

UNIVERSIDADE ABERTA



A Exploração de Carvão Mineral a Céu Aberto no Distrito de Moatize, Província de Tete, Moçambique, no Período de 2005 a 2019 – Implicações e Perceção da Comunidade

LUÍS FRANCISCO BOFANA

1400982

Doutoramento em Sustentabilidade Social e Desenvolvimento

Lisboa, 2022

UNIVERSIDADE ABERTA



A Exploração de Carvão Mineral a Céu Aberto no Distrito de Moatize, Província de Tete, Moçambique, no Período de 2005 a 2019 – Implicações e Perceção da Comunidade

LUÍS FRANCISCO BOFANA

1400982

Doutoramento em Sustentabilidade Social e Desenvolvimento

Tese apresentada à Universidade Aberta de Lisboa, para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor, em Sustentabilidade Social e Desenvolvimento, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Carla Maria Bispo Padrel de Oliveira e do Professor Fernando José Pires Caetano, da Universidade Aberta, Lisboa.

Lisboa, 2022

Resumo

Moçambique é um dos países mais ricos em recursos naturais a nível mundial. A província de Tete, actualmente considerada como a maior província carbonífera não explorada do mundo, possui no distrito de Moatize, um dos maiores jazigos de carvão, com reservas estimadas em mais de 2,5 biliões de toneladas. A exploração de carvão contribui para o crescimento económico (PIB) e para o melhoramento do índice de Desenvolvimento Humano (IDH), mas apesar do carvão ser um recurso energético importante, a sua produção e utilização contribui consideravelmente para a degradação do meio ambiente. Nesta vertente, foram analisadas as implicações e a perceção das comunidades locais dos riscos ambientais em virtude da exploração de carvão mineral a céu aberto. A área total concessionada pela mineração foi de 28.450 ha da qual 23.780 ha pertence à Vale Moçambique com um contrato de 35 anos (2005-2040), 4.560 ha pertence à ICVL (2009-2033) com a duração de 25 anos e por fim, à Minas Moatize Lda. (Beacon Hill) com 110 ha (2010-2037), também com contrato de 25 anos. Todos os contratos são renováveis. Para tal, foi mapeada a área mineira através de imagens satélite (*Landsat-sensor OLI (Landsat 8) e LT5*) e notou-se que até 2011 a área afectada era 1.124,40 ha das quais, 838,70 ha da Vale Moçambique, 12,80 ha Minas Moatize Lda e 272,90 ha ICVL. Até 2019 a área total afectada foi de 3.760,48 ha. A projecção da área afectada de 2019, 2027, 2035, 2043 até 2051 será 11.772,48 ha o que causará maior impacto negativo ao meio ambiente. A água dos poços que uma parte da população está a usar, os seus parâmetros físicos, químicos e biológicos estão acima do recomendado pela MISAU e OMS. Notou-se também existência de alguns parâmetros do solo acima do padrão recomendado para a prática de agricultura e, por fim, a poluição atmosférica também apresentou um aumento da concentração de Material Particulado Fino ($PM_{2.5}\mu g/m^3$), principalmente em zonas de mineração. Portanto, com estes parâmetros, regista-se a poluição do meio e pode-se dizer que o meio ambiente está poluído. Em contrapartida, existem populações que ainda não foram reassentadas e que estão a viver junto às minas de carvão. Os conflitos registam-se devido à inobservância das promessas feitas pelas mineradoras e também ao tipo de vida dos que foram reassentados. A população tem algum conhecimento acerca do risco, mas diz não ter saída para o problema.

Palavras-chave: mineração de carvão, impacto socioambiental, reassentamento, legislação mineira e ambiental.

