

A GESTÃO ADAPTATIVA AO RISCO DE EROÇÃO PLUVIAL NA CIDADE DE MAXIXE - MOÇAMBIQUE

ADAPTIVE MANAGEMENT TO THE RISK OF RAINFALL EROSION IN THE CITY OF MAXIXE - MOZAMBIQUE

Freitas Cossa¹

Resumo

A gestão adaptativa ao risco de erosão pluvial é o epicentro desta pesquisa, que procura saber como é que as populações levam a cabo a gestão adaptativa ao risco de erosão pluvial na Cidade de Maxixe, em Moçambique. Compreender os processos de gestão adaptativa ao risco de erosão pluvial é o objetivo geral, desdobrado pelos específicos, nomeadamente: descrever a área de estudo e o processo de erosão pluvial, caracterizar as áreas susceptíveis à erosão pluvial, explicar os mecanismos de adaptação ao risco de erosão pluvial, propor elementos de um plano de gestão adaptativa ao risco de erosão pluvial. A hipótese da pesquisa diz que a gestão adaptativa ao risco de erosão pluvial na Cidade de Maxixe é levada a cabo sem obediência das fases preconizadas no ciclo de gestão, consistindo na tomada de medidas esporádicas como resposta ao processo erosivo. As metodologias do trabalho foram as seguintes: a revisão bibliográfica e documental, o método cartográfico para o mapeamento (arcGIS.10.8), a observação direta, uso de GPS, método estatístico, administração de questionário, SPSS e Excel para a interpretação dos dados. Com a realização da pesquisa, concluiu-se que a gestão adaptativa ao risco de erosão como um plano pré-concebido ainda não existe, todavia, existem medidas esporádicas e aleatórias como resposta à erosão que não obedecem a nenhum ciclo concebido, o que torna a dinâmica erosiva mais agressiva a cada época chuvosa, exigindo cada vez mais medidas de adaptação.

Palavras-chave: solo; erosão; risco; gestão adaptativa; pluvial.

Abstract

Adaptive management to the risk of rain erosion is the epicentre of this research, which seeks understand how people conduct adaptive management to the risk of rain erosion in the city of Maxixe, Mozambique. Understanding the processes of adaptive management to the risk of pluvial erosion is the general objective, which is broken down into the following specific objectives: to describe the study area and the process of pluvial erosion, to characterise the areas susceptible to pluvial erosion, to explain the mechanisms of adaptation to the risk of pluvial erosion, and to propose elements of a plan for adaptive management to the risk of pluvial erosion. The research hypothesis is that adaptive management to the risk of rain erosion in the city of Maxixe is conducted without following the phases recommended in the management cycle, consisting of taking sporadic measures as a response to the erosion process. The work methodologies were as follows: bibliographic and documentary review, cartographic method for mapping (arcGIS.10.8), direct observation, use of GPS, statistical method, questionnaire administration, SPSS and Excel for data interpretation. The research concluded that adaptive management of erosion risk as a pre-conceived plan does not yet exist; however, there are sporadic and random measures in response to erosion that do not follow any conceived cycle, which makes erosion dynamics more aggressive with each rainy season, requiring more and more adaptation measures.

Keywords: soil; erosion; risk; adaptive management; rainfall.

1 Introdução

Atualmente, a gestão adaptativa ganhou maior expressão no âmbito de enfrentamento dos problemas ambientais, como a erosão, pois ela permite a elaboração e aplicação de medidas optativas como reposta em função da manifestação do perigo. De acordo com Rogers e Macfarlan

¹ Mestre em Gestão de Riscos Ambientais e licenciado em Ensino de Geografia.

(2020), a gestão adaptativa deve por um lado ser uma ferramenta de prevenção e por outro constituir uma estratégia de enfrentamento do risco em função da sua perigosidade. Nesse contexto, optar por uma gestão adaptativa significa estar à altura para dar respostas diferentes em função da manifestação do perigo, ou seja, fazer gestão com uma planificação flexível para atender às necessidades prioritárias dentro de uma determinada circunstância em relação ao risco.

As características da Cidade de Maxixe, localizada em Moçambique, determinam situações de exposição e susceptibilidade particulares que precisam ser conhecidas e documentadas para sustentar uma correta gestão de risco de erosão obedecendo um ciclo pré-estabelecido. Por isso, o presente trabalho faz a descrição dos solos, da erosão, dos mecanismos de adaptação das populações, face ao desgaste do solo, tomando como base as práticas recorrentes de resposta à erosão pluvial, que ocorre durante as épocas chuvosas. Ao descrever os mecanismos de adaptação ao risco de erosão pluvial, bem como a importância de gestão adaptativa, pretende-se propor elementos para constarem de um plano e/ou sistema de gestão adaptativa, a fim de estabelecer uma forma de resposta ao desgaste do solo conducente à realidade local da Cidade de Maxixe, em obediência ao ciclo de gestão de risco de erosão.

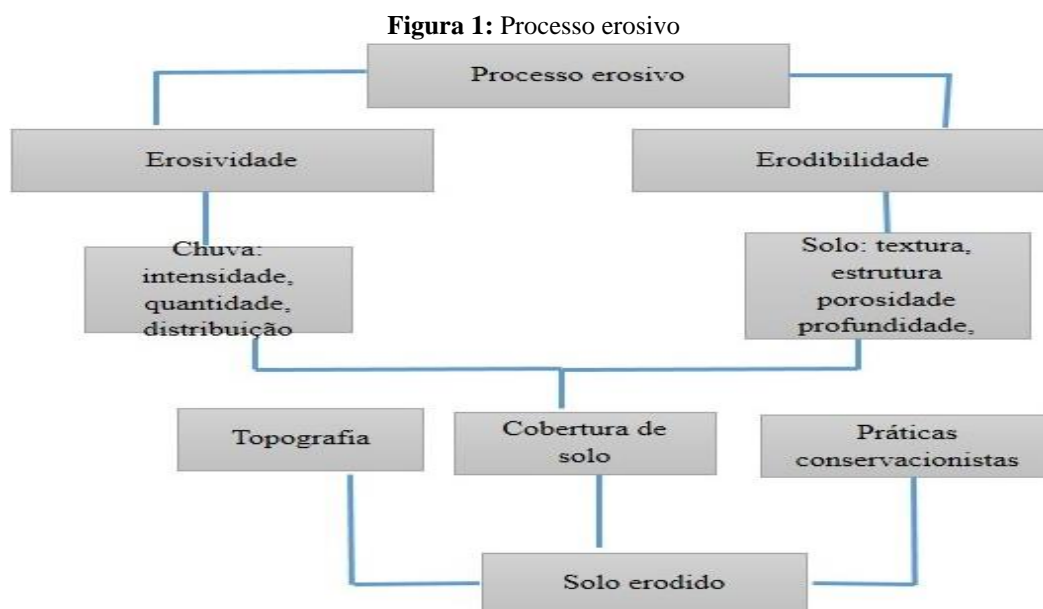
A Cidade de Maxixe, em Moçambique, ressent-se do desgaste dos solos, já que a erosão tem ganhado maior dinamismo nos últimos anos e, por esse motivo, várias medidas de adaptabilidade têm sido tomadas pelas populações, assim como pelas autoridades municipais, buscando reduzir o impacto danoso da erosão. Portanto, nesse âmbito de coexistência com a erosão, interessou compreender como as populações levam a cabo a gestão adaptativa ao risco de erosão uma vez que esse fenômeno tem sido recorrente.

