



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para obtenção do grau de Licenciatura em Geologia Marinha

**Caracterização do processo de extracção de inertes do distrito de Nicoadala,
seus impactos e propostas de solução.**



Autora:

Cláudia Rosana Abubacar Maurício

Quelimane, Junho de 2024



Escola Superior de Ciências Marinha e Costeiras

Monografia para Obtenção de grau de Licenciatura em Geologia Marinha

Caracterização do processo de extracção de inertes do distrito de Nicoadala,
seus impactos e propostas de solução

Autora:

Claudia Rosana Abubacar Mauricio

(Cláudia Rosana Abubacar Maurício)

Supervisor:

Stelio Safo Mangue

(lic. Stélio Mangue)

Co-Supervisora:

Joana Alberto José

(Eng.ª Joana José)

Avaliadora:

Carlota Alves Emílio

(Mestre Carlota Alves Emílio)

Presidente de Juri:

Banito Bene Magestade

(Mestre Banito Bene Magestade)

Quelimane, Maio de 2024

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais **AbubacarMaurício Amade** e **RumelaIassineIncade**, e dizer sem eles este trabalho não seria possível, eles sempre ajudaram com o pouco que têm, tornando os meus dias especiais durante os 4 anos de carteira, meu muito obrigado por tudo e espero um dia retribuir a ajuda e a confiança que sempre depositaram em mim, mesmo eu não tendo forças suficientes eles sempre disseram filha tu és capaz e vá atrás dos seus sonhos.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Allah por tudo que tem feito por mim, pela força durante os 4 anos longe de casa, família e a todos que tem me dado forças para sempre continuar mesmo em momentos de muita fadiga psicológica.

Agradeço aos meus pais pelo apoio nesses 4 anos da minha formação, por depositarem a confiança em mim e por acreditar que sou capaz.

Agradeço ao meu irmão, Bruno Abdul Momade e em memória do meu padrasto Abdul Momade

Agradeço ao meu orientador doutor Stélio Manguê, pelo imenso apoio, críticas, incentivos e força que ficou durante a realização deste trabalho. Agradeço também a Engenheira Joana José pelo apoio e críticas construtivas para a consumação do trabalho, o meu muito obrigado.

Agradeço de forma especial a minha avó Alissaia Cavava, minhas tias Julieta e Maria Iassine.

Agradeço aos meus amigos em especial a Naira Ismael e a doutora Gracinda Barato pelo apoio moral e por terem tornado uma parte da minha vida especial aos meus docentes e colegas.

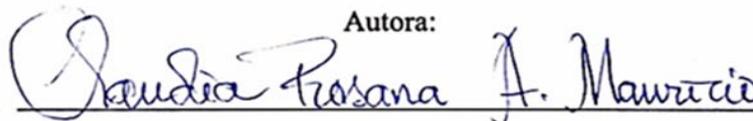
Meu muito obrigado do fundo do coração.

Declaração de Honra

Eu **Cláudia Rosana Abubacar Maurício**, declaro por minha honra, que este trabalho intitulado **Caracterização do processo de extracção de inertes do distrito de Nicoadala, seus impactos e propostas de solução**, nunca foi apresentado para obtenção de qualquer grau académico e que, o mesmo constitui resultado da minha inteira investigação pessoal. Esta monografia é apresentada em cumprimento parcial dos requisitos de obtenção do grau de Licenciatura em Geologia Marinha, da Universidade Eduardo Mondlane.

Quelimane, Setembro de 2024

Autora:

A handwritten signature in blue ink that reads "Cláudia Rosana A. Maurício". The signature is written in a cursive style and is underlined.

(Cláudia Rosana A. Maurício)

Resumo

A mineração é uma das actividades humanas que mais contribuem para a alteração da superfície terrestre, afectando a área explorada e seus arredores, e causando impactos negativos sobre a água, o ar, o solo, o subsolo, a flora, a fauna e a paisagem como um todo. Este estudo teve como objectivo descrever e caracterizar o processo de extracção de inertes no distrito de Nicoadala, identificar seus impactos ambientais e propor soluções. Nos últimos anos, o elevado índice de erosão nas zonas de extracção de areia, especialmente na região de Nicoadala-Licuar, tem gerado preocupações significativas entre os moradores locais. Para caracterizar o processo de extracção de inertes em Nicoadala e avaliar seus impactos ambientais, foi desenvolvido um estudo baseado em entrevistas realizadas com moradores, operadores e partes interessadas. As informações colectadas por meio dessas entrevistas foram utilizadas para a construção de uma checklist detalhada e de uma matriz de avaliação de impactos ambientais. Esses instrumentos foram elaborados com o objectivo de identificar e avaliar os principais impactos ambientais relacionados à actividade de extracção de areia, sendo, ainda, considerados úteis para aplicação em processos formais de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) na região. Os resultados sobre a actividade mineradora em Nicoadala, analisados à luz das normas de extracção mineral constantes no Boletim da República de Moçambique, revelaram que a lavra ocorre a céu aberto, em pequena escala, e é realizada de forma artesanal por indivíduos. A areia extraída é comercializada por diferentes agentes oriundos de Namacurra, Nicoadala e Quelimane. A análise dos impactos ambientais, utilizando a checklist e a matriz de avaliação, indicou que a maior parte dos efeitos dessa actividade são negativos, incluindo erosão do solo, perda de cobertura vegetal e alterações na paisagem. Concluiu-se que a checklist e a matriz de avaliação desenvolvidas, baseadas nas entrevistas realizadas, foram ferramentas eficazes para identificar os principais impactos ambientais da extracção de inertes em Nicoadala. Estes instrumentos podem servir como modelos para futuras avaliações ambientais, contribuindo para a mitigação dos impactos e para o desenvolvimento de práticas mais sustentáveis de exploração mineral na região.

Palavras – Chave:Mineração, Impactos ambientais, Extracção de inertes Nicoadala.

Abstract

Mining is one of the human activities that most significantly contributes to the alteration of the Earth's surface, affecting the exploited area and its surroundings and causing negative impacts on water, air, soil, subsoil, flora, fauna, and the landscape as a whole. This study aimed to describe and characterize the inert extraction process in the Nicoadala district, identify its environmental impacts, and propose solutions. In recent years, the high rate of erosion in sand extraction areas, especially in the Nicoadala-Licuar region, has raised significant concerns among local residents. To characterize the inert extraction process in Nicoadala and assess its environmental impacts, a study was conducted based on interviews with residents, operators, and stakeholders. The information collected through these interviews was used to construct a detailed checklist and an environmental impact assessment matrix. These tools were developed to identify and evaluate the main environmental impacts related to sand extraction activities and are considered useful for application in formal Environmental Impact Assessment (EIA) processes in the region. The results of the mining activity in Nicoadala, analyzed in light of the mining extraction regulations published in the Boletim da República of Mozambique, revealed that mining is carried out in open pits, on a small scale, and is performed artisanally by individuals. The extracted sand is sold by various agents from Namacurra, Nicoadala, and Quelimane. The analysis of environmental impacts, using the checklist and assessment matrix, indicated that most of the effects of this activity are negative, including soil erosion, loss of vegetation cover, and alterations to the landscape. It was concluded that the checklist and assessment matrix developed, based on the interviews conducted, were effective tools for identifying the main environmental impacts of inert extraction in Nicoadala. These instruments can serve as models for future environmental assessments, contributing to mitigating impacts and fostering the development of more sustainable mineral exploration practices in the region.

Keywords: Mining; Environmental impacts; Inert extraction; Nicoadala.

Índice de Figuras

Figura 1: Área de Estudo (Autora).....	11
Figura 2: Extracção de areia mineira, feito por mineiros de pequena escala.	4
Figura 3: Ilustração de centro de mineração em céu aberto-Distrito de Nicoadala.	Error! Bookmark not defined.

