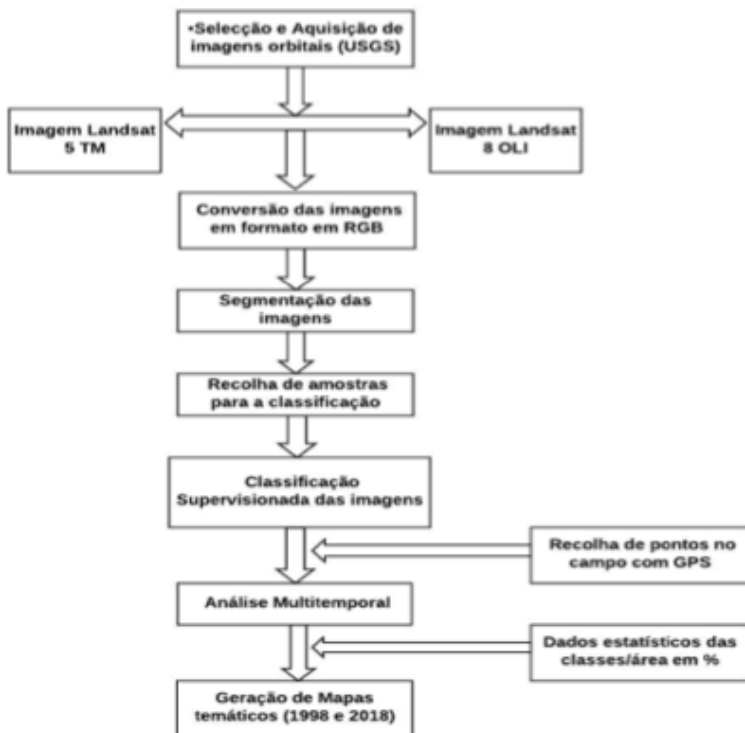


Figura 3 – Fluxograma das etapas de execução do processamento digital de imagens.

Fonte: BOCA (2019).

Para a avaliação dos riscos, recorreu-se à metodologia proposta por Rossi (1994), mais conhecida por “Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados”.

De forma a facilitar os cálculos do peso de cada variável no modelo proposto por Rossi (1994), convergiu-se a mesma com a metodologia de Faria (2011), também designada por Análise Hierárquica Ponderada – AHP, que consiste na aplicação do AHP à metodologia qualitativa de mapeamento de risco, associada à remoção e transporte dos solos e inundação.

Assim, para a sua materialização, recorreu-se ao uso da planilha disponível na AHP, refletida pelo módulo *Easy AHP* no software QGIS 2.18 (Tabela 1).

Tabela 1 – Planilha de análise ponderada.

Coluna1	Uso do Solo	Cobertura Vegetal	Pedologia	Declividade	Pluviosidade
Peso	1	4	3	2	5
Alternativa – 1	4%	99%	85%	96%	41%
Alternativa – 2	37%	65%	16%	12%	38%
Alternativa – 3	97%	12%	21%	62%	35%
Alternativa – 4	85%	86%	97%	8%	56%
Alternativa – 5	63%	35%	45%	71%	32%
Total	57,2%	59,4%	52,8%	49,8%	40,4%

Fonte: BOCA (2019).

Análise Temporal da Mudança da Paisagem na Cidade de Xai-Xai

A análise temporal da paisagem da cidade de Xai-Xai começou com a classificação supervisionada compreendendo os anos de 1998, 2008 e 2018 (Tabela 2).

Tabela 2 – Distribuição proporcional das áreas de cada classe na cidade de Xai-Xai.

Classes	1998		2008		2018	
	Área (km ²)	(%)	Área (km ²)	(%)	Área (km ²)	(%)
Área Habitada	24,7	18	35,2	25	80,9	58
Uso Agropecuário	73,1	52	80,9	58	27,8	20
Corpos de Água	17,5	13	16,3	12	11,4	8
Pântano	23,9	17	6,8	5	19,1	14
Total	139,2	100	139,2	100	139,2	100

Fonte: BOCA, 2019.

A classe correspondente à área habitada registrou um crescimento exponencial em termos de expansão territorial e consequente sobreposição sobre as outras classes.

Em 1998, a classe que mais predominava na cidade de Xai-Xai era a de uso agropecuário, seguida da classe da área habitada, ocupando o equivalente a 18% do perímetro total da cidade.

