

Riscos ambientais da extracção de areia grossa na Bacia do Incomáti. Caso da Secção de Moamba sede, Província de Maputo entre 2011 a 2021
Environmental risks of coarse sand extraction in the Incomati Basin. Case of the Moamba Section headquarters, Maputo Province between 2011 and 2021

José Sete Mandlhate^a & Manuel Madeira Macandza^b

^a Faculdade de Ciências da Terra e Ambiente, Universidade Pedagógica de Maputo.

^b Faculdade de Ciências da Terra e Ambiente, Universidade Pedagógica de Maputo. manuelmacandza4@gmail.com

RESUMO

Este estudo analisa os riscos ambientais decorrentes da extracção da areia grossa na bacia do Incomáti, no distrito da Moamba, na localidade da Moamba-sede. Para a análise, utilizamos métodos como revisão de literatura, trabalho de campo, entrevistas e Análise Preliminar de Perigos (APP). O estudo analisou as fases do processo de extracção da areia desde a instalação de equipamentos, passando pelo processo de produção até ao encerramento da actividade. Com base na APP foram identificados perigos e riscos, como desde a contaminação dos cursos água, alteração da paisagem natural, modificações na estrutura do solo, alargamento das margens do rio, destruição da vegetação ribeirinha, aprofundamento excessivo do leito do rio e até à erosão. O estudo identifica 20 riscos ambientais associados à extracção de areia na região. Estes riscos foram distribuídos pelas diferentes fases do processo de exploração: 4 riscos (20%) na fase de instalação, 13 (65%) na fase de operação e 3 (15%) na fase de encerramento das actividades. O estudo conclui que a fase da operação é a que provoca mais impactos, dada a fragilidade do ambiente onde a actividade é desenvolvida, sendo o método de extracção por dragagem determinante para causar os impactos na bacia.

Palavras-chave: Areia grossa, Riscos Ambientais, Rio Incomáti, extracção da areia.

ABSTRACT

This study analyzes the environmental risks arising from the extraction of coarse sand in the Incomáti basin, in the Moamba district, in the Moamba-sede locality. For the analysis, we used methods such as literature review, fieldwork, interviews and Preliminary Hazard Analysis (PHA). The study analyzed the phases of the sand extraction process from the installation of equipment, through the production process until the end of the activity. Based on the PHA, dangers and risks were identified, such as contamination of watercourses, alteration of the natural landscape, changes in soil structure, widening of river banks, destruction of riverside vegetation, excessive deepening of the riverbed and even erosion. The study identifies 20 environmental risks associated with sand extraction in the region. These risks were distributed across the different phases of the exploration process: 4 risks (20%) in the installation phase, 13 (65%) in the operation phase and 3 (15%) in the closure phase of activities. The study concludes that the operation phase is the one that causes the most impacts, given the fragility of the environment where the activity is carried out, with the dredging extraction method being decisive in causing the impacts in the basin.

Keywords: Coarse sand, Environmental Risks, Incomáti River, sand extraction.

Como citar o artigo: Mandlhate, José Sete & Macandza, Manuel Madeira (2025). Riscos ambientais da extracção de areia grossa na Bacia do Incomáti. Caso da Secção de Moamba sede, Província de Maputo entre 2011 a 2021. *MOZGEO – Moçambique Geodiverso*. 01 (2025), 1. 07. 71-79. Endereço de ligação.

To cite this article. Mandlhate, José Sete & Macandza, Manuel Madeira (2025). Environmental risks of coarse sand extraction in the Incomati Basin. Case of the Moamba Section headquarters, Maputo Province, between 2011 and 2021. *MOZGEO – Moçambique Geodiverso*. 01 (2025), 1. 07. 71-79. Link address.

História do artigo/Article history: recebido/received 17-02-2025 e/and aceite/accepted 29-04- 2025

Disponível online a 02 de Junho de 2025/ Available online June 02, 2025

1. Introdução

A areia grossa é amplamente utilizada na construção civil em Moçambique, especialmente em Maputo, Matola e Província de Maputo. A extracção desse material ocorre principalmente em leitos de rios, o que gera impactos ambientais significativos para o ecossistema fluvial. O estudo destaca que rios são sistemas dinâmicos, onde a extracção de areia altera o fluxo de sedimentos, a geometria e o funcionamento dos canais (Vieira da Silva e Wilson-jr, 2005).