Abstract

Mozambique is one of the world's richest countries in natural resources. The Tete Province, currently considered to be the largest unexploited coal Province in the world, has in the district of Moatize, one of the largest coal deposits with estimated reserves of over 2.5 billion tons. Coal mining contributes to the National Gross Domestic Product (GDP) and the improvement of the Human Development Index (HDI). Nevertheless, although coal is an important energy resource, its production and use contribute considerably to environmental degradation. Based on the implications and local communities' perception of environmental risks, the open-pit coal mining was analysed. The total area under concession for mining was 28,450 ha of which 23,780 ha belongs to Vale Moçambique with a 35-year contract (2005-2040), 4,560 ha belongs to ICVL (2009-2033) with a duration of 25 years and finally, to Minas Moatize Lda (Beacon Hill) with 110 ha (2010-2037), also with a 25-year contract. All contracts are renewable. For this, the mining area was mapped using satellite images (Landsat-sensor OLI (Landsat 8) and LT5) and it was noted that by 2011 the affected area was 1,124.40 ha of which, 838.70 ha of Vale Moçambique, 12,80 ha Minas Moatize Lda and 272.90 ha ICVL, by 2019 the total affected area was 3,760.48 ha. The projection of the affected area by 2051 is estimated in 11,772.48 ha which is expected to cause more negative impact on the environment. The water from the wells used by a majority of the population, its physical, chemical and biological parameters are above the recommended by the Mozambican Ministry of Health and WHO. It was also noticed the existence of some soil parameters above the standard recommended for the practice of agriculture and finally, the air pollution also showed an increase in the concentration of Fine Particulate Matter ($PM_{2.5}\mu g/m^3$) mainly in mining areas. Therefore, with these parameters, the pollution of the environment is registered, therefore, it can be said that the environment is polluted. On the other hand, some populations have not yet been resettled and are living near the coal mines. There are conflicts due to the failure of the mining companies to keep their promises and also due to the type of life of those who have been resettled. The population has some knowledge about the risk but say they have no way out of the problem.

Keywords: coal mining, socio-environmental impact, resettlement, mining and environmental legislation.

Dedicatória

À minha família, esposa e filhos que com seu amor incondicional, emprestaram energias para que este trabalho fosse uma realidade e também aos meus pais, que Deus os tenha.

Agradecimentos

A elaboração da presente tese recebeu contributos de várias pessoas, a quem desejo dirigir uma palavra de reconhecimento:

À Prof^a. Doutora Carla Padrel de Oliveira, a oportunidade de ter explorado este tema da Tese, bem como a orientação e o rigor científico com que sempre me acompanhou nesta caminhada.

Ao Prof. Doutor Fernando Caetano, a oportunidade de ser Co-orientador deste estudo que incansavelmente esteve pronto para me atender e ajudar.

Ao Engenheiro Zito Moisés Lopes e Dr Adelino Januário Comê pela atenção que me dedicaram na busca de dados das amostras de solo e água na zona em estudo.

Aos meus Pais, Francisco Bofana e Isabel Cantamigo, por tudo e que Deus os tenha.

À minha família, Lurdes João Vasco (esposa), José do Rosário Bofana (Filho), Isabel João Bofana (Filha) e Francisco João Bofana (Filho) pelas inúmeras ajudas.

Índice

PARTE 1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Justificação	2
1.2. Objecto do estudo.....	4
1.3. Problematização	5
1.4. Objectivos de estudo	9
1.5. Delimitações e limitações do estudo	10
1.6. Questões éticas	10
1.7. Estrutura organizacional da tese.....	11
PARTE 2. ENQUADRAMENTO.....	13
2.1. Área de exploração de carvão mineral em Moatize	14
2.1.1. Bacias Carboníferas	14
2.1.2. Jazigos de Carvão de Moatize	14
2.1.3. Clima, relevo e solos de Moatize	15
2.1.4. Carvão de Moatize.....	15
2.1.5. Tipos de carvão mineral	17
2.1.6. O processo da exploração do carvão mineral	18
2.1.7. Forma de exploração do carvão mineral	19
2.1.8. As minas de exploração de carvão mineral em Moatize	19
2.2. Poluição atmosférica e resíduos sólidos produzidos	23
2.2.1. Poluição ambiental a partir do carvão mineral	23
2.2.2. Poluição atmosférica	24
2.2.3. Principais poluentes atmosféricos	25
2.2.4. Classificação dos poluentes atmosféricos	29