Já em 2008, a classe mais predominante continuou sendo a de uso agropecuário, ocupando uma extensão de 58%, seguida da área habitada que cresceu em 7% contando com 25% (Figura 4).

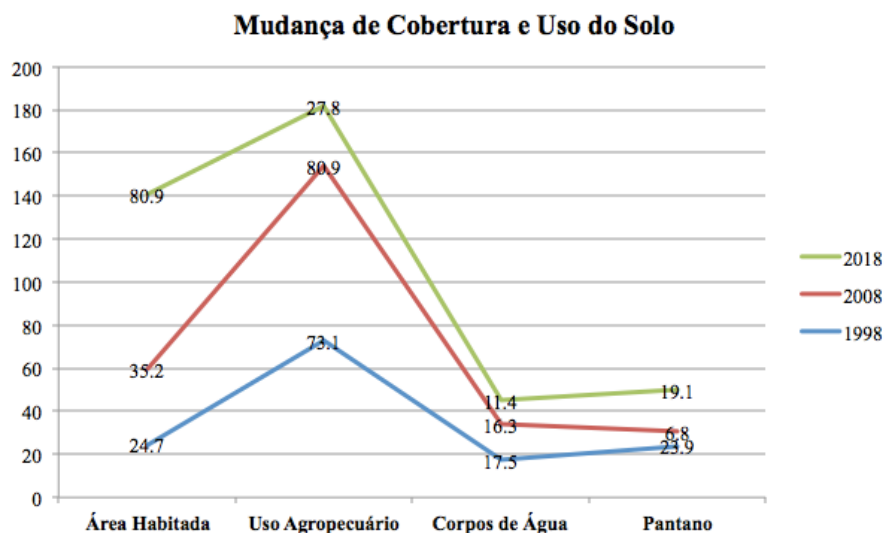


Figura 4 – Variação nas classes de uso e ocupação do solo em Xai-Xai.
Fonte: BOCA (2019).

Em 1998, predominava na cidade de Xai-Xai a classe de uso agropecuário. Ora, esta situação assemelha-se à forma de surgimento de grande parte das cidades moçambicanas, como também a de muitos países em desenvolvimento, tais que surgiram em período colonial, sobretudo junto aos principais cursos de água, como estratégia para facilitar a irrigação dos campos.

A análise temporal das imagens de satélite dos anos 1998, 2008 e 2018 (Figura 5) mostra uma acelerada expansão da área habitada, em substituição por exemplo da área outrora aproveitada para a prática das atividades agropecuárias. A área habitada que em 1998 era estimada em cerca de 24,7 km², o equivalente a 18% da superfície total da cidade de Xai-Xai, passou para 35,2 km² (25%) e 80,9 km², o equivalente a 58% da superfície total da cidade de Xai-Xai.

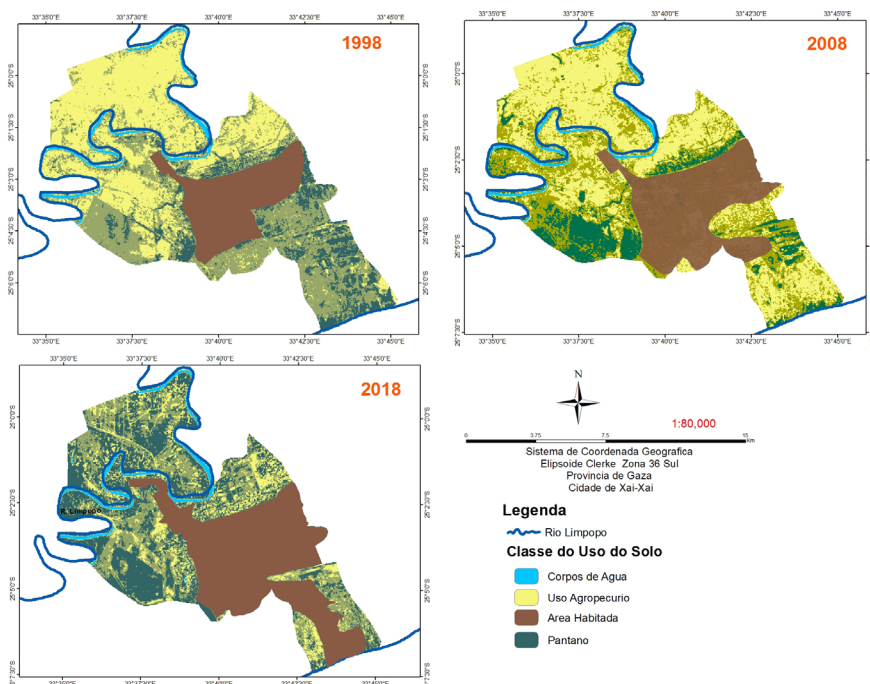


Figura 5 – Mapas das classes de uso do solo na cidade de Xai-Xai: 1998, 2008 e 2018. Fonte: BOCA (2019).