Índice de Tabelas

Tabela 1: A tabela mostra a magnitude dos impactos e a sua descrição	1
Tabela 2: Ilustração do material usado na exploração de areia para construção civil de Nicoadala ...	4
Tabela 3: Métodos de lavra de areia e tipo de depósito mineral.	Error! Bookmark not defined.
Tabela 4: Principais impactos causados desde a construção até o encerramento.....	5
Tabela 5: A tabela ilustra as respostas dos questionários a comunidade local em relação aos impactos causados no processo de exploração de inertes em Nicoadala	Error! Bookmark not defined.

Índice

Dedicatória	i
Agradecimentos.....	ii
Declaração de Honra	Error! Bookmark not defined.
Resumo.....	iv
Abstract	v
Índice de Figuras	vi
Índice de Tabelas.....	vii
1. Introdução	1
1.1. Problematização.....	2
1.2. Justificativa.....	2
1.3. Objectivos.....	3
1.3.1. Geral.....	3
1.3.2. Específicos	3
2. Revisão de Literatura	4
2.1. Areia	4
2.1.1. Caracterização Da Actividade De Extracção De Areia.....	4
2.2. Processo de Avaliação do Impacto ambiental em Moçambique	5
2.3. Métodos de extracção de areia.....	6
2.3.1. Tipos de Lavra.....	6
a. Lavra em Leito de Rio	6
b. Lavra em Cava Inundada	7
c. Desmorte Hidráulico	7
2.4. Aspectos Ambientais Da Extracção De Areia	9
2.4.1. Fase de instalação.....	9
2.4.2. Impactos Positivos.....	9
2.4.3. Impactos Negativos	9
3. Metodologia	11

3.1.	Descrição da Área de Estudo.....	11
3.2.	Geologia Local de Nicoadala	12
3.3.	Métodos	12
3.3.1.	Caracterização do processo de mineração/lavra de inertes do distrito de Nicoadala...12	
3.3.2.	Avaliação dos impactos ambientais em áreas de exploração de areias de Nicoadala...1	
3.3.3.	Medidas de mitigação dos impactos ambientais.	3
4.	Resultados e Discussão	4
4.1.	Caracterização do processo de mineração/lavra de inertes do distrito de Nicoadala	4
4.2.	Identificação dos impactos ambientais em áreas de exploração de areias de Nicoadala.	5
4.2.2.	Medidas de mitigação dos impactos ambientais.....	10
5.	Conclusões e Recomendações	13
5.1.	Conclusão	13
5.2.	Recomendação.....	13
6.	Referências Bibliográficas	14

1. Introdução

A mineração é uma das actividades económicas mais importantes, porém, também uma das que mais impactam o meio ambiente. Como destacado por Sintoni (2003), essa actividade contribui significativamente para a alteração da superfície terrestre, afectando não só a área directamente lavrada, mas também seus arredores.

Os impactos negativos se reflectem em diversos elementos, como água, ar, solo, subsolo, flora e fauna, além de alterar a paisagem de forma substancial. Contudo, apesar dos desafios ambientais, a mineração desempenha um papel social fundamental, gerando emprego e renda, conforme ressaltado por Lelles (2004), evidenciando sua relevância socioeconómica. No caso da extracção de areia, os impactos ambientais são particularmente graves. Segundo Bauermeister e Macedo (1994), essa actividade é uma das grandes causadoras de problemas ambientais, sendo responsável por profundas transformações na paisagem natural. A extracção de areia, ao alterar cursos d'água e ecossistemas, provoca danos duradouros, criando um cenário de degradação ambiental que exige soluções sustentáveis e uma gestão adequada para mitigar seus efeitos negativos.

A extracção de areia desempenha um papel importante na construção civil, sendo um recurso amplamente utilizado, apesar de seu baixo valor económico.

As técnicas empregadas na extracção de areia variam conforme o tipo de depósito, topografia, condições de planeamento e as estratégias de reabilitação da área minerada. A escala de produção também desempenha um papel crucial, mas o factor mais determinante no planeamento é a forma como a operação é realizada – a seco ou a húmido. Como observado por Smith & Collis (2001), algumas técnicas de extracção são específicas para um desses modos de operação, enquanto outras podem ser aplicáveis a ambos, dependendo das características geológicas e das condições do local.

É necessário, portanto a realização de estudos de controlo ambiental, visando a identificação das áreas de preservação necessárias e a definição e implantação de medidas mitigadoras capazes de reduzir ao mínimo os impactos negativos gerados ao ambiente em cada fase do empreendimento, buscando-se ao final da lavra, a realização de um plano de recuperação e reabilitação da área afectada, o que nem sempre é alcançado (Nobre Filho *et al*, 2011).

1.1.Problematização

A actividade extractiva de areia desempenha um papel fundamental na mineração, sendo a areia um insumo básico indispensável para a construção civil. De acordo com Vieira (2005), é incontestável que a extracção de areia é essencial para o desenvolvimento económico da sociedade capitalista moderna. Além disso, a actividade pode contribuir para o desassoreamento de rios degradados, promovendo benefícios locais. Contudo, os impactos ambientais decorrentes dessa prática têm gerado crescente preocupação, especialmente em regiões onde a gestão inadequada da extracção intensifica os problemas ecológicos e sociais.

Nos últimos anos, a erosão nas zonas de extracção de areia tem se tornado um problema crítico, particularmente nas áreas circunvizinhas ao distrito de Nicoadala-Licuar. Nessa região, a retirada descontrolada de inertes tem agravado a degradação do solo, afectando directamente os ecossistemas locais e a qualidade de vida da população. O avanço da erosão tem resultado em perda de terras agrícolas, sedimentação de corpos hídricos e comprometimento da infra-estrutura, gerando apreensão entre os moradores e evidenciando a falta de estratégias sustentáveis para o manejo dessa actividade.

1.2.Justificativa

A intensificação dos impactos ambientais associados à extracção de areia em Nicoadala-Licuar demonstra a necessidade urgente de compreender e mitigar esses efeitos. O fenómeno da erosão, impulsionado pela retirada inadequada de inertes, não só compromete a integridade dos ecossistemas como também prejudica directamente as comunidades que dependem dos recursos naturais da região. Além disso, a ausência de uma gestão equilibrada pode agravar os problemas socioeconómicos locais, como a redução da produtividade agrícola e o aumento de custos relacionados à infra-estrutura danificada.

Dada a relevância desse problema, este estudo se justifica por buscar soluções que promovam uma exploração sustentável dos recursos minerais, minimizando os impactos negativos e garantindo o bem-estar das comunidades locais.

O estudo fornece subsídios para a ampliação do conhecimento na área de gestão de recursos naturais e avaliação de impactos ambientais. Ele também contribui para o desenvolvimento de metodologias que podem ser aplicadas em processos formais de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), auxiliando na formulação de políticas públicas voltadas à mineração sustentável. Assim, a pesquisa não apenas fomenta a produção científica, mas também serve como referência para práticas de manejo responsável em diferentes contextos socioambientais.

1.3.Objectivos

1.3.1. Geral

- ✓ Avaliar os impactos ambientais do processo de extracção de inertes no distrito de Nicoadala e propor medidas de mitigação.

1.3.2. Específicos

- ✓ Descrever o processo de mineração/lavra de inertes no distrito de Nicoadala;
- ✓ Identificar e descrever os impactos que resultam da extracção (sócio-ambientais);
- ✓ Propor medidas de mitigação dos impactos causados na extracção de areia.

2. Revisão de Literatura

2.1. Areia

De acordo com Guerra, et al. (1999) a areia entende-se como sendo o produto da desintegração mecânica das rochas através de agentes exteriores; elas podem ser encontradas em vários tipos de depósitos, como aluviões (quando o transporte dessas partículas se dá pela água), coluviões (quando o transporte dessas partículas se dá por gravidade) e aluviões (quando o transporte dessas partículas se dá por acção do vento).

A areia é formada principalmente por quartzo (SiO_2), mas dependendo da rocha originária, pode agregar outros minerais. Em função dessa variedade, suas aplicações são diversas. De acordo com Nava (1994), as areias podem ser usadas para: aquelas com alto teor de sílica e que possuem em sua constituição alumínio e potássio são utilizadas na indústria do vidro; as areias silicosas são empregadas na fabricação de abrasivos e como fundentes; das areias monozíticas se extrai o cino, que é usado em pedras de isqueiros; e areias usadas no preparo de concreto, fabricação de refractários e argamassa.