A Bacia do Incomáti nasce no planalto do Transvaal, África do Sul, atravessa a Eswatini e adentra Moçambique, percorrendo 282 km até desaguar no Oceano Índico. A bacia hidrográfica em Moçambique cobre 14.925 km², com infra-estruturas de regadio, como a Barragem de Corrumana, que irrigam grandes áreas de cultivo de cana-de-açúcar. As áreas a jusante sofrem com a intrusão salina durante estiagens prolongadas (Hatton et al., 2003).

O Incomáti é crucial para os recursos hídricos de Moçambique, contribuindo com 4% do escoamento total de água no país. O escoamento médio anual é de 2.015 Mm³, com desafios de gestão sustentável devido à variabilidade sazonal, intrusão salina, e dependência de fluxos hídricos transfronteiriços. A gestão sustentável é vital para garantir a disponibilidade de água e a conservação dos ecossistemas do rio. (INGHM, 2020).

Contudo, no Incomáti se desenvolve a extração de areia em grandes quantidades. Essa extração de areia no rio Incomáti tem importância económica para as comunidades locais, criando empregos e estimulando a economia. No entanto, essa actividade também provoca poluição da água, destruição de habitats aquáticos, redução da biodiversidade, degradação dos solos e mudanças nas profundidades dos rios. O processo envolve várias etapas, desde a instalação até o transporte e encerramento das actividades (Brandt, 1998).

Para garantir a sustentabilidade dessa actividade, é essencial compreender os limites ecológicos e implementar práticas que respeitem o ambiente. Deste modo, o presente estudo visa analisar os riscos ambientais associados à extração de areia grossa no rio Incomáti, propondo medidas preventivas para tornar essa actividade sustentável tanto ambiental quanto economicamente.

2. Procedimentos Metodológicos

Este ponto descreve os procedimentos metodológicos usados na pesquisa, que são essenciais para orientar a colecta e análise de dados e garantir que os objectivos do estudo sejam alcançados. Foram usados a pesquisa bibliográfica, trabalho de campo, entrevistas e análise preliminar de perigo (APP). Pesquisa Bibliográfica: Foram utilizadas abordagens qualitativas e quantitativas para explicar as categorias. A pesquisa bibliográfica envolveu a revisão de obras publicadas sobre o tema, permitindo compreender debates sobre natureza, meio ambiente, risco ambiental, métodos de extração, entre outros (Prodanov & Freitas, 2013, p.70).

Durante o trabalho de Campo foram entrevistados trabalhadores, transportadores, comunidades vizinhas e instituições governamentais locais (Oliveira e Menezes, 2010).: Incluiu a colecta de informações in situ, com visitas ao local do fenómeno, colecta e análise de dados directamente do ambiente natural. A pesquisa de campo decorreu de 04/08/2022 a 25/08/2022, utilizando técnicas como observação, entrevistas e imagens fotográficas.

Entrevistas: As entrevistas usaram um formulário estruturado com perguntas abertas e fechadas, focando em tópicos que orientaram o objectivo geral do trabalho (Minayo, 2009). A amostra consistiu em 74 indivíduos, incluindo trabalhadores, transportadores, população local e responsáveis pela fiscalização da actividade.

A Análise Preliminar de Perigos (APP): é uma metodologia que identifica os perigos potenciais durante todas as fases de uma actividade, incluindo a instalação, extracção, carregamento e transporte. A APP levanta as causas dos eventos acidentais, suas consequências, frequências de ocorrência e determina o risco associado. A análise é feita através do preenchimento de uma tabela que inclui os perigos identificados, que podem causar danos às instalações, trabalhadores, comunidade vizinha e ao meio ambiente.

2.1. Localização da área de estudo

A área de estudo está localizada no distrito de Moamba, na região centro-oeste da província de Maputo, Moçambique. Moamba possui uma localização estratégica, com fronteiras definidas com os distritos de Magude, Manhiça, Boane, Namaacha e Marracuene, além da fronteira com a África do Sul. Sua proximidade com a fronteira sul-africana e a conexão com vários distritos importantes conferem a Moamba importância económica e social (figura 1). O distrito facilita o comércio transfronteiriço e outras actividades económicas, criando oportunidades de interacção e integração com áreas vizinhas para o desenvolvimento agrícola, mineração, transportes e infra-estruturas. Assim, Moamba é relevante tanto para o desenvolvimento económico quanto para as interacções sociais e culturais, conectando Moçambique com seus países vizinhos e distritos da província de Maputo.