As classes de uso do solo supracitadas refletem a estrutura da paisagem na cidade de Xai-Xai, numa escala temporal dinâmica. Ora, esta estrutura da paisagem sofre influência de indicadores retratados na planilha da análise ponderada (Tabela 1), com os seus respectivos pesos atribuídos: Uso do solo (1); Declividade (2); Pedologia (3); Cobertura Vegetal (4); Pluviosidade (5).

Assim, em termos gerais, os principais indicadores a ter em conta na mudança da paisagem são: cobertura vegetal (59,4%), uso do solo (57,2%) e pedologia (52,8%). Os outros indicadores estão com um peso abaixo de 50%. Estes dados foram obtidos após a sobreposição no complemento *Easy AHP* do QGIS dos respectivos mapas temáticos dos indicadores.

Entretanto, de acordo com Pichinin (2009, p. 73), ao estudar as transformações numa determinada paisagem, não se pode descartar as questões que emanam da relação entre sociedade e natureza, buscando abordar as dimensões que permeiam a reestruturação do território, pois estas refletem-se nas mudanças que ocorrem. Diante desses pressupostos de PICHININ, a análise da transformação da paisagem da cidade de Xai-Xai foi correlacionada com várias dimensões que, direta e indiretamente, interferem nas suas mudanças. Tal é o caso da dimensão socioeconômica.

A dimensão social interfere diretamente na mudança da paisagem da cidade de Xai-Xai nos seguintes termos:

- Seu crescimento, que implica na maior pressão sobre componentes abióticos ao nível local e em distritos circunvizinhos (Chongoene);
- Expansão da área habitada, o que culmina com a sobreposição de infraestruturas e equipamentos sociais e econômicos sobre os ecossistemas naturais;
- Alteração dos caminhos naturais por exemplo das águas pluviais.

Assim, a componente social na cidade de Xai-Xai, manifesta-se pelo crescimento contínuo da população.

Observando, por exemplo, o retrato evidenciado pelos mapas das classes de uso do solo, é possível constatar a rápida sobreposição da área habitada sobre outras classes de uso do solo na cidade de Xai-Xai. Este crescimento incide sobre os bairros periféricos. Ora, a distribuição populacional na cidade de Xai-Xai é levantada aqui como sendo o principal fator dinamizador da paisagem, pois o grau de artificialização do espaço nesta cidade é diretamente proporcional ao aumento da densidade demográfica.

De acordo com INE², em 1997 a cidade de Xai-Xai apresentava uma população total de 99.443 habitantes (H – Homens e M – Mulheres) e em 2007 um total de 116.343 habitantes, o que consubstancia um aumento em cerca de 14% (+16.901 habitantes). Já em 2017, os dados recentemente divulgados apontam para uma população de cerca de 144.191 habitantes, representando um crescimento médio de cerca de 8% nesse intervalo de 20 anos (Figura 6).