2.1.1. Caracterização Da Actividade De Extração De Areia

Considerado produto básico na indústria da construção civil, a areia é um recurso natural abundante e de baixo valor unitário. A exploração deste recurso, que acarreta inúmeros impactos ambientais ao longo de sua manufactura, está difundida em todo território Moçambicano. Diante deste panorama, é essencial que se discorra inicialmente sobre as características intrínsecas da actividade de extração de areia. (Vieira, 2005)

De acordo com a (Nbr 7211:, 2009) os agregados podem ser classificados quanto ao tamanho, como agregado graúdo, dimensão mínima superior a 4,8 mm, e agregado miúdo, dimensão máxima inferior a 4,8 mm.

Uma forma de mensurar a importância socioeconómica dos agregados é o fato destes representarem entre 70% e 80% do volume do concreto, sendo este um material de extrema importância para humanidade (Bauer, 1979) Os agregados, a areia é ímpar, pois se vincula ao lazer, a diversos segmentos da indústria, a construção civil, dentre outras actividades (Souza, 2012).

O termo areia apresenta muitas definições. Na literatura geológica, define-se areia, como um material detrítico com variação de tamanho de partículas definidos composto principalmente por partículas de quartzo. Porém, as principais definições são feitas no sentido de representar um

material mineral granular não coesivo, com tamanho de partículas situado entre limites definidos, com composição química e mineralógica variada e com origem inorgânica (Costa e Chaves, 2005).

Em decorrência da sua origem, admite-se que as areias são constituídas predominantemente por quartzo, mas outros minerais também podem ser encontrados, tais como: feldspato, mica, turmalina etc. A proporção com que os minerais se apresentam nas areias, lhes confere características específicas, como coloração e a composição mineralógica (Cremones, 2014)

Segundo Tanno (2003) comercialmente, as areias para construção civil normalmente recebem designações segundo o grau de beneficiamento a que são submetidas:

- Areia bruta (não beneficiada);
- Areia lavada (lavagem sobre peneira para retirada de partículas finas e outros materiais indesejáveis);
- Areia graduada (areia que obedece a uma distribuição granulométrica previamente estabelecida);

De acordo com a (Abnt, 2003) que trata da determinação da composição granulométrica dos agregados, os tipos de areia mais comumente encontrados no mercado são:

- Areia grossa (2,0 mm – 4,8 mm)
- Areia média (0,42 mm – 2,0 mm)
- Areia fina (0,05 mm – 0,42 mm)

De acordo com (Canto, 2001) a extração de areia ocorre em quatro diferentes depósitos minerais: sedimentos inconsolidados quaternários, planícies fluviais, rochas sedimentares cenozoicas e mantos de alteração de rochas pré-cambrianas.

2.2. Processo de Avaliação do Impacto ambiental em Moçambique

Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é um instrumento de gestão ambiental preventivo que consiste na identificação e análise prévia, qualitativa e quantitativa dos efeitos ambientais benéficos e perniciosos de uma actividade proposta (República de Moçambique, 2006).

Para Sanchez (2013), AIA é um processo sistemático que examina as consequências ambientais de acções de desenvolvimento.

Para os efeitos de definição do tipo de AIA a ser realizada, as actividades são categorizados da seguinte forma:

- Categorias A+ - estão sujeitas a realização de um EIA e supervisão por Revisores Especialistas independentes com experiência comprovada;
- Categorias A - estão sujeitas a realização de um EIA;
- Categoria B - actividades sujeita a realização de um Estudo Ambiental Simplificado;
- Categorias C - estão sujeitas à apresentação de Procedimentos de Boas Práticas de Gestão Ambiental.

2.3.Métodos de extracção de areia

A extracção de areia normalmente é conduzida por meio de dois tipos de operações de lavra dependendo do tipo de depósito: desmonte hidráulico ou dragagem hidráulica em leitos submersos.

2.3.1. Tiposde Lavra

Com alguma frequência, a areia é comercializada tal qual extraída, no entanto na maioria das vezes é submetida a um simples beneficiamento por meio de grelhas fixas, na qual são separadas as fracções mais grossas (cascalho, concreções) e alguma sujeira (material orgânico, folhas, troncos de árvores) que são descartados. A fracção argila (< 200 malhas) é removida por meio de lavagem e sedimentação (Frazão, 2010)e uso de outras técnicas como classificador espiral, hidrocilone etc.

Os métodos de lavra empregados na extracção de areia para a construção civil são basicamente três e dependem da natureza do depósito que está sendo lavrado (Chaves & Whitaker, 2012)

Dragagem é feita em leitos de rio ou em cavas inundadas, onde a areia em lavra se encontra abaixo do nível freático;

- Desmonte hidráulico é usado em cavas secas e em mantos de alteração de maciços rochosos;
- Método de lavra por tiras (*strippingmining*) é usado em depósitos homogêneos e de maior extensão horizontal.

Dependendo do método de beneficiamento empregado na areia lavrada, obtém-se os seguintes produtos:

- i. Areia bruta – não beneficiada;
- ii. Areia lavada – normalmente com o uso de peneiras visando a remoção dos grossos e de outras impurezas indesejáveis;
- iii. Areia graduada – que apresenta uma distribuição granulométrica pré-estabelecida.

a. Lavra em Leito de Rio

Segundo Chaves e Whitaker (2012) a lavra em leito de rio usa draga que extrai a areia por sucção e a bomba, na forma de polpa, para fora do leito do rio, onde tem início o seu beneficiamento,

através de classificação em peneira, no entanto na maioria das vezes usa apenas grelhas fixas colocadas no topo dos silos de recepção da polpa separando as fracções mais grossas (cascalho, concreções), por vezes matéria orgânica (folhas e troncos) e uma simples lavagem por decantação ou classificador espiral para remoção de argila. No caso da produção de uma areia, sob encomenda, destinada principalmente às betoneiras, estas exigem uma distribuição granulométrica definida e, neste caso, nenhuma areia natural atende essas especificações. Assim, torna-se necessário usar um processo onde se obtenham diferentes fracções granulométricas para depois recombina-las, de forma a obter a distribuição requerida pelas betoneiras.

A areia, na forma de polpa, é bombeada para caixas receptoras nas margens do rio, onde a areia decantada constitui o produto final (areia grossa) e é colocada no mercado para uso em concreto. Os finos (overflow) que transbordam pela parte superior da caixa são colectados/decantados em caixas secundárias. Estes finos são colocados no mercado para uso como emboço. Não existe grelha fixa na parte superior da caixa principal para remoção das fracções mais grossas que, segundo o minerador, é necessário, pois essa classificação já é feita naturalmente pela correnteza do rio, onde na parte central tem-se a areia grossa, entre o centro do leito do rio e as suas margens tem-se uma areia média e nas suas margens, areia fina.

b. Lavra em Cava Inundada

Antes de iniciar a extracção da areia, há uma etapa de preparação da frente de lavra que consiste no decapeamento da área (Koppe & Costa, 2012), com o uso de equipamentos (tractor de esteira, carregadeiras frontais, escavadeiras e caminhões) para remover a vegetação e a camada superficial do solo que são descartados. A seguir, tem-se a extracção do material arenoso que é aproveitado até o nível freático, quando então as pás carregadeiras usadas na extracção da areia, dão lugar às dragas que passam a alargar e aprofundar a cava da etapa anterior.

A areia extraída na cava inundada é bombeada para uma caixa, na qual é colocada uma grelha fixa no seu topo com de 2,4 a 3 mm de abertura. O retido constitui a fracção mais grossa (cascalho, concreções, troncos, matéria orgânica) que é descartada e o passante é o produto para ser estocado em silo e comercializado. O material mais fino, overflow da caixa, é descarregado por uma tubulação na parte superior (denominado decagador), retornando para cava inundada.

c. Desmorte Hidráulico

No método de desmorte hidráulico o princípio utilizado é a acção da força hidráulica da água, na forma de lavagem sob alta pressão para desagregar o minério. Os exemplos mais comuns de aplicação deste método são os depósitos de areia localizados nas planícies fluviais, ou nas encostas

de morros contendo camadas formadas a partir da alteração de rochas cristalinas.