Figura 1: Localização da Bacia do Incomati. Fonte: Elaboração dos Autores, 2024.

Figure 1: Location of the Incomati Basin. Source: Prepared by the Authors, 2024.

A área de estudo inclui seis bairros principais: Mudiguine, Bagamaio, Luziveve, Pontwela, Bocodwa e Bicuana, situados no posto administrativo da vila de Moamba. Estes bairros estão a cerca de 2,5 km da vila de Moamba, abrangendo uma área total de 10 km² ao longo de 4,5 km do rio. A proximidade ao rio influencia significativamente as actividades económicas e sociais locais, mas também expõe esses bairros a impactos ambientais, como a extracção de areia. A localização próxima à vila facilita o acesso a serviços administrativos e infra-estruturas essenciais, mas destaca a necessidade de planeamento para mitigar impactos ambientais e promover o desenvolvimento sustentável. A configuração espacial da área combina elementos rurais e urbanos,

sublinhando a importância de políticas de gestão de recursos naturais e desenvolvimento urbano equilibrado (figura 2).

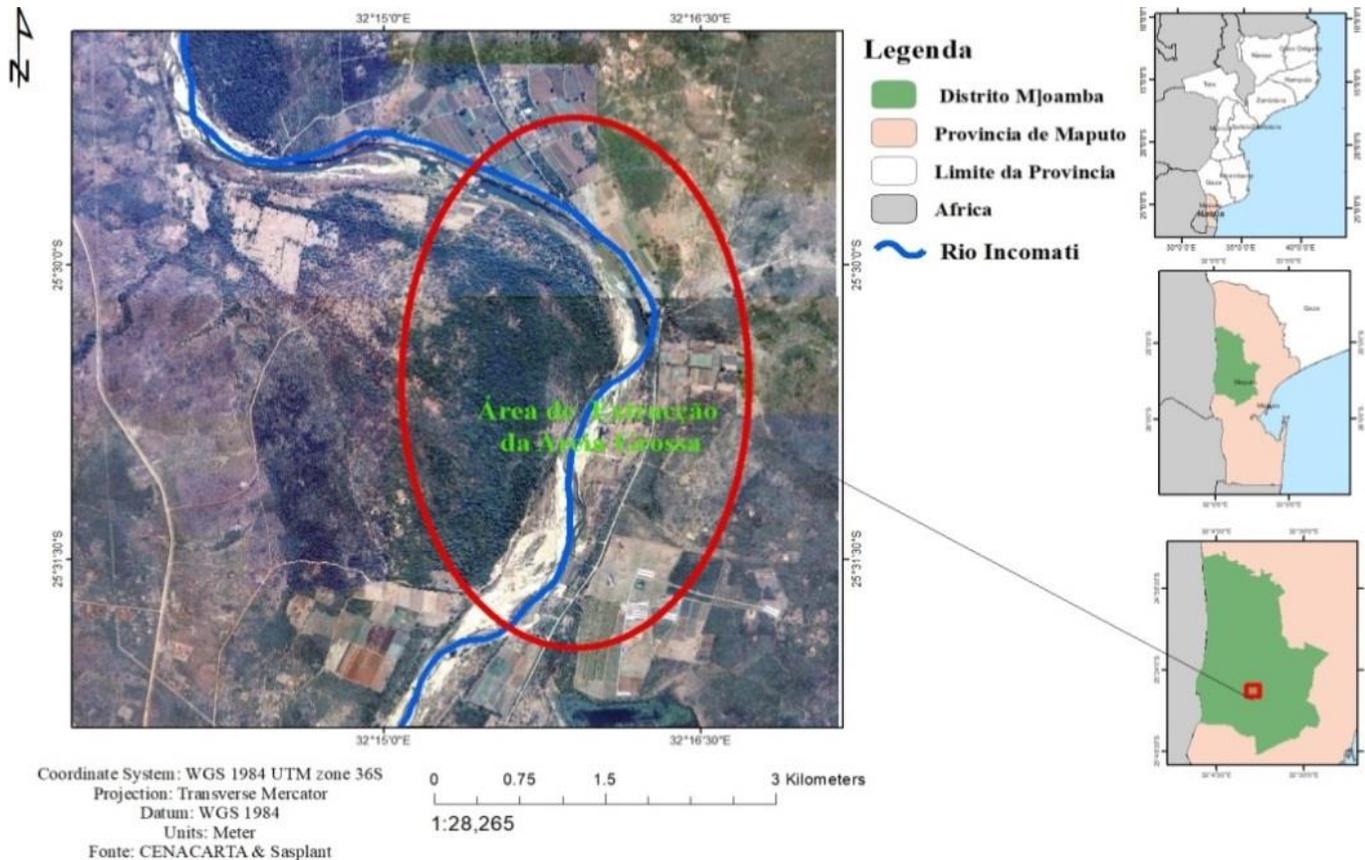


Figura 2: Localização da área de estudo. Fonte: Autores, 2024.

Figure 2: Location of the study area. Source: Authors, 2024.

3. Apresentação dos Resultados

3.1. Processo de extracção da areia grossa

A actividade da extracção de areia no distrito de Moamba, província de Maputo, segue processos semelhantes, a mesma é realizada às margens do rio por meio de retroescavadoras de esteiras. Esses equipamentos escavam e carregam a areia, sem que esta passe por qualquer tipo de tratamento ou separação. No caso da dragagem do leito do rio, a areia é sugada por dragas de sucção e bombeada directamente para a margem, sem que haja silos de armazenamento ou separação de fracções maiores, como seixos, cascalhos e materiais diversos.

Após o lançamento da areia na margem, a água usada no processo de bombeamento retorna superficialmente ao leito do rio, sem passar por sistemas de contenção ou filtração. Após a drenagem da água, a areia armazenada na margem é deslocada para um novo depósito dentro da área do areeiro, de onde será posteriormente carregada por equipamentos mecânicos (pás) nos camiões para transporte.