A gestão adaptativa ao risco de erosão pluvial na Cidade de Maxixe é um problema, pois o Conselho Municipal da Cidade de Maxixe (CMCM), da província de Inhambane em Moçambique, assim como as populações locais, levam a cabo medidas de resposta à erosão sem obedecer a nenhum ciclo ou fases de gestão que preconizem avaliação do problema, projeto, implementação, monitoria, avaliação e ajustes. Por causa disso, a adaptação adotada não tem tido os efeitos desejados, uma vez que a cada época chuvosa a tendência é de agravamento, colocando em risco diversas infraestruturas com maior destaque para as vias de acesso e residências.

As autoridades municipais da Cidade de Maxixe apontam a erosão pluvial como uma grande ameaça ao progresso, pois anualmente são gastos elevados recursos financeiros para reposição dos solos e infraestruturas afetadas por esse fenômeno, por isso que a gestão adaptativa é considerada um mecanismo de resposta ao processo erosivo na Cidade de Maxixe, embora ela não seja implementada como se recomenda.

Ainda que o Programa Municipal de Gestão Ambiental (Conselho Municipal da Cidade de Maxixe, 2008) da Cidade de Maxixe coloque a erosão como uma das grandes adversidades ambientais, todavia não aponta a gestão adaptativa como premissa para lidar com essa problemática. Daí ser necessário abordar, segundo Rogers e Macfarlan (2020), o enquadramento mais amplo da gestão adaptativa, pois permite implementar planos, modificá-los em resposta às mudanças nas circunstâncias ou entendimentos, ou seja, é necessário minimizar os danos ambientais de várias maneiras, por isso que para a presente pesquisa surge a seguinte pergunta de partida:

Como é que a gestão adaptativa ao risco de erosão pluvial é levada em consideração pela população residente na Cidade de Maxixe? Em relação ao processo erosivo, o mesmo ocorre de acordo com a Figura 1:

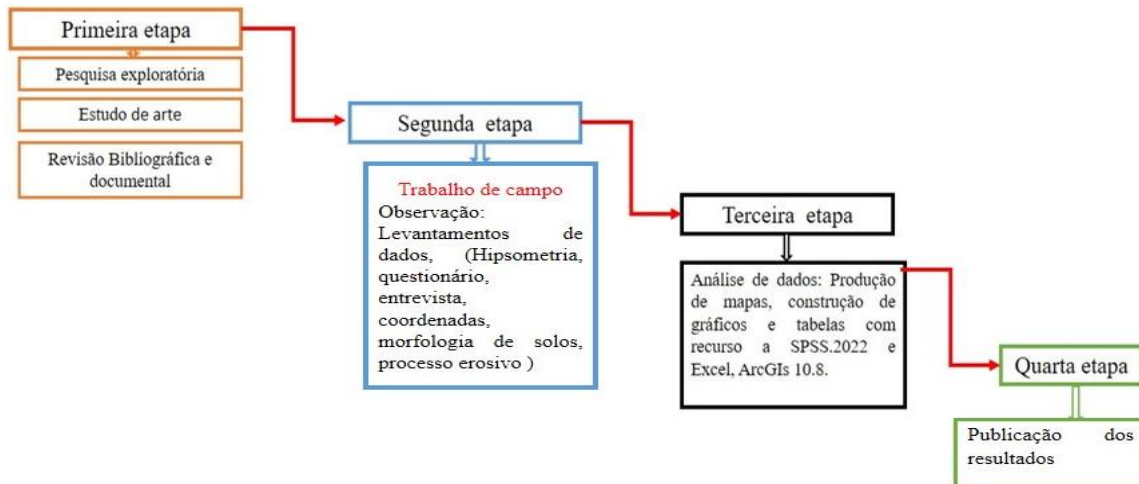


Fonte: Casseti (2005).

2 Materiais e métodos

A realização desta pesquisa obedeceu ao cronograma conforme apresentado no fluxograma da Figura 2.

Figura 2: Fluxograma metodológico



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

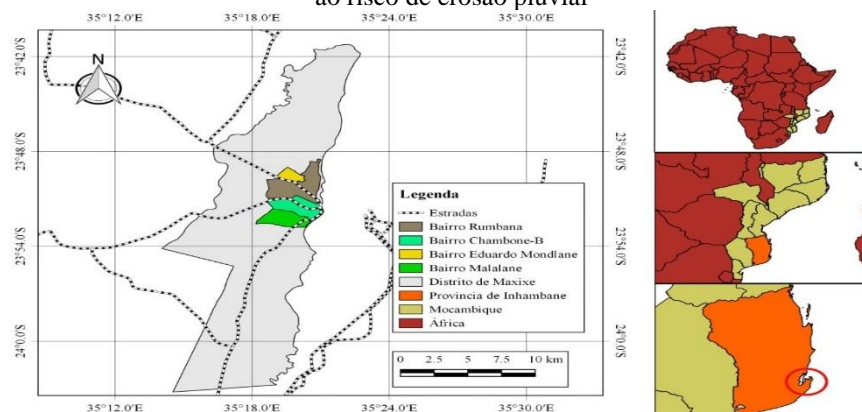
A primeira etapa consistiu em reunir o material bibliográfico e documental sobre a temática “gestão adaptativa ao risco de erosão”. A segunda etapa foi caracterizada pelo trabalho de campo, a terceira foi a análise e discussão dos resultados obtidos e, finalmente, a última foi a publicação dos resultados desta pesquisa.

3 Resultados

3.1 Localização da área de estudo

A Cidade de Maxixe localiza-se (Figura 3) na costa na província de Inhambane, entre as coordenadas 23° 41’ 30” e 24° 03’ 30” de latitude Sul, e 35° 12’ 30” e 35° 21’ 30” de longitude Este. É limitado a Norte e Noroeste pelo distrito de Morrumbene, pela margem direita do rio Nhanombe, a Sul pelo distrito de Jangamo, a Oeste e Sudoeste pelo distrito de Homoíne, a leste pela Cidade de Inhambane na Baía de Inhambane (Chitata; Dgedge 2020).