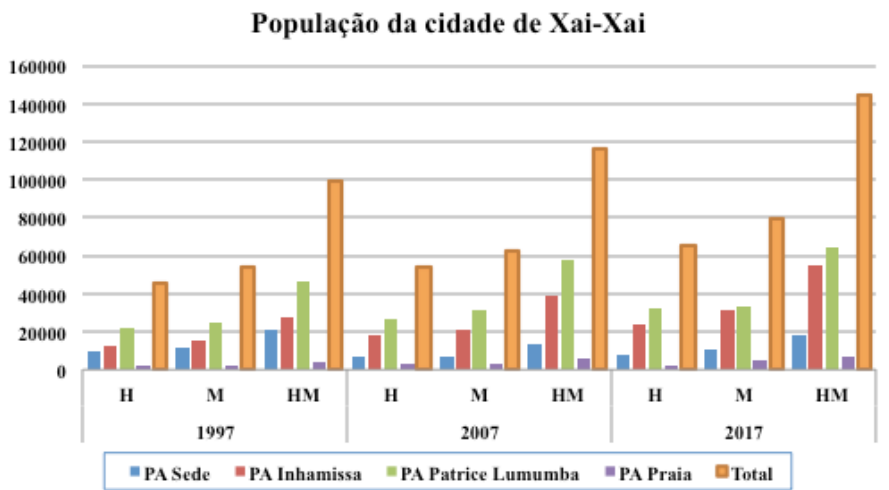


Figura 6 – Dinâmica da população na cidade de Xai-Xai (1997–2017).

Fonte: BOCA (2019).

Assim, o componente social na cidade de Xai-Xai manifesta-se pelo crescimento contínuo da população. Só para dar suporte a esse raciocínio, pode-se observar o retrato evidenciado pelos mapas das classes de uso do solo, onde é possível constatar a rápida sobreposição da área habitada sobre outras classes de uso do solo na cidade de Xai-Xai.

Entretanto, a distribuição dessa população é variável de um Posto Administrativo para o outro. Ainda, as migrações internas concorrem para tal, pela saída da população da zona baixa – vulnerável às cheias e inundações – para a alta (PA,s de Inhamissa e Patrice Lumumba), com relevo de dunas e solos arenosos pouco consolidados, criando caminho fácil para a erosão com a remoção da vegetação (Figura 7).

A dimensão econômica concorre para as mudanças da paisagem, sobretudo em função do nível de oportunidades de sobrevivência que são disponibilizadas à população local.



Figura 7 – Construções nas áreas de risco à erosão dos solos.

Fonte: BOCA (2019).

Nesta cidade, coabitam diferentes segmentos sociais, sendo que a maioria é de classe com poucas posses, o que reflete no tipo de áreas e formas de ocupação dos espaços.

Houve necessidade de fazer um trabalho de campo, baseado na mensuração das características visíveis no cotidiano da população nos bairros da cidade de Xai-Xai. Assim, com os graus de fragilidade ambiental, tendo como foco a habitação e o saneamento do meio (embora sem dados estatísticos por inexistência), constatou-se, através da observação direta durante o trabalho de campo, que a vulnerabilidade social que se manifesta pelas reduzidas ou limitadas capacidades material, simbólica e comportamental das famílias para fazerem face a um determinado meio definem as áreas de riscos, assim como o seu grau de influência (Figura 8).



Figura 8 – Moradia de material precário, erguida numa área degradada.
Fonte: BOCA (2018).

Observando a Figura 8, percebe-se que o tipo de habitação é de material precário como caniço (inflamável e de fácil degradação) e chapas de zinco, instalada numa área degradada ambientalmente, por se tratar do perímetro inundável do Rio Limpopo, com solos argilosos pouco permeáveis e sem drenagem urbana. Qualquer que seja a intensidade da chuva nesta área resulta em inundações, devido à associação de: relevo plano que anula o escoamento superficial; solos argilosos compactados ou impermeabilizados pelas construções, provocando a anulação da infiltração.

Riscos Associados à Mudança da Paisagem na Cidade de Xai-Xai

Na paisagem convergem vários elementos bióticos e abióticos que têm-na como seu território. A dinâmica dos mesmos, quer por forças naturais, quer por ações antrópicas, resulta na mutação da estrutura morfológica da paisagem, devido à alteração dos sistemas.

Durante o trabalho de campo, o principal risco identificado na cidade de Xai-Xai enquadra-se nos chamados riscos geológicos exógenos, que segundo Ogura (1995), é *“todo o processo, situação ou evento no meio geológico, de ordem natural induzida ou mista, que pode gerar um dano econômico ou social para alguma comunidade, e em cuja previsão, prevenção ou correção há-de se empregar critérios geológicos”*. Trata-se da erosão laminar dos solos na cidade de Xai-Xai. Pela configuração do seu relevo acidentado, aliado às formas desordenadas de uso e ocupação dos espaços, sem se esquecer a vulnerabilidade social, essa associação toda culmina com a evolução crescente das áreas de risco à erosão dos solos (Figura 9).