Nestes casos, a lavra de areia costuma se desenvolver pelas encostas intemperadas e pode aprofundar-se em cava. Esta característica determina a nomenclatura usual destes casos conhecidos como desmonte hidráulico em cava seca (Almeida, 2003)

Ainda segundo Almeida (2003) existe algumas condicionantes essenciais para garantir a eficiência desse método de lavra:

- O material deve ser passível de desagregação por meio de força hidráulica promovida pela pressão do jacto de água;
- Suprimento suficiente de água, pois este método necessita de grande volume;
- Existência de área disponível para disposição dos resíduos e rejeitos do processo;
- Possibilidade de incorporação das operações necessárias de beneficiamento, visando promover a selecção do mineral em meio aquoso;
- Gradiente favorável, na frente de lavra, que permita a transferência do minério em forma de polpa por acção da gravidade.
- Condições operacionais capazes de controlar os impactos ambientais associados, principalmente no controle da água excedente e na recuperação das superfícies atingidas (taludes de cavas e bacias de decantação).

Destaca-se que a inexistência de alguma dessas condições pode prejudicar ou mesmo inviabilizar o processo.

Para otimizar o desmonte hidráulico, existe uma etapa prévia que compreende o decapeamento, que consiste na remoção da camada do material estéril quando este recobre o depósito mineral de interesse. Normalmente é realizado por tractores de esteiras e pás-carregadeiras, dependendo do grau de compactação do capeamento.

Após o procedimento de capeamento inicia-se o desmonte hidráulico. Um jacto de água em alta pressão é levado através de mangueiras incidindo directamente na base do talude. Essa acção provoca um desmoronamento controlado e a movimentação do material por gravidade, em forma de polpa. Na base do talude, forma-se um ponto de convergência do material desmontado, onde é instalado um sistema de bombeamento para transporte da polpa até os estágios operacionais subsequentes. Tais estágios têm a finalidade de separar o minério de outros materiais indesejáveis. Geralmente utilizam-se cortes granulométricos para eliminar tanto as fracções finas quanto as grosseiras. Este procedimento inclui pelo menos um peneiramento grosseiro em peneira estática

para separação dos cascalhos e processos de sedimentação onde fracções de granulometria intermediária são separadas do material mais fino e argiloso (Almeida, 2003).

2.4.Aspectos Ambientais Da Extração De Areia

O termo aspecto ambiental foi usado inicialmente pela Norma Brasileira ISO 14.001:2004, passando com o tempo a ser incorporado ao vocabulário de profissionais da indústria e de consultores, além de órgãos governamentais. Aspecto ambiental é definido nesta Norma como “elemento das actividades, produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente”, podendo ser entendido com o mecanismo através do qual uma acção humana causa um impacto ambiental. Destaca-se que uma mesma acção pode levar a vários aspectos ambientais e consequentemente, causar diversos impactos ambientais (Machado, 2009).

2.4.1. Fase de instalação

Os impactos ambientais decorrentes da implantação dos projectos de extração de areia em leito de rio estão listados a seguir de acordo com a natureza do impacto, positivo ou negativo.

2.4.2. Impactos Positivos

Geração de empregos directos, bem como de empregos indirectos decorrentes daqueles postos de trabalho que dependem da areia, como: caminhoneiros que transportam a areia, empregados da construção civil como um todo, pessoas ligadas ao comércio de materiais de construção em geral, além de profissionais liberais como geólogos, advogados e contadores.

- i. Dinamização do sector comercial, devido à aquisição de factores de produção e à geração de empregos, proporcionando aquecimento da economia local;
- ii. Contribuição para o desenvolvimento regional com a implantação da rede viária;
- iii. Aumento da receita dos governos estaduais e, principalmente municipais, em virtude da obtenção por partes deles, da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM).

2.4.3. Impactos Negativos

- i. Depreciação da qualidade do ar, devido ao lançamento de gases provenientes dos motores e de partículas sólidas, em virtude da utilização de maquinarias em diferentes operações;
- ii. Incidência de processos erosivos no solo, em virtude da interferência advinda da abertura da rede viária e da remoção da vegetação, com a consequente depreciação da sua qualidade;

- iii. Diminuição da infiltração de água no solo, devido à compactação ocasionada pelo uso de máquinas pesadas e à impermeabilização promovida pela instalação da infra-estrutura do empreendimento;
- iv. Depreciação da qualidade do solo, decorrente da diminuição da sua fertilidade e plasticidade por causa da compactação pelo uso de maquinarias pesadas, e da remoção da matéria orgânica nas áreas onde o solo foi exposto;
- v. Aumento da concentração de partículas em suspensão (turbidez) no curso de água, em virtude do surgimento de fenômenos erosivos, decorrentes da exposição do solo às intempéries;
- vi. Desregularização da vazão dos cursos de água, devido à supressão da cobertura vegetal e da compactação do solo;
- vii. Danos à microbiota do solo, ocasionados pelos trabalhos de remoção da vegetação e abertura da rede viária e pela interferência directa nesta, decorrente da compactação dos solos, em virtude do tráfego de maquinarias pesadas;
- viii. Indução a uma instabilidade do solo nos ambientes ribeirinhos, tendo em vista a concentração de operações nestes para a extração de areia;
- ix. Estresse da fauna silvestre, ocasionado pela geração de ruídos advindos do trânsito de maquinarias e pelo aumento de presença humana no local;
- x. Diminuição da capacidade de suporte do meio para a fauna silvestre, devido à redução do “habitat”;
- xi. Achatamento da base genética das espécies vegetais terrestres, em função da supressão da cobertura vegetal nativa para a instalação do empreendimento, inclusive em ambientes de preservação permanente;
- xii. Depreciação da qualidade de vida dos trabalhadores e de vizinhos situados no entorno do empreendimento, devido aos ruídos causados pelas máquinas nas diferentes operações de implantação do empreendimento
- xiii. Impacto visual, associado às instalações das estruturas, ao processo de retirada da vegetação e à descaracterização da paisagem natural.

3. Metodologia

3.1. Descrição da Área de Estudo

O distrito de Nicoadala localiza-se no centro de Moçambique, na província da Zambézia, entre as coordenadas 17°36'2.67" de latitude norte e 36°48'41.65" de longitude leste. O círculo vermelho no mapa indica a localização específica da área de extracção de areia, que é o foco deste estudo. Esta área foi seleccionada pela sua relevância para compreender os impactos ambientais das práticas de mineração artesanal na região.