Figura 3: Mapa de localização da Cidade de Maxixe e dos bairros com alta susceptibilidade ao risco de erosão pluvial



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Tabela 1: Número da população por bairro na cidade de Maxixe

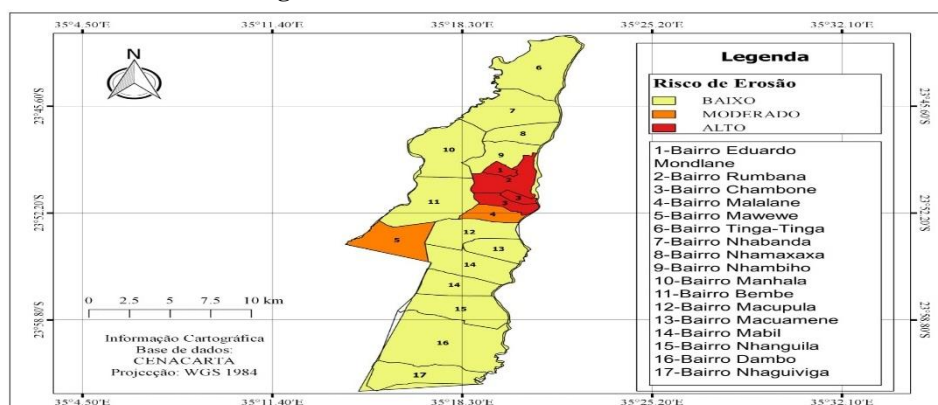
| N.º | Nome do bairro | População |
|--------------|------------------|----------------|
| 1 | Rumbana | 6300 |
| 2 | Chambone A | 12703 |
| 3 | Chambone B | 2500 |
| 4 | Macupula | 7971 |
| 5 | Mabil A | 7500 |
| 6 | Mabil B | 17320 |
| 7 | Malalane | 23162 |
| 8 | Dambo | 2280 |
| 9 | Bembe | 7202 |
| 10 | Nhaguiviga | 2560 |
| 11 | Eduardo Mondlane | 12144 |
| 12 | Tiga-Tinga | 7415 |
| 13 | Nhambiho | 5182 |
| 14 | Manhala | 10942 |
| 15 | Macuamene | 4029 |
| 16 | Nhabanda | 9518 |
| 17 | Mawewe | 6732 |
| 18 | Nhanguila | 2860 |
| 19 | Nhamaxaxa | 3030 |
| Total | | 151.350 |

Fonte: CMCM (2024).

Os dados acima indicam a distribuição numérica de cada bairro e é possível notar que o bairro Chambone é o mais populoso e Dambo é o que registra uma menor população em relação aos demais. Do levantamento realizado no âmbito do mapeamento da erosão pluvial, das 19 unidades administrativas que constituem a Cidade de Maxixe, os que registram maiores áreas de susceptibilidade ao risco erosivo são os bairros: Chambone, Eduardo Mondlane, Rumbana e Malalane.

A erosão na Maxixe é hídrica e/ou pluvial, desencadeada a partir do escoamento/fluxo superficial concentrado das águas da chuva, que originam ravinas, sulcos e voçorocas. Devido ao processo erosivo na Cidade de Maxixe, os diferentes bairros apresentam vários níveis de desgaste de solo, fazendo com que cada bairro tenha um grau de erosão diferente do outro como mostra a matriz do risco de erosão na Figura 4.

Figura 4: Matriz de erosão na Cidade de Maxixe

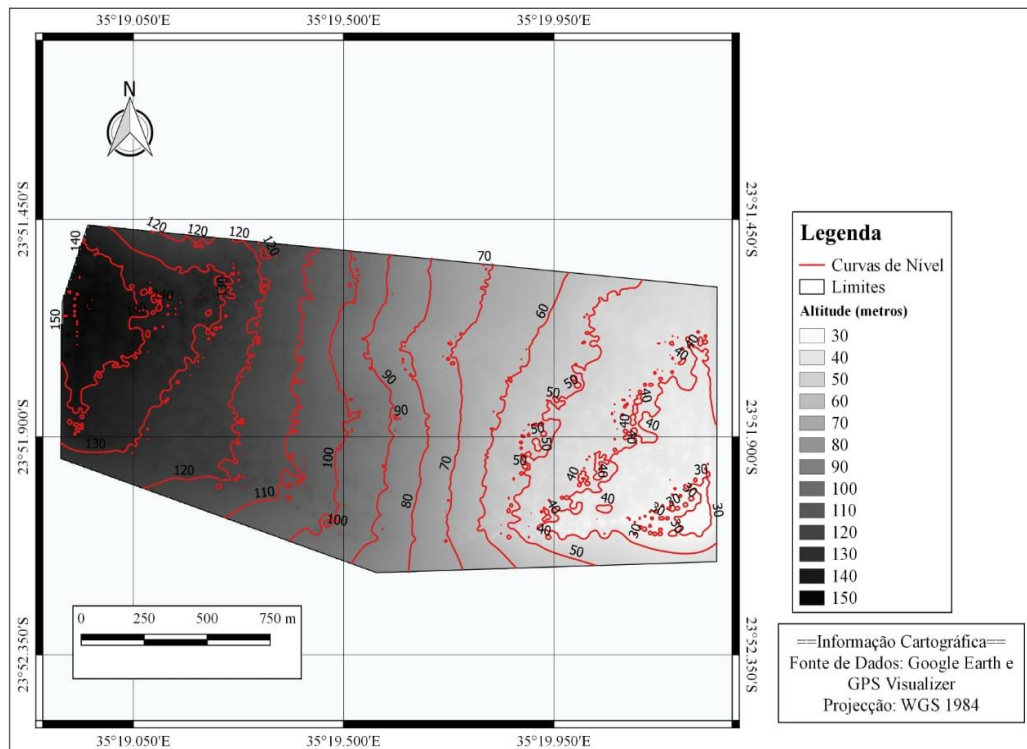


Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Os dados do mapa acima indicam numericamente a existência de 17 bairros no lugar de 19, mas salienta-se que o 3 e o 14 estão repetidos, pois os respectivos bairros estão divididos em A e B, são os casos de Chambone e Mabil respectivamente. Considerando que risco é probabilidade de ocorrência de um evento danoso, a pesquisa foi feita tendo em conta esse pressuposto. Assim sendo, todos os bairros exceto Eduardo Mondlane, Chambone, Rumbana (de alto risco), Mawewe e Malalane (risco moderado) foram tidos como de baixa susceptibilidade ao risco de erosão, porque apresentam aspectos erosivos potenciais, em que os elementos expostos são reduzidos por não haver registros de índices perigosos de desgaste de solo.