2.2.5. Poluição resultante da actividade mineira	30
2.2.6. O tratamento do material da exploração do carvão mineral	33
2.2.7. Escala de qualidade do ar e efeitos	36
2.2.8. Poluição da água	37
2.2.9. Uso e contaminação do solo	40
2.2.10. Outros tipos de poluição	45
2.3. Riscos para a saúde humana e vegetação, fauna e materiais	48
2.3.1. Riscos provocados pela poluição atmosférica	48
2.3.2. Efeitos sobre a saúde humana	48
2.3.3. Danos em materiais	51
2.3.4. Danos sobre a vegetação	52
2.3.5. Danos sobre a economia	53
2.3.6. Atentado ao meio ambiente através da exploração de carvão mineral	56
2.3.7. As implicações do carvão mineral na saúde humana	57
2.3.8. As principais doenças provocadas pelo carvão mineral	58
2.3.9. Conhecimento da população sobre os riscos devido ao carvão mineral	60
2.4. A relação entre as empresas mineradoras e a população circunvizinha	60
2.4.1. A relação entre as comunidades e as empresas mineradoras	60
2.4.2. Contacto prévio com as comunidades locais e reassentamento em lugares seguro	61
2.4.3. Os conflitos emergentes na exploração de carvão mineral	62
2.5. Legislação mineira, ambiental e sustentabilidade	80
2.5.1. Legislação mineira	80
2.5.2. Uso e aproveitamento da terra	81
2.5.3. Legislação ambiental	84
2.5.4. Objectivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)	89

2.5.5. A exploração e sustentabilidade de recursos minerais	90
2.5.6. As medidas de exploração sustentável do carvão mineral	90
PARTE 3. OPÇÕES METODOLÓGICAS.....	105
3.1. Área de estudo.....	106
3.2. Tipos de pesquisa e técnicas	107
3.3. Métodos.....	109
3.4. Técnicas.....	109
3.4.1. Análise documental	110
3.4.2. Processamento de dados geográficos	110
3.4.3. Análise laboratoriais	115
3.4.4. Observação	120
3.4.5. Entrevistas	121
PARTE 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	125
4.1. A exploração de carvão em Moatize	126
4.1.1. Distribuição espacial das áreas afectadas pela mineração nos anos de 2011 até 2019	126
4.2. Análise das amostras de água.....	133
4.2.1. Locais de colheita das amostras de água	133
4.2.2 Análise laboratorial das amostras de água.....	136
4.2.3. Análise microbiológica.....	140
4.3. Análise das amostras de solo.....	142
4.3.1. Recolha das amostras e processamento	142
4.3.2. Resultados laboratoriais.....	142
4.4. Poluição do ar na vila de Moatize 2005-2016.....	146
4.5. Considerações finais sobre a poluição	148
4.6. Entrevistas	149

4.6.1. Participantes do estudo	149
4.6.2. Nível de escolaridade dos participantes.	151
4.6.3. Idade e local dos entrevistados	153
4.6.4. Conhecimento sobre as minas de carvão.....	157
4.6.5. Conhecimento da importância do Carvão Mineral.....	158
4.6.6. Conhecimento das implicações e perceção da população local dos riscos ambientais em virtude da exploração de carvão mineral a céu aberto	158
PARTE 5: CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	175
5.1. Conclusões	176
5.2. Sugestões.....	184
5.2.1. Sugestões para sustentabilidade dos recursos naturais:.....	184
5.2.2. Outras Sugestões	185
Referências.....	187
APÊNDICES	197