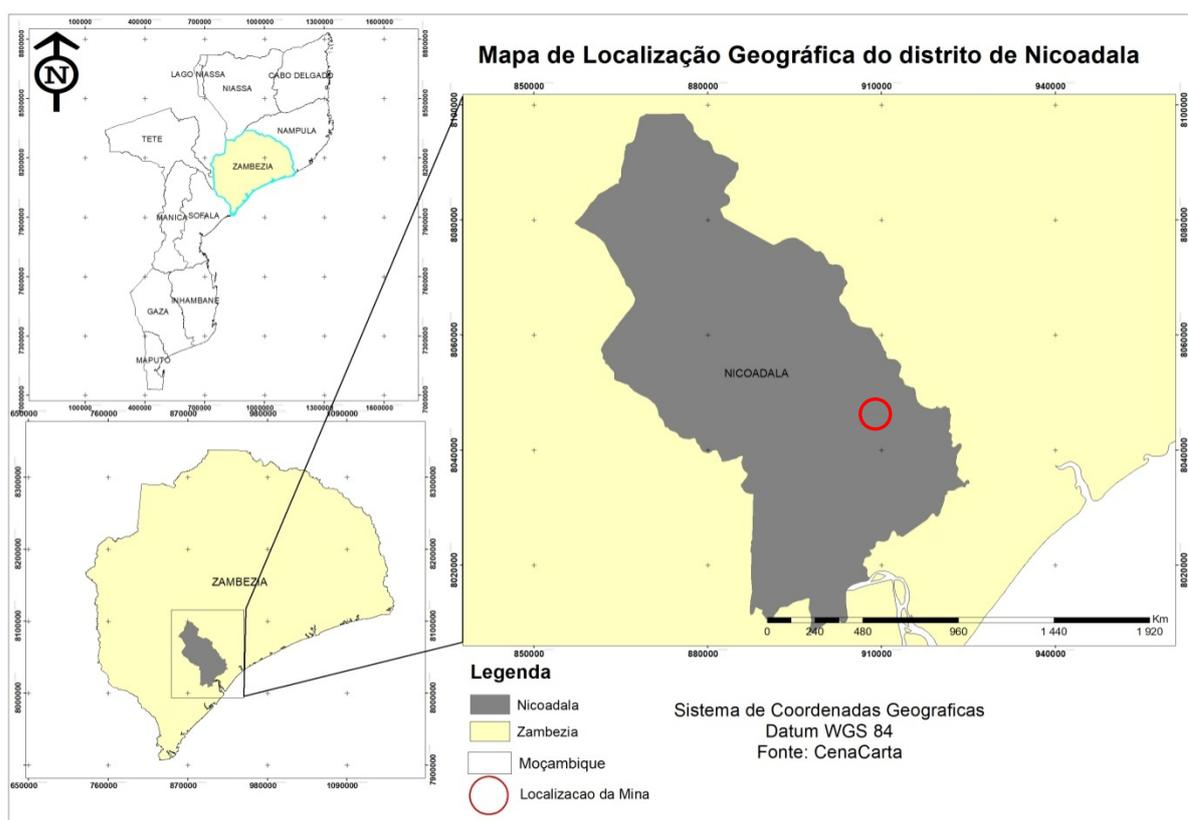


Figura 1: Área de Estudo (Autora)

A pesquisa foi classificada quanto a abordagem, os objetivos e os procedimentos técnicos utilizados, conforme (Chaves, 1999).

Quanto a abordagem a pesquisa pode ser classificada como qualitativa e quantitativa. Segundo Diehl (2004) e Gerhardt e Silveira (2009), a abordagem qualitativa descreve a complexidade de determinado problema, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social ou uma organização etc. Possui característica de objetivação do fenômeno, hierarquização das ações de descrever, compreender e explicar.

3.2.Geologia Local de Nicoadala

A Geomorfologia do distrito de Nicoadala é repartida em duas unidades distintas nomeadamente: Bacia sedimentar que compreende os sedimentos recentes do quaternário constituídos pelas dunas costeiras consociadas com as areias hidromórficas, sedimentos fluvio-marinhos (mangais) e os aluviões dos rios, e ainda pelos depósitos fragmentados da plataforma de manangas que constituem sedimentos do Terciário e mais para Norte (interior) o distrito é complementado pelo relevo declivoso derivado das rochas metamórficas e eruptivas do pré-câmbrico, conhecido também por “Complexo gnaisso-granítico do Moçambique Belt”. Nesta última, predominam solos residuais de textura e profundidade variáveis(GTK Consortium 2006).

3.3.Métodos

3.3.1.Caracterização do processo de mineração/lavra de inertes do distrito de Nicoadala

Para caracterizar o processo de mineração em Nicoadala, levou-se a cabo alguns critérios básicosque envolve a atividade:

- Mina de Nicoadala (Terra firme);
- Localização do depósito (Distrito de Nicoadala)e;
- Maquinaria utilizado para exploração do minério (Enxadas e Pás de escavação).

Tabela 1: A tabela ilustra as respostas dos questionários a comunidade local em relação aos impactos causados no processo de exploração de inertes em Nicoadala

Impacto		Actividade Extracção de inerte				Total
		Magnitude do Impacto				
		Baixo	Moderado	Alto	Nulo	
Antrópico	Emprego	2	6	8	4	20
	Oferta de negócio	6	7	2	5	20
	Disponibilidade de areia	4	3	9	4	20
	Risco de acidente de trabalho	2	6	7	5	20
	Possibilidade de ocorrência de acidentes automobilísticos	4	5	8	3	20
	Poluição sonora	4	6	5	5	20
Ambiente Físico	Diminuição do assoreamento devido a extracção	3	5	4	8	20
	Aumento das partículas em suspensão	3	6	5	6	20
	Contaminação do curso de água	5	5	3	7	20
	Depreciação da qualidade da água superficial	6	4	2	8	20
	Aumento da erosão	3	6	5	6	20
Ambiente Biológico	Abate das espécies vegetais	4	7	3	6	20
Total						

3.3.1. Avaliação dos impactos ambientais em áreas de exploração de areias de Nicoadala.

A descrição e a identificação das actividades impactantes com o intuito de avaliar as condições sócio-ambientais da área de estudo foram realizadas com base em consultas bibliográficas (livros, teses, artigos e materiais publicados na internet) e através de visitas à áreas de exploração de areia e outros empreendimentos minerais de extracção de areia no distrito de Nicoadala, em fase de operação. As visitas foram realizadas durante o período do Agosto e Setembro supervisionado obrigatório para a elaboração do trabalho, realizado no ano de 2023. Também foi necessário consultar os processos minerais do distrito de Nicoadala, buscando aqueles referentes à extracção de areia para a construção civil e que tivessem uma rotina cronológica didáctica, para servir de base para o estudo de caso.

O procedimento denominado “*Checklist*” foi utilizado neste trabalho, considerando que é uma ferramenta válida, frequentemente utilizada para o levantamento de dados em questões ambientais, conduzindo ao vislumbamento das consequências e dos impactos ambientais, quando se considera o potencial transformador do ambiente físico, biótico e antrópico, bem como as causas (actividades impactantes) conhecidas (Silva, 1999). O procedimento tem como objectivo, o levantamento dos impactos mais relevantes e a caracterização das variáveis das áreas impactadas. O *Checklist* representa um dos procedimentos mais utilizados em AIA e é muito utilizada em actividade mineira, visando a adopção das medidas mitigadoras de controlo dos impactos ambientais.

Tabela 2: A tabela mostra a magnitude dos impactos e a sua descrição

Magnitude dos impactos	Descrição
Alto	Os impactos foram classificados altos os mais frequentes.
Baixo	Baixo os impactos que menos se fizeram sentir no ambiente de estudo.
Moderado	Moderado quando os mesmo ocorrem mas em uma frequência moderado.
Nulo	Os impactos foram classificados em nulos, os que não se fizeram sentir no ambiente de estudo.
Impactos negativos	Neste trabalho foram considerados negativos os impactos que degradam o meio físico.

Matriz de Leopold

Para avaliar os impactos dessa actividade, foi utilizada a Matriz de Leopold, que combina os factores ambientais afectados com as acções específicas da extracção de areia. Cada interacção foi avaliada em dois eixos: Magnitude (M) e Importância (I), com valores variando de 1 (baixo impacto) a 10 (alto impacto). A fórmula aplicada para quantificar os resultados foi:

$$I_{\text{total}} = \sum_{i=1}^n (M_i \cdot I_i)$$

Onde que:

- I_{total} é o impacto total ponderado,
- M_i representa a magnitude de cada interacção avaliada, e
- I_i é a importância atribuída à interacção correspondente.

Esse método permitiu calcular um valor quantitativo para cada acção-impacto, facilitando a priorização de medidas mitigadoras.

Segundo Espinoza (2001) para calcular a matriz de Leopold, primeiro multiplicamos a magnitude do impacto pelo valor da importância de cada factor ambiental. Em seguida, atribuímos uma classificação de baixo, moderado, alto ou nulo com base no resultado. A escala geralmente se organiza assim: Baixo: 1 a 3; Moderado: 4 a 6; Alto: 7 a 9; Nulo: 0.

Critérios de Avaliação

Os resultados da avaliação da actividade de mineração foram determinados com base nos seguintes factores:

- Ecossistemas, plantas e animais afectados, e a sua importância para a biodiversidade e os serviços de ecossistema;
- Localização e extensão da área afectada;
- Reversibilidade do impacto
- Identificação de potenciais impactos.