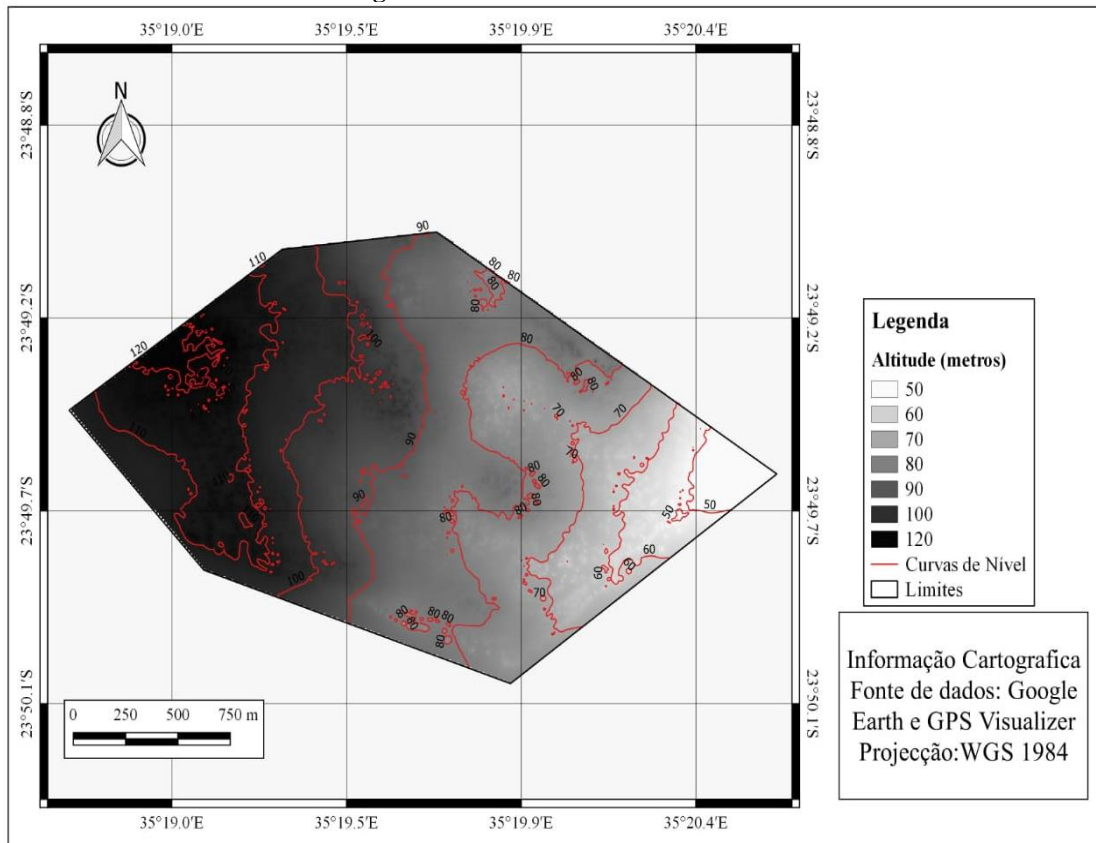
Na Cidade de Maxixe, a erosão pluvial tem sido um processo contínuo que afeta drasticamente os bairros Chambone, Eduardo Mondlane, Rumbana, Malalane e Mawewe (esse último por estar próximo da bacia de Nhanombe). Excetuando Mawewe, essas unidades administrativas compõem o cinturão central da cidade que topograficamente registra um desnível acentuado, sendo que o ponto mais alto se localiza a 150m no Bairro Malalane, onde inicia o processo de escoamento das águas pluviais que por fim desagüam no ponto mais baixo na zona de Rumbana, a 10m de altitude, como mostram os mapas do modelo de elevação de terreno de cada bairro crítico. Veja, nas figuras 5, 6 e 7, os mapas de curvas de nível dos bairros mais críticos e susceptíveis à erosão pluvial em Maxixe.

Figura 5: MdE de Chambone



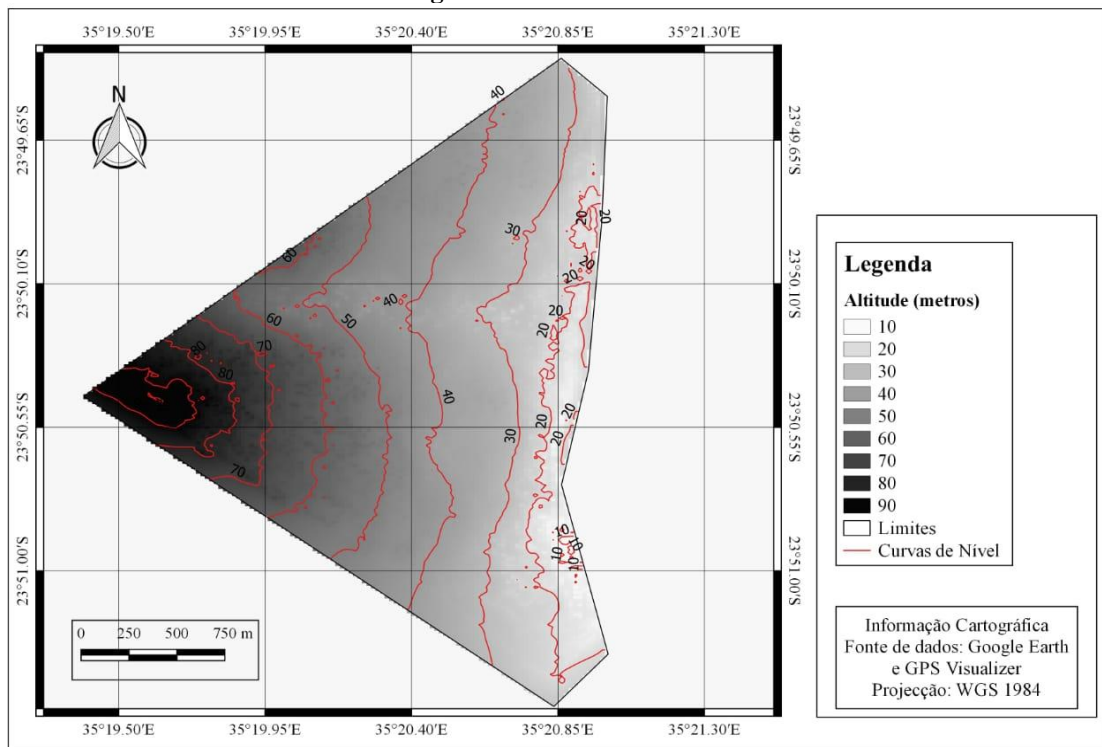
Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Figura 6: MdE de Eduardo Mondlane