Em termos de segurança, o cenário é precário. Não há sistemas de segurança adequados no local. Observa-se a contaminação do solo e dos recursos hídricos devido ao descarte inadequado de óleos lubrificantes e combustíveis. Além disso, não há extintores de incêndio ou equipamentos de salvamento disponíveis, tampouco há iluminação adequada nas áreas de operação das dragas. É comum o armazenamento dos materiais como óleos, combustíveis e equipamentos desactivados.

No que diz respeito às práticas e procedimentos de segurança ambiental, há uma clara ausência de medidas preventivas e correctivas. Não existe peneiramento para a recuperação de seixos ou materiais maiores, e o

descarte de resíduos como madeiras, tonéis e latas não segue nenhum protocolo adequado. Adicionalmente, faltam bacias de decantação, bacias de contenção para combustíveis e lubrificantes, além de medidas de recuperação das margens do rio, como estabilização física e recuperação da vegetação.



Figura 3. Métodos de extracção de areia grossa dragagem a) e b); e retroescavadora c). Fonte: Autores (08/2022).

Figure 3. Coarse sand extraction methods dredging a) and b); and backhoe c). Source: Authors (08/2022).

3.2. Processos das operações das empresas de extracção de areia grossa

Na área de estudo, atuam 27 empresas dedicadas à extracção de areia grossa em uma superfície de 10 km², cada uma empregando em média 5 trabalhadores. A operação diária envolve a movimentação de 10 a 15 camiões por dia, transportando cada um cerca de 20 metros cúbicos de areia cada. As empresas utilizam três métodos de extracção: dragagem, retroescavadoras e método manual com pá, cada um com diferentes implicações em termos de eficiência, custos e riscos ambientais.

Essas empresas, classificadas como de pequeno a médio porte, operam independentemente e fornecem areia para a construção civil em Maputo. A extracção diária totaliza aproximadamente 5.400 a 8.100 metros cúbicos de areia, reflectindo a alta demanda do sector de construção. Métodos mecanizados aumentam a produtividade, mas também causam maiores impactos ambientais.

Além disso, as empresas utilizam métodos diversificados de extracção que influenciam directamente o volume de extracção, os custos de operação e os riscos ambientais. As empresas que adoptam métodos mais mecanizados tendem a ter maior produtividade em comparação àquelas que dependem do método manual. No entanto, os métodos mecanizados também apresentam um impacto ambiental significativamente maior.