3.3.2. Medidas de mitigação dos impactos ambientais.

Para a mitigação dos impactos ambientais, foi feito com base com os artigos científicos, revistas publicadas e regulamento sobre o processo de impacto ambiental.

A implantação de medidas é importante para minimizar os impactos ambientais decorrentes da extração mineral o que propiciará aspectos positivos na actividade actual bem como maximizará os benefícios relacionados aos impactos que não podem ser mitigados. Tendo como objectivo manter o meio ambiente que sofre influência directa bem como seu entorno, o mais próximo possível das condições ambientais actuais, buscando também compensar ou atenuar os efeitos degradativos existentes. Buscando sempre uma condição menos impactante possível o que é o caminho da sustentabilidade. As medidas foram propostas em função de cada um dos meios avaliados, na forma de tópicos, sendo ressaltado que todas devem ser implementadas e que cada meio depende dos demais, o que indica que o cumprimento parcial dessas proposições levará, provavelmente, a viabilização dos demais.

4. Resultados e Discussão

4.1. Caracterização do processo de mineração/lavra de inertes do distrito de Nicoadala

Segundo o estudo feito, constatou-se que a lavra de inertes do distrito de Nicoadala é caracterizada por ser do céu aberto de pequena escala, e é feita por indivíduos singulares com fins comerciais e a mesma é desordenada porque não é formal e não obedece nenhum plano de lavra e é do tipo garimpo, como ilustrado na figura a seguir (fig.2).



Figura 2: Extração de areia mineira, feito por mineiros de pequena escala.

A lavra de Nicoadala segundo as suas características geológicas e ambientais (Assegurar a máxima recuperação do inerte) enquadra-se no grupo das lavras de céu aberto (Marcelo *et al* 2001).

Tabela 3: Ilustração do material usado na exploração de areia para construção civil de Nicoadala

Matérias	Utilização
Pa de escavação	Escavação e retirada para o carro.
Enxadas	Escavação.
Machados Catanas	Corte de arbustos.

Tabela 4: Métodos de lavra de areia e tipo de depósito mineral.

Método de Lavra	Depósitos Minerais	Situação
Céu aberto Nicoadala	Sedimentos inconsolidados e consolidados	Cava seca, extremidade do rio e áreas continentais

4.2. Identificação dos impactos ambientais em áreas de exploração de areias de Nicoadala.

A tabela abaixo ilustra os impactos relacionados aos impactos, foram divididos quanto ao tipo e a etapa pertencente, entre tantas as fases foram consideradas desde o início das actividades até o término.

Tabela 5: Principais impactos causados pela extracção de areia de Distrito de Nicoadala.

Impactos gerados	Etapas do projecto			
	Desenho	Construção	Operação	Enceramento
1. Sobre a água				
1.1. Contaminação		X	X	
1.2. Diminuição do caudal		X	X	
1.3. Assoreamento normal da água		X	X	
2. Sobre o ar				
2.1. Contaminação		X	X	
2.3. Aumento ruído dos autocarros.		X	X	
2.4. Emissão de gases		X	X	
3. Sobre o solo				
3.1. Erosão		X	X	
4. Sobre a vegetação e a fauna				
4.1. Perda da biodiversidade		X	X	
4.2. Extinção das espécies		X	X	
4.3. Alteração de paisagem		X	X	
5. Sobre o ambiente social				
5.1. Emprego			X	
5.2. Oferta de negócio			X	

A tabela 5 é referente aos impactos ambientais negativos, assim como positivos resultantes da extracção de areia para a construção civil no distrito de Nicoadala, onde foram mencionados como: altos, baixo, moderados e nulos, e esses valores são representados em percentagens

Um dos impactos sociais da mineração ao distrito de Nicoadala, é a influência em especial, sobre as comunidades circunvizinhas de exploração.

Para o distrito de Nicoadala o maior desafio da mineração em especial aquela que é exercida próxima a aglomerações urbanas locais, está no máximo aproveitamento na exploração, salvaguardando os aspectos ambientais e as comunidades locais.

As principais formas de impacto no solo de Nicoadala decorrentes da mineração dizem respeito ao próprio processo de extracção do minério, que implica, na retirada da vegetação, escavações, movimentação de terra e modificações na paisagem.

À luz do Decreto 54/2015 de 31 de Dezembro, o regulamento de AIA é o instrumento usado para a categorização de projectos de desenvolvimento. Este regulamento para além de categorizar estabelece normas sobre o processo de avaliação de impacto ambiental, para todas actividades públicas e privadas que directas ou indirectamente possam influir nas componentes ambientais. O regulamento sobre o processo de avaliação do impacto ambiental categoriza as actividades em quatro grupos: (actividades de categoria A⁺, A, B e C). São classificadas como actividades de categoria A todas as acções que afectam significativamente seres vivos e áreas ambientalmente sensíveis e os seus impactos são de maior duração, intensidade, magnitude e significância. A exploração de mineira da areia em Nicoadala categorizou-se como sendo uma actividade do tipo A, tomando como base o Artigo 9, que diz: Os resultados da avaliação da actividade proposta serão determinados com base nos seguintes factores: a) número de pessoas e comunidade abrangidas; b) Ecossistemas, plantas e animais afetados e a sua importância para a biodiversidade e os serviços de ecossistema; c) Localização e extensão da área afetada e d) Reversibilidade do impacto

Erosão- A erosão é causada neste âmbito devido a movimentação constante dos sedimentos, criando erosão na área de exploração, assim como na via de acesso que leva até a área de extracção.

Assoreamento normal do curso de água-Devido maior depósito de sedimentos não útil na mineração, o curso normal de água é interrompido fazendo com que a água procure caminhos alternativos e afectando a população que vive ao redor da mesma.

Ruído-O Som emitido pelos carros que fazem o transporte de areia até nas áreas de interesse de alguma forma causa ruído que segundo os moradores afirmam ser perturbante.

Emissão de gases de automóveis-Segundo um morador que vive ao redor da extracção afirmou que os carros que carregam a areia na sua maioria não estão em boas condições o que fazem com que liberte muitas gases que até chegam a provocar doenças respiratórias.

Alteração da paisagem-O corte da vegetação existente antes da extração influenciou na alteração da paisagem natural.

Movimentação da Terras-A escavação e remoção dos sedimentos influenciam na movimentação da terra alterando o aspecto normal da terra naquele ambiente de extração. E **Poeira** segundo os moradores afirmam que ocorre imensa poeira causada no acto do transporte do minério.

4.2.1. Avaliação dos impactos ambientais em áreas de exploração de areias de Nicoadala

Para calcular a matriz de *Leopold* e determinar a magnitude do impacto, multiplicamos a importância do impacto pelo grau de ocorrência, que vai de 1 a 10. Realizou-se os cálculos para cada célula da tabela e depois somou-se os valores para obter o total de impactos.

Ambiente Social

- Emprego: (Importância 6) * (Magnitude 8) = 48;
- Oferta de negócio: (Importância 7) * (Magnitude 2) = 14

Antrópicos

- Disponibilidade de areia: (Importância 3) * (Magnitude 9) = 27;
- Risco de acidente de trabalho: (Importância 6) * (Magnitude 7) = 42;
- Ocorrência de acidentes automobilísticos: (Importância 5) * (Magnitude 8) = 40

Ambiente Físico

- Diminuição do assoreamento devido à extração: (Importância 5) * (Magnitude 4) = 20;
- Aumento das partículas em suspensão: (Importância 6) * (Magnitude 5) = 30;
- Contaminação do curso de água: (Importância 5) * (Magnitude 3) = 15
- Depreciação da qualidade da água superficial: (Importância 4) * (Magnitude 2) = 8
- Aumento da erosão: (Importância 6) * (Magnitude 5) = 30
- Poluição sonora: (Importância 6) * (Magnitude 5) = 30

Ambiente Biológico

- Abate das espécies vegetais: (Importância 7) * (Magnitude 3) = 21

Para calcular o total, somamos todos esses valores:

Total = 48 + 14 + 27 + 42 + 40 + 20 + 30 + 15 + 8 + 30 + 30 + 21 = 305. podemos interpretar a magnitude do impacto:

- i. Baixo: 0-100; afectam o ambiente, mas geralmente podem ser mitigados facilmente.
- ii. Moderado: 101-300; representam impactos significativos que podem exigir medidas de mitigação e controle.
- iii. Alto: >300 ; indicam impactos substanciais que podem ser bastante prejudiciais ao ambiente e exigirão medidas robustas de mitigação ou compensação.