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

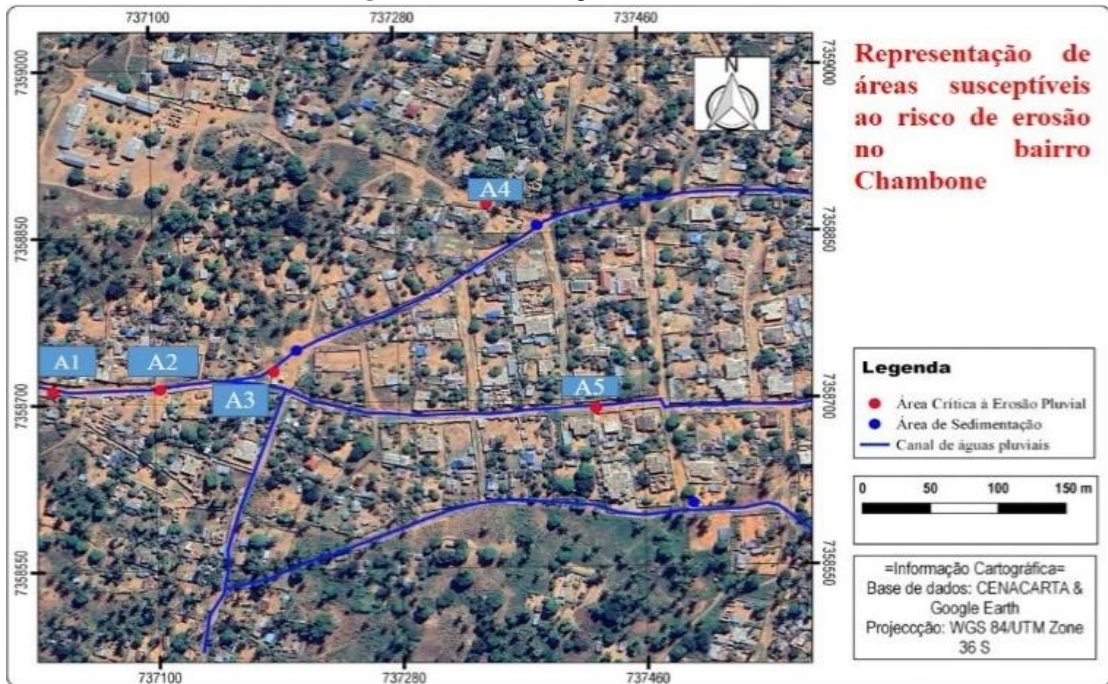
Figura 7: MdE de Rumbana



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

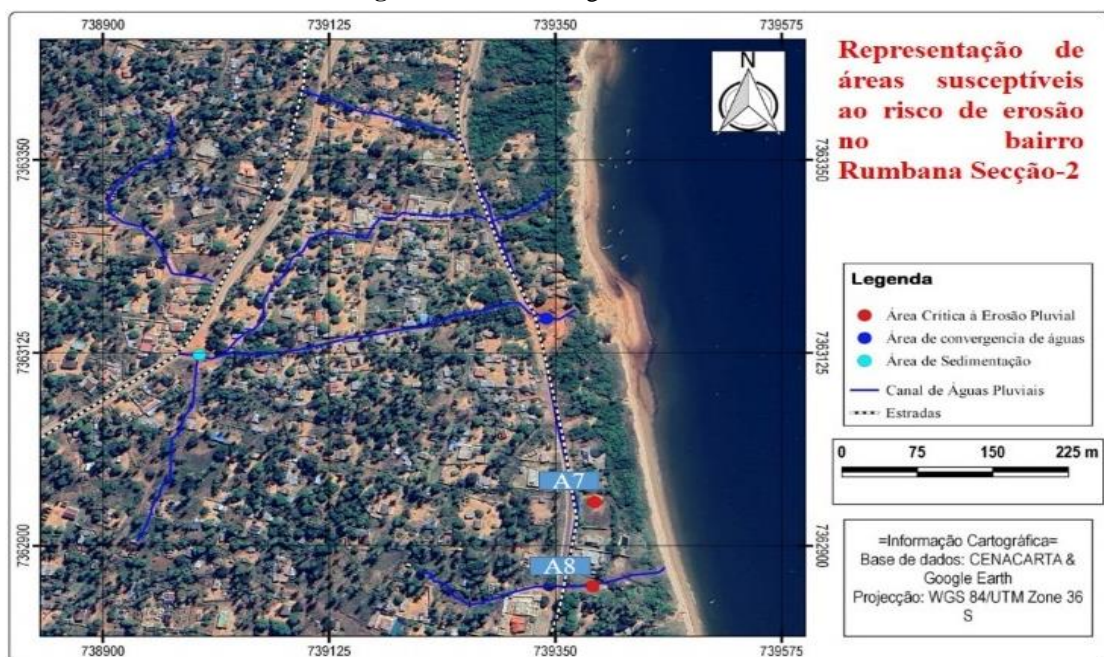
As curvas de nível dos três bairros mais críticos, no que diz respeito à erosão, mostram que um dos fatores responsáveis desse processo é o desnível topográfico, que por sua vez faz com que existam áreas extremamente afetadas, por onde passam as águas pluviais em cada bairro — como indicam as representações gráficas dos canais de águas pluviais e das áreas críticas de erosão em Maxixe, nas figuras 8, 9 e 10, a seguir.

Figura 8: Canais de água em Chambone



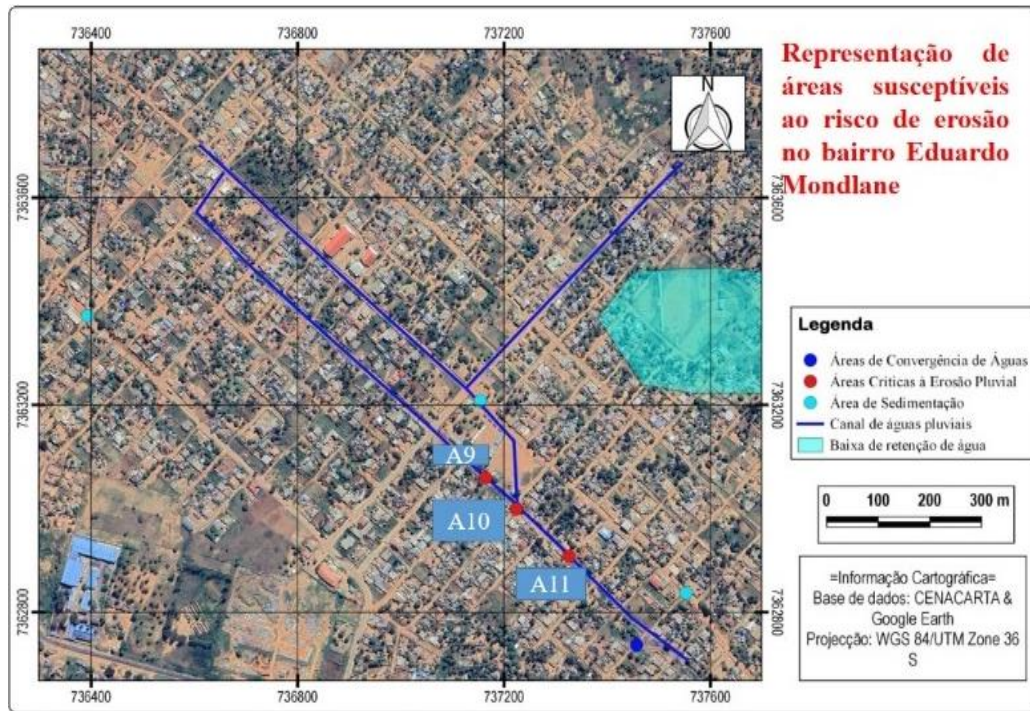
Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Figura 9: Canais de água em Rumbana