3.3. Riscos Ambientais

A tabela 1 classifica diversos riscos ambientais e operacionais em relação às fases do processo de extracção de areia (Instalação, Extracção e Encerramento). Ela identifica os principais riscos como poluição (ruídos, gases, poeiras), contaminação e modificação do solo, erosão, alteração da paisagem, perda de vegetação e habitats, turbidez e contaminação da água, e riscos de acidentes. Cada risco é detalhado em termos de sua fase de ocorrência e descrição específica, elucidando os múltiplos desafios e considerações ambientais que precisam ser gerenciados durante e após a extracção de areia grossa.

Riscos	Fase de Ocorrência	Descrição
Geração de Ruídos, Gases e poeiras.	Instalação / Extracção	A operação de máquinas pesadas e veículos de transporte gera ruídos intensos, emissão de gases e partículas de poeira, afectando a qualidade do ar e causando poluição sonora
Compactação do Solo	Instalação /Encerramento	O peso das máquinas e o tráfego constante compactam o solo, o que pode diminuir sua capacidade de absorção de água, afectando a vegetação e a estabilidade do terreno.
Retirada da vegetação	Instalação	A remoção de árvores e plantas para preparar a área de extracção leva à perda de habitat para muitas espécies e reduz a cobertura vegetal que protege o solo da erosão.
Alteração visual da paisagem	Instalação /Encerramento	A mudança dramática na aparência do local devido à remoção da vegetação e à instalação de infra-estruturas temporárias ou permanentes pode impactar a estética natural da área.
Aceleração de processos erosivos nas margens do rio.	Extracção	A retirada de areia altera o fluxo do rio, resultando na erosão das margens, que pode levar ao colapso das margens e à perda de terra fértil.
Turbidez no curso de água	Extracção	A operação de dragas e a movimentação de sedimentos aumentam a turbidez da água, reduzindo a penetração de luz e afectando a vida aquática.
Contaminação dos cursos de água	Extracção	Produtos químicos e resíduos das máquinas e equipamentos usados na extracção podem contaminar a água, prejudicando a saúde da fauna aquática e a qualidade da água para consumo.
Alteração da paisagem natural	Extracção	As mudanças na topografia e na vegetação natural causadas pela extracção de areia transformam a paisagem de maneira significativa e muitas vezes irreversível.
Redução do habitat silvestre	Extracção	A destruição de habitats naturais devido à retirada da vegetação e à alteração do terreno impacta negativamente as populações de animais silvestres.
Depreciação da qualidade do solo	Extracção	A contaminação por resíduos e a compactação do solo deterioram sua fertilidade e capacidade de sustentar vida vegetal.
Poluição atmosférica	Extracção	A emissão de gases poluentes pelas máquinas contribui para a poluição do ar, com efeitos nocivos à saúde humana e ao meio ambiente.
Modificações na estrutura do solo	Extracção	A remoção de camadas de solo e a criação de cavidades mudam a estrutura geológica do local, aumentando o risco de deslizamentos e outros problemas geotécnicos.
Eliminação temporária das áreas de refúgio de peixes	Extracção	A alteração do leito do rio e a suspensão de sedimentos perturbam os habitats dos peixes, reduzindo suas áreas de refúgio e reprodução.
Risco de Acidentes para banhistas	Extracção	A criação de buracos e depressões no leito do rio devido à extracção de areia aumenta o risco de acidentes para banhistas
Alteração de recarga dos Aquíferos	Extracção	A mudança na dinâmica do fluxo de água e a redução da infiltração de água no solo podem afectar a recarga dos aquíferos subterrâneos.
Assoreamento do caudal do rio	Extracção	A deposição de sedimentos resultante da extracção altera o perfil do leito do rio, podendo levar ao assoreamento e à obstrução do fluxo de água.
Erosão	Encerramento	Após a conclusão das actividades de extracção, a ausência de vegetação e a exposição do solo podem resultar em erosão acelerada.

Tabela 1: Resumo dos riscos ambientais. Fonte: Autores, 2024.

Table 1: Summary of environmental risks. Source: Authors, 2024.

4. Discussão dos Resultados

A extracção de areia em Moamba tem impactos significativos nos âmbitos sociais, económico e ambiental. Entre os benefícios, estão a criação de empregos e a dinamização do sector comercial, impulsionando o desenvolvimento local. No entanto, a actividade também provoca sérios danos ambientais, como desmatamento, erosão, poluição das águas e dispersão da fauna (Brandt,1988).

O uso de dragas agrava a degradação ambiental, com efeitos adversos sobre os bairros habitacionais próximos. Conflitos surgem entre a mineração e o uso urbano do espaço, causando poluição e alterando a identidade comunitária.