Ambiente Social:

Emprego: a extracção de inertes é uma fonte significativa de emprego que beneficia os cidadãos locais de Nicoadala. Isso indica que a actividade de extracção tem um impacto considerável na criação e manutenção de postos de trabalho na região, mostrando-se como sendo uma das principais actividades económicas locais.

Oferta de Negócio: a extracção de inertes contribui moderadamente para oportunidades de negócios na região, relacionados principalmente à venda, transporte ou processamento de inertes, trazendo benefícios económicos adicionais para a comunidade local.

Ambiente Antropogénico:

Disponibilidade de Areia: Esta variação da disponibilidade de areia é afectada pela extracção, o que pode ter diferentes níveis de impacto, desde baixo até moderado/alto, tendendo a aumentar com a extensão da actividade de extracção e da demanda local por areia pelas regiões circunvizinhas, principalmente a cidade de Quelimane.

Risco de Acidente de Trabalho: a extracção de inertes pode ser uma actividade de alto risco, com potencial para acidentes no local de trabalho. Essa variação de riscos varia dependendo da causa das medidas de segurança que são adoptadas e da exposição dos trabalhadores a perigos, falta equipamentos de protecção individual (botas, coletes reflectores, capacetes e luvas) para os trabalhadores da mina.

Ocorrência de Acidentes Automobilísticos: o transporte de materiais extraídos representa o risco significativo de acidentes na região, pois os materiais são transportados com certa negligência por parte dos transportadores.

Ambiente Físico:

Diminuição do Assoreamento: A extracção pode ter um impacto moderado na redução do assoreamento, indicando um possível equilíbrio entre o benefício da remoção de sedimentos e o impacto ambiental resultante.

Aumento de Partículas em Suspensão e Contaminação do Curso de Água: Esta actividade está associada ao aumento de partículas em suspensão e à contaminação da água, embora em níveis moderados, o factor por detrás dessa contaminação é o método de extracção e às práticas de gestão adoptadas.

Aumento da Erosão: Esse valor mais alto indica um impacto considerável na erosão da região, o que é significativo para a estabilidade do solo e dos cursos de água locais trazendo consigo alguns riscos a comunidade local.

Poluição Sonora: A extracção de inertes gera níveis moderados a significativos de poluição sonora causada pelos veículos e máquinas no momento da extracção dos inertes afectando a qualidade de vida dos residentes locais.

Ambiente Biológico:

Abate das Espécies Vegetais; A vegetação local sofre devido à extracção, o que afecta a biodiversidade e os ecossistemas locais.

Para preencher a tabela e calcular o total dos impactos, precisou-se e somar os valores correspondentes em cada categoria:

De acordo com a matriz de Leopold é crucial considerar medidas para mitigar esses impactos, especialmente os classificados como "Alto", a fim de minimizar os efeitos negativos no ambiente.

4.2.2. Medidas de mitigação dos impactos ambientais

I. Erosão

Recuperação de áreas degradadas: Após a exploração, realizar a recuperação das áreas degradadas em Nicoadala, restaurando a cobertura vegetal nativa, se possível. Implementar práticas de reflorestamento com espécies adequadas para estabilizar o solo.

Práticas de extracção sustentável: Adotar técnicas de extracção de areias que minimizem o impacto na erosão, como a exploração em profundidades, evitando a retirada excessiva de sedimentos e implementar práticas de revegetação nas áreas próximas à exploração para reforçar a estabilidade do solo.

Monitoramento e fiscalização: Realizar monitoramento regular das áreas de exploração e das áreas circundantes para detectar sinais de erosão e outros impactos ambientais.

Fiscalizar a conformidade com as regulamentações ambientais e aplicar sanções a empresas que não cumpram as directrizes estabelecidas.

Promover a conscientização entre os envolvidos na exploração de areias, bem como na comunidade local, sobre a importância da preservação das áreas de extracção e da prevenção da erosão.

Medidas: Aperfeiçoar o treinamento dos operários para a execução racional das tarefas mecanizadas (Empreendedor); Implantar técnicas adequadas de estabilização de terreno (Empreendedor); e Implantar projecto de vegetação de áreas degradadas (Empreendedor).

II. Assoreamento normal do curso de água

Implementar regulamentos rigorosos para controlar a exploração de areia, incluindo a emissão de licenças e o monitoramento constante das operações de mineração. Isso ajuda a garantir que as operações estejam em conformidade com as leis ambientais.

Zoneamento de Áreas de Mineração: Identificar áreas adequadas para a mineração de areia que minimizem o impacto sobre os cursos de água. Essas áreas devem ser seleccionadas com base em critérios ambientais e geológicos.

Recuperação de Áreas Mineradas: Após a conclusão da mineração, é importante implementar programas de recuperação das áreas afectadas, incluindo a restauração do leito do rio e a vegetação das margens.

Monitoramento da Qualidade da Água: Monitorar regularmente a qualidade da água para detectar e mitigar a contaminação por sedimentos provenientes da mineração.

Restrições Temporais: Estabelecer restrições temporais para a mineração de areia, de modo que as operações ocorram apenas durante certas épocas do ano, quando os impactos ambientais possam ser minimizados.

Restrições de Quantidade: Limitar a quantidade de areia que pode ser extraída em uma determinada área para evitar a sobremineração.

Efectuar, periodicamente, revisão mecânica nas máquinas e equipamentos utilizados na extracção de areia (Empreendedor); Acondicionar e manusear adequadamente os óleos, graxas e lubrificantes, de modo a evitar a contaminação dos recursos hídricos (Empreendedor); Dotar as balsas das dragas de uma protecção em suas laterais, para evitar o derramamento de óleos e graxas nos cursos de água (Empreendedor); e Separar, para posterior tratamento, as águas de lavagem das máquinas e dos equipamentos, antes de retornarem ao curso de água (Empreendedor).

III. Ruído

Zoneamento: Regulamentação do uso do solo para separar áreas industriais ou rodoviárias de áreas residenciais.

Horários de operação restritos: Limitação dos horários de operação de actividades ruidosas.

IV. Emissão de gases de automóveis

Veículos de baixa emissão: Incentivar o uso de veículos mais limpos e a adopção de tecnologias de propulsão sustentáveis.

Melhorias na infra-estrutura de transporte público: Expandir o transporte público e incentivar o uso de bicicletas e caminhadas.

Regulamentação de emissões veiculares: Implementar regulamentos rigorosos de emissões veiculares e padrões de eficiência de combustível.

V. Alteração da paisagem

Planeamento urbano sustentável: Implementar directrizes de planeamento que preservem áreas de valor paisagístico e promovam o uso eficiente do solo.

Conservação de áreas naturais: Proteger áreas de valor ecológico e cultural através de reservas e parques.

Implementar planos de restauração para recuperar as áreas afectadas pela extracção de areia. Isso pode incluir a revegetação, a criação de lagoas artificiais e a reconfirmação do terreno para que ele se assemelhe ao estado original da paisagem.

VI. Movimentação da Terra

Avaliação de impacto ambiental: Realizar estudos de impacto ambiental antes de grandes projectos de construção ou extracção.

Engenharia sustentável: Implementar técnicas de construção que minimizem a movimentação de terra e reduzam o impacto ambiental.

VII. Poeira causada pela exploração de areias

Depreciação da qualidade do ar, em decorrência do aumento da concentração de partícula dos, advinda da movimentação do material mineral. Medidas: Utilizar veículos com carroceiras de guardas laterais fechadas e cobrir devidamente a areia com lonas ou similares, para o transporte do material mineral (Empreendedor); e Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando a movimentação desnecessária do material mineral (Empreendedor).