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

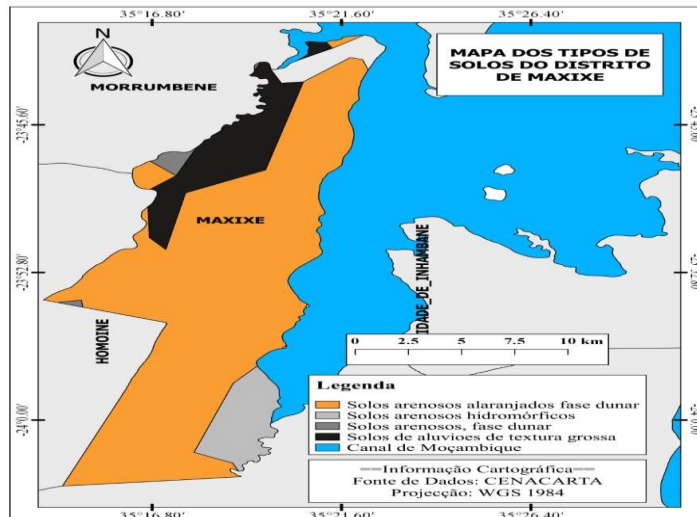
Figura 10: Canais de água no bairro Eduardo Mondlane



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

O mapa pedológico da Cidade de Maxixe mostra que os solos predominantes são arenosos alaranjados de fase dunar, que pelas suas características contém mais areia na sua composição, o que lhes confere uma maior permeabilidade. Os grãos de areia são maiores, permitindo que a água seja absorvida com mais facilidade do que em outros tipos de solo, estando mais sujeito à erosão. Portanto, é correto afirmar que os solos da cidade de Maxixe são de alta erodibilidade, tendo em conta as suas características, ou seja, são susceptíveis ao risco de erosão pluvial com atesta a Figura 11:

Figura 11: Mapa pedológico da Cidade de Maxixe



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Ademais, observando o tipo de solo de Maxixe (arenoso) e correlacionando com a Tabela 4.1 de Bertoni *et al.* (1972), da perda de solo, conclui-se que há registo de cerca 21 Ton/ha/ano em uma precipitação equivalente a 5,2%, conforme a tabela-6 do mesmo autor, que faz referência a propriedades pedológicas e pluviométricas iguais às de Maxixe, como atesta a Tabela 2.

Tabela 2: Correlação da erodibilidade e tipos de solo na Maxixe

| Tipo de solo | Perdas | |
|--------------|---------------------|-------------------|
| | Terra (ton./ha/ano) | Água (% da chuva) |
| Arenoso | 2,1 | 5,7 |
| Argiloso | 16,6 | 9,6 |
| Terra roxa | 9,5 | 3,3 |

Fonte: Casseti (2005).

Nota: A média de precipitação é 1.300mm anual.

Outrossim, isso mostra a alta erodibilidade para os solos de Maxixe, são grãos grossos médios e finos, com elevada porosidade e permeabilidade, com pouca umidade (podendo secar rapidamente), deficientes em cálcio, com baixo teor orgânico e com alta suscetibilidade à erosão. Essas propriedades foram obtidas a partir da observação da morfologia dos solos, seguidas de uma correlação com a morfodinâmica do processo erosivo, tendo em conta os atributos pedológicos apresentados por Pinheiro Junior *et al.* (2019).

Referente à erosividade, tida como fator R ligado à chuva, ela é responsável pela energia necessária para ocorrência da erosão hídrica, tendo em vista que a ação direta das gotas de água sobre a superfície do solo favorece a formação do selamento superficial e consequentemente a intensificação do escoamento superficial. Esse fator considera o potencial erosivo da chuva por meio do cálculo da sua energia cinética e sua intensidade máxima no período de 30 minutos consecutivos (EI30) (Wischmeier; Smith, 1978). Portanto, devido à falta de registo da intensidade da chuva na área de estudo, esse preceito constitui uma lacuna para a presente pesquisa. Contudo, pela avaliação dos índices pluviométricos que ocorrem ao longo dos meses de novembro a março, pode se presumir que há elevada erosividade das chuvas durante esse período.

A Tabela 3, a seguir, mostra as formas de adaptabilidade, dos residentes das áreas mais críticas, para prevenir o risco de erosão. Os resultados obtidos indicam o seguinte:

Tabela 3: Formas de adaptabilidade à erosão pelos residentes dos bairros mais críticos

| | Frequência | Porcentagem | Porcentagem válida | Porcentagem acumulativa |
|--------------------------------------|------------|-------------|--------------------|-------------------------|
| Válido | | | | |
| Construção de Cisternas | 12 | 13.3 | 13.3 | 13.3 |
| Depósito de lixo nas crateras | 18 | 20.0 | 20.0 | 33.3 |
| Barreiras de saco de areia e troncos | 47 | 52.2 | 52.2 | 85.6 |
| Plantio de relva | 13 | 14.4 | 14.4 | 100.0 |
| Total | 90 | 100.0 | 100.0 | |

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Os dados da Tabela 3 mostram que a colocação de barreiras de sacos de areia e troncos é forma mais usada para mitigar ou combater a erosão, 52,5%, seguida da deposição de lixo nas crateras abertas. A construção de cisternas e plantio de relva aparecem como medidas adotadas em pequena dimensão, 13,4 e 14,4%, respectivamente. A partir desses dados, é notório que os residentes privilegiam o uso de sacos de areia e troncos por essa ser uma medida de resposta imediata para o desvio e barramento das águas pluviais para proteger as suas residências, mas a mesma medida não é funcional para o caso das vias de acesso.

Ainda no quadro das formas de adaptação ao risco de erosão, a cidade de Maxixe adota a pavimentação acompanhada de drenagens, proteção das encostas com pedra argamassada e gaviões. No entanto, essas medidas se mostram insuficientes por não serem acompanhadas por outras de caráter não estrutural, como, por exemplo, o plantio do capim “elefante” nas bermas das estradas, o que faz com que as vias pavimentadas não sejam resistentes ao processo erosivo.