É vital implementar melhorias no processo de extracção para equilibrar os benefícios económicos e a preservação ambiental. A monitorização rigorosa e a educação contínua são essenciais para mitigar os impactos negativos e promover práticas sustentáveis, assegurando a preservação do meio ambiente e o bem-estar das gerações futuras.

5. Propostas de mitigação dos impactos

5.1. Trabalhos de Extracção

Para minimizar os impactos ambientais negativos da extracção de areia, é essencial adoptar medidas mitigadoras, como parte das operações. Essas medidas devem garantir uma abordagem mais racional e sustentável, reduzindo os danos ambientais decorrentes do processo de extracção. Algumas recomendações incluem:

- **Protecção da vegetação:** evitar mineração em áreas com cobertura vegetal significativa e manter distância de segurança das zonas de vegetação nativa.
- **De capeamento progressivo:** realizar de capeamento progressivo, armazenando material removido para facilitar a recomposição.
- **Distância Mínima:** respeitar a distância mínima entre as cavas e o limite legal da área de mineração.
- **Protecção do curso dos Rios:** estabelecer distância segura entre as cavas e rios para evitar impactos na qualidade da água.
- **Demarcação da Área:** demarcar claramente a área de extracção e cercá-la para segurança.
- **Reconformação topográfica:** preencher cavas com materiais estéreis/inertes e reutilizar solo orgânico.

5.2. Redução da Turbidez

O controlo da turbidez é uma medida crucial para limitar o aporte de sedimentos gerados pela mineração nas áreas de drenagem. A redução da turbidez envolve a precipitação forçada de partículas, evitando que sedimentos contaminem as águas superficiais. Para isso, devem ser seguidos parâmetros rigorosos que possibilitem a compatibilização das águas residuárias da actividade mineradora:

- **Programa de Controlo de Poluição:** Monitorar continuamente a qualidade da água e colectar amostras para análise.
- **Tratamento das Águas:** Adicionar substâncias químicas para reduzir a repulsão entre partículas e promover a sedimentação.

5.3. Minimização do Impacto Visual

A mitigação do impacto visual nas áreas de mineração é essencial para reduzir o contraste entre as áreas mineradas e suas zonas circunvizinhas. Algumas medidas podem ser adoptadas para atenuar o impacto na paisagem e melhorar a percepção visual dos locais afectados:

- **Barreiras Vegetais:** Plantar espécies arbóreas ou arbustivas ao longo das fronteiras das áreas mineradas.

- **Arborização Dispersa:** Plantar árvores nas áreas de mineração, especialmente nas zonas de recomposição das cavas.
- **Reconformação Topográfica:** Ajustar a topografia para uma transição visual harmoniosa.

5.4. Recuperação das Áreas Degradadas

A mitigação do impacto visual nas áreas de mineração é essencial para reduzir o contraste entre as áreas mineradas e suas zonas circunvizinhas. Algumas medidas podem ser adoptadas para atenuar o impacto na paisagem e melhorar a percepção visual dos locais afectados:

- **Revegetação:** Plantar espécies nativas para estabilizar o solo e restaurar a biodiversidade.
- **Suavização de Taludes:** Reduzir a inclinação dos taludes para evitar deslizamentos.
- **Preenchimento das Cavas:** Utilizar materiais inertes para preencher cavas abandonadas e restaurar a área.

A aplicação destas medidas visa reduzir os impactos negativos da mineração de areia e promover um uso mais sustentável dos recursos naturais, compatível com a preservação ambiental e a qualidade de vida das comunidades afectadas.

6. Conclusão

A extracção de areia grossa no rio Incomáti, na área de Moamba Sede, província de Maputo, Moçambique, representa uma série de riscos ambientais significativos. As escavações nas margens e no leito do rio Incomáti, que atingem profundidades de até 8 metros, geram um risco considerável para as populações locais, especialmente quando essas cavidades são preenchidas com água da chuva, formando lagoas perigosas.