Em termos metodológicos, aplicou-se a proposta de Carpi Jr. (2012) *“mapeamento social participativo”*, cujo pressuposto básico é de que as informações oriundas da percepção, representação e experiência humana podem ser integradas aos processos e mé-

todos tradicionais de espacialização e representação gráfica. A principal distinção entre o mapeamento de riscos ambientais e as formas mais comuns de diagnóstico participativo é a seleção dos integrantes para as reuniões públicas, tendo em vista a necessidade da participação de indivíduos com conhecimento real ou potencial da área investigada, o que facilita a identificação de situações de risco.

Assim, o mapeamento social participativo consistiu na interação com a população dos bairros da cidade de Xai-Xai e posterior mapeamento das áreas apontadas como as de ocorrência deste problema por meio do GPS, e as respectivas medições da extensão de cada uma delas e, por fim, a representação gráfica das mesmas em imagens do *Google Earth* dos anos 1998 e 2008, onde foi possível vetorizar as áreas de ocorrência de erosão.

No total, foram envolvidas 45 pessoas (25 mulheres e 20 homens) de todos os Postos Administrativos da cidade de Xai-Xai, com maior ênfase para Inhamissa e Patrice Lumumba, por sinal os mais afetados pela erosão dos solos. Estes foram escolhidos tendo como critério o seu tempo de residência nos mesmos Postos. Assim, exigia-se que os mesmos estivessem residindo há mais de 25 anos, ou seja, no mínimo antes do ano 1994. Os mesmos passaram por um processo de capacitação em matérias de identificação do risco de erosão.

Concluída a etapa de formação em identificação dos riscos, seguiu-se à fase de mapeamento no campo, onde esses capacitados serviam de guia para os locais identificados. Os mesmos narraram em entrevista a evolução da erosão nos locais de ocorrência, desde os primórdios da ocupação populacional.

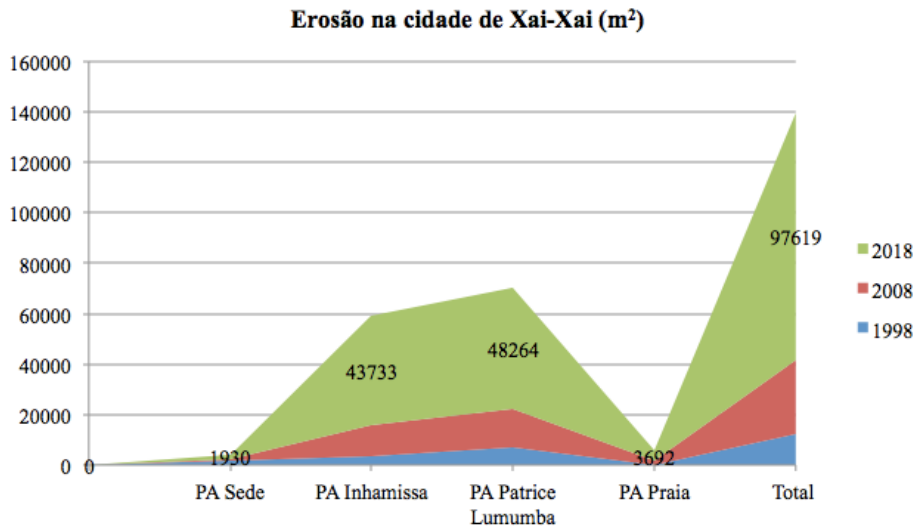


Figura 9 – Estatísticas de erosão na cidade de Xai-Xai (1998-2018).

Fonte: BOCA (2019).

Tal como se pode observar na Figura 9, que é de Áreas Empilhadas, os PAs de Inhamissa e Patrice Lumumba são os mais críticos em termos de erosão dos solos, se comparados com as restantes áreas dentro do perímetro territorial da cidade de Xai-Xai.

Assim, estimou-se a área total aproximada da ocorrência da erosão na cidade de Xai-Xai no ano de 1998, cujas estatísticas apontam para cerca de 12.227 m².

Após as históricas cheias do ano 2000 na cidade de Xai-Xai, houve muita mobilidade da população em direção à zona alta da cidade, o que culminou com a ocupação dos canais naturais de escoamento das águas pluviais, de concavidades e convexidades do relevo. Assim, aumenta a pressão antrópica sobre componentes do meio ambiente em resultado do aumento da densidade populacional em menor área territorial da cidade. O risco à erosão dos solos, varia na razão direta da expansão urbana e aumento da densidade populacional, e a superfície erodida até o ano de 2008 na cidade de Xai-Xai era estimada em cerca de 29.618,9 m², mais que o dobro da área erodida em 1997, que era de cerca de 12.227 m².