Índice de figuras

Figura 1. 1: Minas da Vale Moçambique	4
Figura 1. 2: Distância entre zonas de exploração de carvão mineral.....	7
Figura 1. 3: Zonas de exploração do carvão no distrito de Moatize.	8
Figura 1. 4: Mina da Vale Moçambique e povoado.	9
Figura 1. 5: Tipos de carvão.	18
Figura 2. 1: Greve de paralisação da mina da Vale Moçambique.....	76
Figura 2. 2: Estrutura da lei ambiental de Moçambique.....	85
Figura 3. 1. Mapa da localização do distrito de Moatize.....	107
Figura 3. 2. Técnicas usadas no estudo.....	110
Figura 3. 3. Mapa de localização dos locais de colecta de amostras de solos.	111
Figura 3. 4. Fluxograma dos procedimentos para a classificação de imagens.	111
Figura 3. 5. Composição colorida de imagem de Landsat 7 para o ano de 2005 na região em estudo.	113
Figura 3. 6. Mapa de distribuição das amostras usadas para a classificação das imagens.	114
Figura 3. 7. Triângulo de textura do solo.....	119
Figura 3. 8. Desenho metodológico	124
Figura 4. 1: Áreas exploradas ou afectadas pela mineração até 2011.....	128
Figura 4. 2: Áreas exploradas ou afectadas pela mineração do carvão até 2015.....	130
Figura 4. 3: Áreas exploradas ou afectadas pela mineração até 2019.	131
Figura 4. 4: Instrumento de marcação das coordenadas geográficas.....	134
Figura 4. 5: Fonte de água para uso doméstico.....	135
Figura 4. 6: Mapa de colheita das amostras de água.	135
Figura 4. 7: Mapa da média anual de material particulado (PM2.5) no distrito de Moatize. a) ano de 2000, b) ano de 2005 e c) ano de 2016.....	146
Figura 4. 8: Figura 4. 8. Local e momento da primeira entrevista.....	153
Figura 4. 9: Localização dos bairros onde as entrevistas foram efetuadas.	156
Figura 4. 10: Reassentamento	159
Figura 4. 11: Exemplo de uma das casas do centro de reassentamento.....	160
Figura 4. 12: Alguns dos problemas na zona de reassentamento.	161
Figura 4. 13: Informação sobre riscos ambientais resultantes da exploração do carvão mineral.	162

Figura 4. 14: O impacto do pó de carvão nos materiais.	167
Figura 4. 15: Divulgação da actividade mineira e seu impacto ambiental.	169
Figura 4. 16: A relação das empresas mineiras com as comunidades.	170

Índice de tabelas

Tabela 1. 1. Resumo das empresas mineradoras na região de estudo	6
Tabela 2. 1. Minas de exploração de carvão.....	20
Tabela 2. 2. Outras empresas mineiras em Tete.	23
Tabela 2. 3. Vantagens e desvantagens de carvão mineral.....	24
Tabela 2. 4. Actividades, problemas e efeitos da mineração.....	36
Tabela 2. 5. A qualidade do ar e os efeitos sobre a saúde humana.	37
Tabela 2. 6. Padrão dos elementos contidos na água para aceitação no consumo humano.	40
Tabela 2. 7. pH segundo critério da USDA.	42
Tabela 2. 8. Avaliação de salinidade.	43
Tabela 2. 9. Matéria orgânica em função da textura e pH.	43
Tabela 2. 10. Avaliação agronómica da fertilidade do solo.....	44
Tabela 2. 11. Normas de diagnóstico de P- utilizadas em Espanha (mg P/kg solo) Método Mehlich.	45
Tabela 2. 12. Avaliação de saturação por base de troca.	45
Tabela 2. 13. Episódios agudos provocados pela poluição do ar em anos recentes.	50
Tabela 2. 14. Danos provocados pela poluição do ar a diversos materiais.....	52
Tabela 2. 15. Categorias dos poluentes e os seus efeitos para o meio ambiente.	55
Tabela 2. 16. Análise SWOT das Potencialidades para o surgimento de conflitos relacionados com a exploração de recursos naturais em Moçambique.	65
Tabela 2. 17. Total da população reassentada.	70
Tabela 2. 18. Instituições, funções e responsabilidades.	98
Tabela 2. 19. As Leis específicas sobre recursos minerais.	99
Tabela 2. 20. Dez critérios de intensidade relativamente à severidade do impacto.	102
Tabela 2. 21. Critérios de classificação e tipos de impactos.....	103
Tabela 3. 1. Localização do distrito de Moatize.....	106
Tabela 3. 2. Características das imagens de satélite usadas para o mapeamento da distribuição espacial das áreas de mineração.....	112
Tabela 3. 3. Participantes das entrevistas.	122
Tabela 4. 1: Precisão Global e do Coeficiente de Kappa dos mapas de exploração mineira nos diferentes anos.....	127