5. Conclusões e Recomendações

5.1. Conclusão

Com base nos resultados alcançados, extraíram-se as seguintes conclusões:

- A extracção de areia resulta em impactos ambientais negativos e positivos;
- A maior parte desses impactos ambientais é negativa, conforme se comprovou com o uso de dois métodos de avaliação: matriz de interacção e “checklist”;
- O empreendimento em questão tem grande importância social, pois ademais gera emprego e renda, além de disponibilizar um produto (a areia) de largo uso na construção civil;
- Com base na literatura especializada (Regulamento da Avaliação do Impacto Ambiental), foi possível identificar e descrever a categoria desta actividade, categoria A;
- Com base nos dois métodos de avaliação adoptados, foi possível identificar e caracterizar qualitativamente os impactos ambientais da mina de Nicoadala.
- Os impactos ambientais negativos e positivos são passíveis de mitigação e potencialização de seus efeitos, respectivamente.

5.2. Recomendação

Recomenda-se para futuros estudos que se faça:

- Análise dos impactos ambientais ligados a doenças respiratórias devido a emissão de gases.
- Estudo sobre erosão nas áreas de exploração mineira.
- Análise do contributo da areia tirada no distrito de Nicoadala no sector de construção civil.
- Aprofundar e dar continuidade aos estudo dos impactos e possíveis soluções para minimizar os impactos da extracção da areia para construção cível em Nicoadala.

6. Referências Bibliográficas

- 248, N. N. (ABNT, 2003). *Agregados – Determinação da composição granulométrica*. Rio de Janeiro: 6p.
- 7211, N. (2009). *Determinação da composição granulométrica*. Rio de Janeiro: 6 p.
- 7211:, N. (2009). *Determinação da composição granulométrica*. Rio de Janeiro: 6 p.
- Almeida, A. S. (2003). Métodos de mineração. *Mineração e município: bases para planejamento e gestão dos recursos minerais*. São Paulo.
- BAUER, L. A. (1979). *Materiais de construção*. . Rio de Janeiro: LTC.
- Bauermeister, K. H., & Macedo, A. B. (1994). Quadro da recuperação de áreas mineradas na Região Leste de São Paulo. In: SIMPÓSIO SUL AMERICANO. Curitiba.
- CANTO, E. L. (2001). *Minerais, minérios, metais: de onde vêm? Pra onde vão?*. São Paulo: Moderna.
- CHAVES, A. P. (1999). *Teoria e prática do tratamento de minérios*. São Paulo: Signus,.
- Chaves, A. P., & Whitaker, W. (2012). Operações de Beneficiamento de Areia.
- COSTA, M., & CHAVES, P. O. (2005). *Uso das Técnicas de Avaliação de Impacto Ambiental em Estudos Realizados no Ceará*. Rio de Janeiro: Anais INTERCON.
- CREMONEZ, F. E. (2014). *Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no brasil*. Santa Maria: p.3821-3820.
- ESPINOZA, G. (2001) *ANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO - BID CENTRO DE ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO - CED*, Chile
- FRAZÃO, E. B. (2010). Panorama de Produção de Aproveitamento de Agregados para construção.
- Guerra, A. J., Silva , A. S., & Botelho, P. (1999). Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro, Brasil.
- GTK consortium (2006), Map explanation volume 3.
- Koppe, J. C., & Costa, J. C. (2012). Operações de Lavra de Pedreiras.
- Lelles, L. C. (2004). Avaliação qualitativa de impactos ambientais oriundos da extração de areia em cursos d'água. Brasil.

- Leopold, L. B. (1971). A procedure for evaluating environmental impact. Estados Unidos da America.
- MACÊDO, A. B. et al. *Seleção do Método de Lavra: Arte e Ciência*. Revista Escola de Minas, Ouro Preto, v.54, n.3, jul./set 2001. Não Paginada.
- Nobre Filho, P. A., Sabadia, J. A., Duarte, C. R., Magini, C., Nogueira Neto, J., & Silva Filho, W. F. (2011). Impactos ambientais da extração de areia no canal ativo do Rio Canindé, Paramoti, Ceará.
- Sanchez, L. E. (2008). Avaliação de impactos ambientais: conceitos e métodos. São Paulo.
- Silva, E. (1999). Técnicas de avaliação de impactos ambientais.
- SINTONI, A. e. (2003). *Importância dos Recursos Minerais*. São Paulo:: Publicações IPT, 2850.
- SINTONI, T. (2003). *Importância dos Recursos Minerais*. Sao Paulo: Publicações IPT, 2850.
- SINTONI, T. (2003). Mineração e Município: bases para planejamento e gestão dos recursos minerais. *Instituto de Pesquisas Tecnológicas*, 66.
- Smith, M. R., & Collis, L. (2001). xtraction. In: *Aggregates-Sand, gravel and crushed rock aggregates for construction purposes*. Geological Society.
- SOUZA, A. (2012). *Avaliação do ciclo de vida da areia em mineradora de pequeno porte, na região de São José do Rio Preto*. Sao Carlos : SP.
- TANNO, L. C. (2003). *Recursos Minerais: Conceitos e Panorama de Produção e Consumo*. São Paulo: Publicações IPT.
- TÉCNICAS., A. B. (2009). *Aggregados para concreto*. Rio de Janeiro: Especificações.
- Valverde, F. M., & Sintoni, A. (1994). Perfil da mineração de matérias-primas para construção civil no Estado de São Paulo. In: *WORKSHOP RECURSOS MINERAIS NÃO-METÁLICOS PARA O ESTADO DE SÃO PAULO*.
- VIEIRA, E. H. (2005). *O licenciamento ambiental de portos de areia da bacia do rio corumbataí como instrumento para a recuperação de áreas de preservação permanente*. Brasil: 186 f.

Apêndices

Checklist dos impactos da extração de areia para construção civil de Nicoadala

1. Abate das espécies vegetais terrestres, da vegetação nativa para instalação do empreendimento.

A. Baixo() B. Moderado() Alto (). Nulo()

2. Depreciação da qualidade da vida do trabalhadores e dos vizinhos situados ao redor do empreendimento, devido aos ruídos causados pelas máquinas nas diferentes operações da implantação do empreendimento.

A. Baixo() B. Moderado() Alto ().

2.1 Trabalho tem familiares a trabalhar na mina?

Trabalhadores-Benefícios.

a) Há quanto tempo? _____

b) Receita? _____ (Diário, semanal ou mensal).

c) Conquista com a Renda? _____.

2.2 Benefícios/ venda de algum tipo de produto?

A, Sim () B. Não ()

Se Sim.

a) O que vende? _____

b) A quanto Tempo? _____

c) Receita? _____

d) Benefícios da venda? _____

3. Diminuição da assoreamento dos cursos de água, em virtude da remoção dos sedimentos para obtenção de areia.

A. Baixo() B. Moderado() Alto ().

4. Aumento da oferta da areia mas com repercussões positivas para sociedade em geral para seu uso para diversos fins com a consequente melhoria da qualidade de vida.

A. Baixo() B. Moderado() Alto ().

5. Aumento da concentração das partículas em suspensão no curso da água devido ao revolvimento e desagregação do material mineral no curso de água durante o processo de extração de areia.

A. Baixo() B. Moderado() Alto ().

6. Contaminação do curso de água causada pelos resíduos provenientes de maquinarias utilizadas nas operações

A. Baixo() B. Moderado() Alto ().

7. Depreciação da qualidade física, química e biológicas da água superficial, pelo lançamento de afluentes advindos de processo de drenagem da areia e por afluentes domésticos.

A. Baixo() B. Moderado() Alto ().

8. Aumento da erosão devido a remoção constante de areia para construção civil.

A. Baixo() B. Moderado() Alto ().

9. Risco de acidentes de trabalho, tendo em vista a grande utilização da mão-de-obra braçal durante toda a vida útil do empreendimento.

A. Baixo() B. Moderado() Alto ().

10. Possibilidade de ocorrência de acidentes automobilísticos, por causa da queda de areia durante o transporte para as fontes de consumo.