Ora, em 2018 a densidade populacional e a população absoluta na cidade de Xai-Xai continuaram a progredir, destacando-se o PA de Inhamissa que passou dos 38.775 habitantes para 54.692 e o PA Patrice Lumumba que passou dos 57.925 habitantes para 64.612 habitantes.

Os dados demográficos anteriores, aliados à morfologia topográfica, ajudam a compreender as razões da propagação do risco ambiental de erosão. Não se pode excluir aqui a vulnerabilidade social da população local através de desemprego para muitos jovens, construção de habitações com material precário como caniço, capim, a falta da eletricidade, água e saneamento, razão pela qual os danos e/ou consequências da ocorrência de eventos são maiores, ou seja, a capacidade de resposta a eventos ambientais é muito lenta, o que ajuda a medir o nível de vulnerabilidade.

Quanto à área vetorizada nas imagens do *Google Earth* sobre a área erodida em 2018, ela é estimada em cerca de 97.619 m², contra os 29.618,9 m² de 2008, o que equivale a dizer que a exacerbação da área de risco à erosão dos solos na cidade de Xai-Xai foi cerca de 303,4% (Figura 10; Quadro 2).

Estas estatísticas de crescimento da área de ocorrência de erosão dos solos acompanha o processo de expansão urbana que tem-se verificado ao longo da periferia da cidade de Xai-Xai. Entretanto, é preciso deixar claro que é uma expansão caracterizado por uma ocupação desordenada dos espaços, protagonizada majoritariamente pela população de baixa renda, de certa forma marginalizada por falta de capacidade econômico-financeira para a aquisição dos terrenos na cidade.

Em Moçambique, de acordo com a Constituição da República, a terra não se vende e é da pertença do estado. Entretanto, no terreno verifica-se um cenário contrário, onde os espaços localizados próximo à praia e em outros locais privilegiados são adquiridos a preços elevados, cabendo à população desfavorecida a ocupação ilegal das áreas deprimidas e com elevados riscos ambientais.

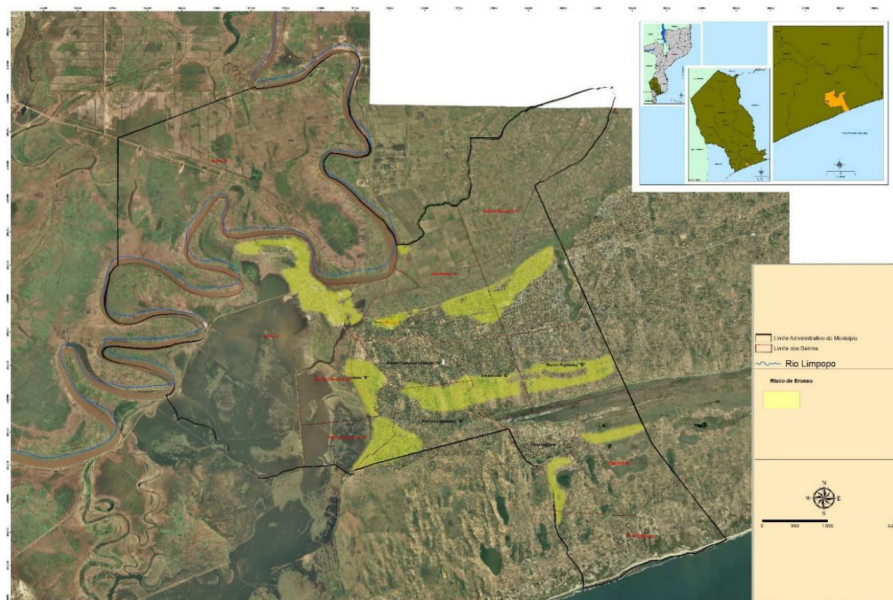


Figura 10 – Mapa de superfície erodida em 2018 na cidade de Xai-Xai.
 Fonte: BOCA (2019).

Quadro 2 – Resumo das áreas de ocorrência da erosão na cidade de Xai-Xai (1998–2018).