No que diz respeito aos desafios para a gestão e ao que os municípios têm feito para adaptar-se ao risco de erosão, foi feita a tabulação cruzada dos dados das duas variáveis, indicando o que a Tabela-4 mostra:

Tabela 4: Desafios e tarefas dos municípios em relação a mitigação da erosão (tabulação cruzada)

| Contagem | Município tarefa | | | | Total |
|----------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|-------|-------|
| | Conter as águas nos quintais | Não ocupar o caminho das águas | Criar barreiras para as águas pluviais | Outro | |
| Desafio Construção de Cisternas | 18 | 8 | 3 | 0 | 29 |
| Plano de Adaptação | 0 | 7 | 0 | 1 | 8 |
| Pavimentação das ruas | 16 | 28 | 9 | 0 | 53 |
| Total | 34 | 43 | 12 | 1 | 90 |

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Os dados da Tabela 4 indicam que os municípios, na sua maioria (90%), não entendem que a concepção do Plano de Adaptação seja um desafio, preferindo apenas medidas estruturais (pavimentação 59.9%), seguido de construção de cisternas, para enfrentar o risco de erosão. Os dados da Tabela 3 e 4 indicam que ainda existe um grande desconhecimento da prioridade na elaboração de um Plano de Gestão Adaptativa que pudesse congrega todas medidas ajustáveis para enfrentar o risco de erosão, de forma a evitar que cada município tome uma medida paliativa a seu critério. Ainda sobre esse ponto, é necessário salientar que a autoridade municipal também não tem em vista a elaboração de um plano de adaptação face ao risco de erosão, optando por tomar medidas esporádicas em função do que ocorre no terreno que, muitas vezes, consistem na reposição dos solos, tal como afirmaram os gestores municipais durante a entrevista.

Sobre quais seriam os desafios para uma gestão adaptativa, os dados da Tabela 5 indicam que 56,7% dos entrevistados, em uma frequência de 47 respostas, defendem que a orientação das águas pluviais seria ideal e 33,3% acreditam que o grande desafio seria o melhoramento do ordenamento territorial. Portanto, uma vez mais essas respostas provam que as populações ainda não perceberam que o Plano de Gestão Adaptativa para enfrentar a erosão é crucial, daí que esse quesito é tido como insignificante (10%), como atestam os dados da Tabela 5.

Tabela 5: Desafios para uma gestão adaptativa

| | | Frequência | Porcentagem | Porcentagem válida | Porcentagem acumulativa |
|---------------|------------------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Válido | Orientação das águas pluviais | 51 | 56.7 | 56.7 | 56.7 |
| | Plano de Gestão adaptativa | 9 | 10.0 | 10.0 | 66.7 |
| | Melhorar o ordenamento territorial | 30 | 33.3 | 33.3 | 100.0 |
| | Total | 90 | 100.0 | 100.0 | |

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Uma das abordagens da presente pesquisa é demonstrar a importância da Gestão Adaptativa face aos riscos ambientais e os resultados mostram que, apesar de saber que a erosão é um grande problema ambiental, o município de Maxixe não tem nenhum mecanismo de gestão para esse tipo de risco, pois, segundo Evaristo Panda e Teresa Pedro Diretor, Técnicos dos Serviços Urbanos do CCM, a edilidade ainda não elaborou nenhum plano para lidar com o risco de erosão, corroborando com o que os entrevistados afirmaram durante a administração da pesquisa, em que demonstram pouco conhecimento da validade desse instrumento, fazendo com que o combate ou mitigação seja paliativo e esporádico.

Sobre a importância de adaptar-se ao risco de erosão, a maior indicação de acordo com os dados é de que isso permite a redução da vulnerabilidade (48,9%) e faz com que se assegure a proteção das infraestruturas. Ou seja, adaptando os elementos expostos eles ficam sustentáveis e, em caso de ocorrência de erosão, medidas adaptativas já terão sido tomadas para reduzir o impacto do processo erosivo, como ilustra a Tabela 5.

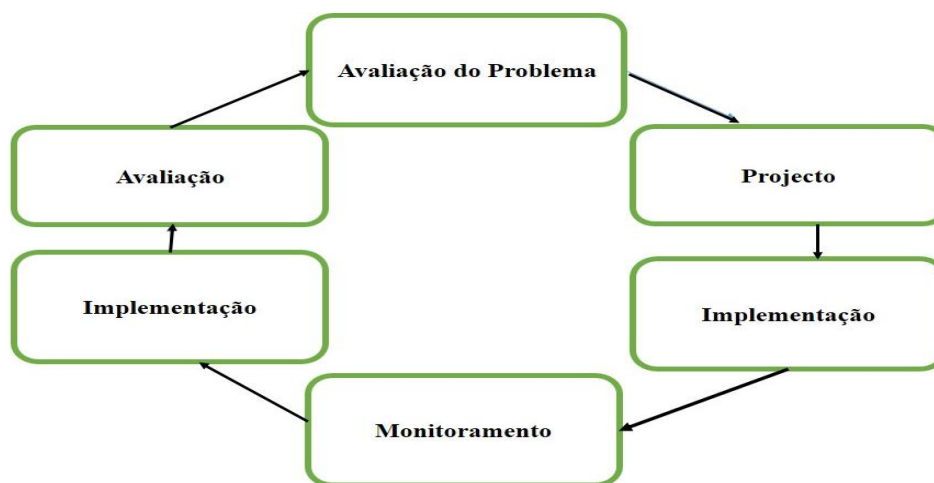
Tabela 6: Importância da adaptação

| | | Frequência | Porcentagem | Porcentagem válida | Porcentagem acumulativa |
|---------------|-----------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Válido | Reduzir a Vulnerabilidade | 44 | 48.9 | 48.9 | 48.9 |
| | Proteger as infraestruturas | 25 | 27.8 | 27.8 | 76.7 |
| | Regula os assentamentos | 21 | 23.3 | 23.3 | 100.0 |
| | Total | 90 | 100.0 | 100.0 | |

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

O processo de gestão de riscos ambientais pressupõe um conjunto de atividades coordenadas que visam gerir e controlar o ambiente em relação às ameaças, independentemente da sua manifestação. Portanto, uma vez que no nível da Cidade de Maxixe não ocorrem ações coordenadas visando controlar potenciais ameaças, a proposta inicial consiste na criação de comitês locais de gestão de erosão em todos os bairros do município, geridos por uma unidade municipal designada Autoridade Municipal de Gestão de Riscos Ambientais, em que são elaborados os ciclos a obedecer para minimizar os efeitos danosos da erosão. A proposta de um sistema de gestão adaptativa respeitaria as seguintes fases:

Figura 12: Proposta de ciclo de gestão adaptativa ao risco de erosão para a Cidade de Maxixe



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

a) Avaliação do Problema (erosão)