A utilização de três métodos de extracção – dragagem, retroescavadoras giratórias e pás manuais, agrava os impactos ambientais. Embora os dois últimos métodos sejam aplicados principalmente nas margens e leito do rio, são notáveis os problemas de erosão das margens e abandono das escavações, expondo a área à degradação contínua. O método de dragagem, apesar de eficiente, tem um impacto ambiental directo na qualidade da água. Este processo é responsável por aumentar a turbidez, comprometendo a fauna aquática, além de possibilitar a contaminação da água por sedimentos e poluentes. Além disso, a operação de transporte da areia, seja nas margens ou nas proximidades, provoca compactação do solo, o que afecta a capacidade de regeneração natural da área, além de gerar ruídos, poeira e poluição atmosférica, afectando a qualidade de vida da população local.

Uma análise preliminar de perigos permitiu identificar 20 riscos ambientais associados à extracção de areia na região. Estes riscos foram distribuídos pelas diferentes fases do processo de exploração: 4 riscos (20%) na fase de instalação, 13 (65%) na fase de operação e 3 (15%) na fase de encerramento das actividades. Na fase de instalação, todos os riscos identificados foram classificados como "Moderados". Durante a fase de operação, a situação é mais preocupante, com 3 riscos classificados como "Toleráveis", 4 como "Moderados" e 6 como "Não Toleráveis", indicando um grau elevado de impacto ambiental. Na fase de encerramento, foram identificados 2 riscos "Moderados" e 1 "Não Tolerável", destacando que mesmo após o término das operações, há uma ameaça contínua ao ambiente.

Essa distribuição dos riscos mostra que o ciclo de vida da actividade de extracção de areia apresenta desafios contínuos, com maior concentração de impactos na fase de operação, quando a extracção atinge seu pico e as actividades de transporte e movimentação de sedimentos são mais intensas. No entanto, o impacto persistente na fase de encerramento também deve ser considerado cuidadosamente, uma vez que os riscos não desaparecem com o fim da operação, e os danos ambientais podem perdurar ou até piorar. Diante dessa situação, torna-se crucial que as autoridades competentes adoptem um rigoroso sistema de fiscalização e controlo ambiental. O processo de extracção de areia grossa deve ser regulado com base em um planeamento sustentável, que minimize os riscos identificados. Entre as medidas que podem ser implementadas estão:

Planeamento Sustentável da Extração, Educação Ambiental, Recuperação Ambiental Pós-Extração e Tecnologias Sustentáveis.

Agradecimentos / Acknowledgements

Os nossos agradecimentos vão aos operadores extractores de areias que permitiram tirar imagens e realizar observações. Os agradecimentos se estendem aos revisores desta revista que permitiram melhorar o trabalho. / Our thanks go to the sand extraction operators who allowed us to take images and carry out observations. Thanks are extended to the reviewers of this journal who allowed us to improve the work.

Nota sobre os colaboradores / Note on contributors

José Sete Mandlhate, Mestre. Investigador sobre Riscos ambientais. Mestre em Gestão de Riscos pela Universidade Pedagógica de Maputo.

Manuel Madeira Macandza, PhD. Docente e Pesquisador na Faculdade de Ciências da Terra e Ambiente da Universidade Pedagógica de Maputo; E-mail: manuelmacandza4@gmail.com

José Sete Mandlhate, Master. Researcher on Environmental Risks from the Pedagogical University of Maputo.

Manuel Madeira Macandza, PhD. Professor and Researcher at the Faculty of Earth and Environmental Sciences of the Pedagogical University of Maputo; Email: manuelmacandza4@gmail.com

Conflito de Interesse / Conflict of Interest

Sem conflito de interesses / No Conflict of Interest.

7. Referências

- Brandt, J. (1988). *Impactos Ambientais da Extração Mineral: Uma Análise Crítica*. Rio de Janeiro: Editora Y.
- Hatton, J., Couto, M., & Oglethorpe, J. (2003). *Biodiversity and War: A Case Study of Mozambique*. Washington, DC: Biodiversity Support Program.
- INGHM - Instituto Nacional de Gestão de Bacias Hidrográficas de Moçambique (2020).
- Minayo, M. C. S. (2009). *O Desafio do Conhecimento: Pesquisa Qualitativa em Saúde* (12ª ed.). São Paulo: Hucitec.
- Oliveira, D. G., & Menezes, J. M. (2010). *Metodologia de Pesquisa: Teoria e Prática*. Editora Manole.
- Vieira Da Silva, R C.; Wilson-Jr G. (2005), Hidráulica Fluvial, Volume I, p.p19,29, *Impactos da presença de sedimentos nos cursos d'água*. COPPE/UFRJ,RJ).