Período	Caracterização	Área(s)
1998	Primeiros focos da erosão por ação de: declividade, solos, precipitação, sem muita interferência antrópica.	PA Inhamissa: bairros Marien Ngouaby A, Inhamissa; PA Sede: bairro comunal.
2008	Incremento da erosão; ocupação das vertentes íngremes das dunas; construções desordenadas; remoção vegetação.	Patrice Lumumba A e B, Coca-missava, Inhamissa B.
2018	Aumento da densidade demográfica; bairros de expansão; intensificação das construções ao longo das dunas; compactação dos solos e vias de acesso.	Unidade 05 de Patrice Lumumba e Macanwine B; Bairro Ndambine 2013.

Fonte: BOCA (2019).

Conclusão

A cidade de Xai-Xai vem registrando mudanças no seio da sua paisagem natural, em resposta aos interesses do homem, como agente colonizador de diversas áreas dentro do território urbano. Essa paisagem da cidade de Xai-Xai é a expressão das heranças e práticas espaço-temporais ocorridas nesta cidade, em função das especificidades e necessidades da população. O estudo foi feito para os anos 1998, 2008 e 2018, com recurso às imagens de satélite Landsat 5 e 8, onde constatou-se que a Área Habitada vem exacerbando-se sobre outras classes, pelo que, até ao ano de 2018, ocupava uma superfície total de cerca de 58%, tendo crescido acima do dobro em 10 anos (2008 – 2018), onde se situava em 25%. Em contrapartida, o Uso Agropecuário tem regredido, o que mostra o valor que o espaço tem estado a ganhar na cidade de Xai-Xai, pelo que é substituído pelas construções para habitações e outros fins.

A paisagem na cidade de Xai-Xai, no período de 1998 a 2018, apresenta sucessivas descontinuidades no sentido evolutivo, quase sempre determinadas pela ação antrópica através da ocupação de áreas de risco a erosão e inundações, tal ação que tem papel determinante na estrutura fisionômica da paisagem. E, em função dessas mudanças na paisagem, o sistema ambiental reage mediante a ação sobre ele imposto. Por exemplo, a zona alta da cidade de Xai-Xai, apresenta um relevo acidentado e, com o crescimento da densidade populacional e da população absoluta, registra-se uma pressão sobre a natureza e alteração do funcionamento normal dos elementos bióticos e abióticos, cujo reflexo está na expansão do risco de erosão dos solos, sobretudo nos PAs de Inhamissa e Patrice Lumumba.

Assim, visando minimizar os riscos ambientais resultantes da ação antrópica que modifica a paisagem na cidade de Xai-Xai, sugere-se o aprofundamento dos trabalhos com a modelagem ambiental, para o aperfeiçoamento dos paradigmas que possam simular com exatidão, as possíveis mudanças ambientais locais. Ainda, é preciso elaborar planos de manejo adequados às capacidades, potencialidades e fragilidades dos solos na cidade de Xai-Xai, de modo a garantir a conservação ambiental. É preciso que haja um acompanhamento e monitoramento claro sobre a ocupação das áreas de risco ambientais para uma definição clara dos tipos de usos, e haver rigor na atribuição das mesmas áreas e, por fim, a definição clara das funções de cada área da cidade, para um uso estritamente definido.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, M. G. M. Os espaços urbanos em Moçambique. In: GEOUSP, *Espaço e Tempo*, n. 14, São Paulo, 2003.

BOCA, N. T. *As mudanças da paisagem e sua influência na dinâmica do risco de erosão na Cidade de Xai-Xai*. 2019. Dissertação (Mestrado): Universidade Pedagógica de Maputo: Maputo, Moçambique.

CARPI JR, S. Identificação de riscos ambientais e proteção das águas: uma aproximação necessária. In: *Gestão de áreas de riscos e desastres ambientais*. GUIMARÃES, T. et al. Rio Claro SP: IGCE/UNESP/RIO CLARO, 2012.

CECCONELLO, S. T. *Análise ambiental dos processos dinâmicos de uso e cobertura da Terra sobre as áreas de preservação permanente do Município de Pelotas entre os anos de 1985 e 2015*. 2017. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Territorial e Sistemas Agroindustriais) – Faculdade de Administração, Turismo e Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

CHISINGUI, A. V. *Análise da paisagem e das alterações de uso/ocupação do solo no Lubango e arredores*. 2017. Tese (Doutorado em Ciências do Ambiente) – Instituto de Investigação e Formação Avançada. Universidade de Évora, Évora.