- ✓ Identificar as ameaças em todos os 19 bairros (construções desordenadas, bloqueio de canais de águas selvagens, geração do fluxo concentrado pela expulsão das águas pluviais dentro dos quintais);
- ✓ Proceder o mapeamento de todas as áreas suscetíveis ao risco de erosão e estabelecer um plano de ocupação;
- ✓ Criar comitês locais de gestão de erosão como grupo de choque para sensibilizar e proibir ações perigosas conducentes à erosão em todos os 19 bairros;
- ✓ Estabelecer critérios para cada tipo de processo de adaptação ao risco de erosão (estruturais, administrativas e não estruturais).

b) Projeto

- ✓ Elaborar um documento mapeando as formas de mitigação de erosão pluvial em cada bairro;

- ✓ Elaborar plano pormenorizado para as fixações humanas;
- ✓ Uso da gestão adaptativa ativa, atribuindo tarefas concretas aos envolvidos;
- ✓ Prever os resultados esperados e o nível de riscos envolvidos em cada bairro;
- ✓ Desenvolver um plano de gestão de dados de pluviosidade.

c) Implementação

- ✓ Criar uma unidade responsável pelo controle de medidas preventivas aceitáveis para cada tipo de manifestação de erosão pluvial;
- ✓ Implementar diferentes intervenções de gestão (preventivo, combate ou restauração dos solos);
- ✓ Monitorar a implementação (acompanhar os processos de recomposição das áreas até a reconfirmação do terreno e o restabelecimento da vegetação);
- ✓ Instalar dispositivos de drenagem da água pluvial dotados de controle de processos erosivos em zonas com relevo movimentado e de solos suscetíveis à erosão.

d) Monitoramento

- ✓ Implementar o plano de monitoria das ações preventivas nas áreas suscetíveis ao risco de erosão (estabelecer um calendário de visita aos locais suscetíveis à erosão);
- ✓ Comparar a situação erosiva anterior e a atual.

e) Avaliação

- ✓ Comparar os resultados atuais com os anteriores sob ponto de vista de incidência de erosão pluvial (analisar o comportamento das ameaças);
- ✓ Fazer análise de dados dos relatórios dos comitês de gestão de erosão;
- ✓ Tomar medidas corretivas.

f) Ajustes

- ✓ Documentar o estado atual da erosão pluvial;
- ✓ Estabelecer novas metas ou mecanismos de mitigar à erosão pluvial;
- ✓ Ações ou instrumentos de gestão devem mudar em função do que foi aprendido.

Como se pode notar, as diferentes fases devem fazer parte de uma estratégia ou plano macro de gestão adaptativa onde são explicados os procedimentos a ter em conta em cada situação erosiva após um levantamento criterioso da situação ambiental da Cidade de Maxixe. Os mecanismos atuais de gestão adaptativa levadas a cabo na Cidade de Maxixe precisam ser harmonizadas e ajustadas à realidade de cada situação, de forma a evitar que sejam realizadas de maneira “*ah-doc*” ou seja, sem nenhum plano previamente estabelecido, onde cada um opta por aquilo que lhe convém.

4 Considerações finais

A gestão adaptativa ao risco de erosão pluvial na Cidade de Maxixe é levada a cabo sem obediência das fases preconizadas e/ou pré-estabelecidas no ciclo de gestão, consistindo na tomada de medidas esporádicas como resposta ao processo erosivo, por isso que a dinâmica erosiva é mais agressiva a cada época chuvosa, exigindo cada vez mais medidas de adaptabilidade.

Os resultados mostram que as áreas de maior susceptibilidade de ocorrência de risco de erosão estão localizadas nos bairros Eduardo Mondlane, Rumbana e Chambone. Essas unidades administrativas são igualmente as que detém maior capital infraestrutural na Maxixe comparado aos outros e são igualmente aqueles que estão assentes em uma região topográfica caracterizada por uma declividade acentuada suportada por um solo arenoso alaranjado dunar com alta erodibilidade devido às suas propriedades morfológicas que apresentam teores de silte e areia fina o que indica baixo teor de propriedade de coloide, pouco resistentes ao transporte pela enxurrada.

O escoamento superficial a nível da Cidade de Maxixe é relacionado ao fluxo por terra, que se concentra em função das condições topográficas (canais preferenciais), entendidos como rotas de organização do escoamento superficial. Como a água pluvial não é orientada à superfície, ela acumula-se em diferentes pontos por causa da colocação de barreiras de sacos de areia/troncos e, com a declividade acentuada, ganha maior energia no processo de escoamento e, conseqüentemente, provoca o desgaste do solo, originando, ao longo de tempo, ravinas, sulcos e algumas crateras (voçorocas) que colocam em perigo várias infraestruturas e residências.

A concepção de um plano de gestão adaptativa evitará que as medidas de redução dos danos da erosão sejam adotadas de forma paliativa, como atualmente ocorre, em que cada um adota a medida que lhe convier, mesmo que não seja ajustada para os outros. Em relação ao sistema de gestão adaptativa, propõe-se que ele obedeça a um ciclo, respeitando a fase de avaliação do problema, bem como o projeto, implementação, monitoria, avaliação e os ajustes.

Referências

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F.; BENNATI JÚNIOR, R. **Equações de perdas de solo**. Campinas: IAC, 1975. 25p. (Boletim Técnico, 21).

CASSETI, V. **Geomorfologia**. [S.l.]: [2005].

CHITATA, J. A. G.; DGEDGE, G. S. Cartografia de risco de malária no Município de Maxixe: Caso do Bairro Chambone. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 5, n. 6, p. 139-154, maio de 2020. DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/geografia/cartografia-de-risco. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/geografia/cartografia-de-risco>. Acesso em: 25 fev. 2025.

Conselho Municipal da Cidade de Maxixe (CMCM). **Plano de Desenvolvimento Municipal**. Maxixe: CMCM, 2004.

Conselho Municipal da Cidade de Maxixe (CMCM). **Plano Municipal de Gestão Ambiental**. (PMGA): CMCM, 2008.

JUNIOR, R. F. V. Diagnóstico de áreas de risco de erosão e conflito de uso dos solos na bacia do rio Uberaba. *In*: Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal). São Paulo. 2008.

PINHEIRO JUNIOR, C. R. *et al.* **Atributos do solo condicionantes do processo erosivo**. Ponta Grossa: Atena, 2019. DOI: 10.22533/at.ed.1781917102. Disponível em: <https://atenaeditora.com.br/catalogo/post/atributos-do-solo-condicionantes-do-processo-erosivo>. Acesso em: 25 fev. 2025.

ROGERS, P.; MACFARLAN, A. **Monitoring and Evaluation for Adaptive Management**. [S. l.]: Better Evaluation, 2020.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington, United States: Department of Agriculture, (Agriculture Handbook, 537).1978.

Data de submissão: 18 de setembro de 2024

Data de aceite: 4 de novembro de 2024