DE ALMEIDA, L. Q. *Riscos ambientais e vulnerabilidades nas cidades brasileiras: conceitos, metodologias e aplicações*. São Paulo: Editora Unesp Cultura Acadêmica, 2012.

DE OLIVEIRA, M. A. *Modelagem dinâmica espacial das classes de uso e cobertura da terra de Venâncio Aires/RS*. Junho de 2015. Trabalho de Conclusão do Curso (Engenharia Ambiental). Centro Universitário UNIVATES. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/983/1/2015MauroAndredeOliveira.pdf>

FARIA, D. G. M. *Mapeamento de perigo de escorregamentos em áreas urbanas precárias brasileiras com a incorporação do Processo de Análise Hierárquica (AHP)*. Tese (Doutorado em Geotecnia). 2011. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18132/tde-08122011-110908/>. Acesso em: jul. 2019.

FLORENZANO, T. G. *Imagens de satélite para estudos ambientais*. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

LIMA, V. *A sociedade e a natureza na paisagem urbana: análise de indicadores para avaliar a qualidade ambiental*. 2013. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia. UNESP, Presidente Prudente. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/105077/lima_v_dr_prud.pdf?sequence=1

MATOS, R. S. *A reinvenção da multifuncionalidade da paisagem em espaço urbano – reflexões*. 2010. Tese (Doutorado em Artes e Técnicas da Paisagem) – Instituto de Investigação e Formação Avançada. Universidade de Évora, Évora. Disponível em: https://wp.ufpel.edu.br/leaa/files/2015/03/a_reinven%C3%A7%C3%A3o_da_multifuncionalidade_da_paisagem_rural_em_espa%C3%A7o_urbano.pdf

MOTTER, A. F. C. *Um olhar sobre o processo de transformação da paisagem na bacia do Rio Santa Rosa (NW DO RS), de 1915 até os dias atuais*. 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia e Geociências) – Centro de Ciências Naturais e Exatas. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/ppggeo/files/2011/DissertacaoAdriana%20Motter%20-%202011.pdf>

OGURA, A. T. *Análise de riscos geológicos em planos preventivos de defesa civil*. In: BITAR, O.Y. *Curso de geologia aplicada ao meio ambiente*. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia e Engenharia (ABGE) e Instituto de Pesquisas Tecnológicas (APT), 1995.

As Mudanças da Paisagem e sua Influência na Dinâmica do Risco de Erosão na Cidade de Xai-Xai

PICHININ, E. S. *As transformações históricas e a dinâmica actual da paisagem no município de Euclides da Cunha Paulista-SP*. 2009. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia. UNESP, Presidente Prudente.

ROSSI, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, n. 9, 1994.

_____. Geomorfologia Aplicada aos EIAs – RIMAS. In: GUERRA, A. J. T.; e CUNHA, S. B. *Geomorfologia e Meio Ambiente*. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 2006.

SANTOS, J. O. *Fragilidade e riscos socioambientais em Fortaleza-CE: contribuições ao ordenamento territorial*. 2011. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-30032012-131857/publico/2011_JaderdeOliveiraSantos_VRev.pdf

SANTOS, M. *Metamorfoses do espaço habitado, fundamentos teórico e metodológico da geografia*. São Paulo: Hucitec, 1988.

_____. *A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. 4. ed. São Paulo: Edusp, 1996.

SANTOS, R. F. *Vulnerabilidade ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos?* Brasília: MMA, 2007. Disponível em: <<http://modal.cetesb.sp.gov.br/portal/index.php?livros>>. Acesso em: 28 dez. 2018.

SCHIER, R. A. Trajetórias do conceito de paisagem na geografia. R.RA'EGA – *O Espaço Geográfico em análise*, Curitiba, v. 7, p. 79-85, 2003. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/raega/article/viewArticle/3353>. Acesso em: 12 jul. 2019.

USGS – UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. *Mapas, imagens e publicações*. Disponível em: <http://www.usgs.gov/pubprod/> >. Acesso em: 21 jul. 2019

VEYRET, Y. *Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente*. Traduzido por Dilson Ferreira da Cruz. São Paulo: Editora Contexto, 2007.

Recebido em: 25/10/2019

Aceito em: 18/02/2020

¹ Land – termo em inglês que em português significa terra (tradução livre).

² Instituto Nacional de Estatística de Moçambique.