Tabela 4. 2: Resumo estatístico da área total exploradas ou afectada pela mineração até 2011.	128
Tabela 4. 3: Resumo estatístico da área total exploradas ou afectada pela mineração até 2015.	129
Tabela 4. 4: Resumo estatístico da área total exploradas ou afectada pela mineração até 2019.	131
Tabela 4. 5: Projecção das áreas afectadas até 2051.....	132
Tabela 4. 6: Agregados familiares segundo acesso a água potável no Distrito.	133
Tabela 4. 7: Coordenadas geográficas dos locais de colecta das amostras de água.	134
Tabela 4. 8: Resultados laboratoriais das amostras e os padrões de água potável (Características Físicas e Organoléticas).	136
Tabela 4. 9: Resultados laboratoriais das amostras e os padrões de água potável (Análises Químicas).....	138
Tabela 4. 10: Resultados laboratoriais das amostras e os padrões de água potável (Análises Microbiológicas).	140
Tabela 4. 11: Resultados de análise de solo.....	143
Tabela 4. 12: Área ocupada por diferentes classes das médias anuais de material particulado (PM2.5) no distrito de Moatize (ano de 2000 e 2016).....	147
Tabela 4. 13: Distribuição dos participantes por sexo.	151
Tabela 4. 14: Níveis de escolaridade.	151
Tabela 4. 15: Idade dos entrevistados.	154
Tabela 4. 16: Local e instituições dos entrevistados.....	154
Tabela 4. 17: Coordenadas da localização das entrevistas nos bairros.....	155
Tabela 4. 18: Reassentamento da população no distrito de Moatize.	160
Tabela 4. 19: Percepção sobre a diferença provocada pela actividade mineira.....	163
Tabela 4. 20: Percepção sobre a problemática de saúde na comunidade.	165

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

µg/m³	Micrograma por metros cúbico
AA	Auditoria Ambiental
ADECRU	Associação Académica para o Desenvolvimento das Comunidades Rurais, Maputo.
AF	Areia Fina
AG	Areia Grossa
AIA	Avaliação do Impacto Ambiental
AID	Área de Influência Direita
ARA	Administração Regional de Águas
CE	Condutividade Elétrica
CFM	Caminhos de Ferro de Moçambique
CIL	Coal India Limited
CIP	Centro de Integridade Pública
CMVM	Conselho Municipal da Vila de Moatize
DAM	Drenagem Ácida da Mina
DGD	Direção do Governo Distrital
DPRNE	Direção Provincial dos Recursos Naturais e Energia
DPRNE	Direção Provincial dos Recursos Naturais e Energia
DPT	Direção Provincial do Trabalho
DPTADR	Direção Provincial da Terra e Ambiente
Dr	Densidade real
Ds	Densidade do solo
DUAT	Direito de Uso e Aproveitamento da Terra
EMEM	Empresa Moçambicana de Exploração Mineira
ENRC	Eurasian Natural Resources Corporation
ESA	European Space Agency
FAGRENM UCM	Faculdade de Recursos Naturais e Mineralogia da Universidade Católica de Moçambique

FIPAG	Fundo de Investimento e Património do Abastecimento de Água
H₂O	Água
Hr	Humidade residual
HRM	Hospital Rural de Moatize
ICVL	Indian Internacional Coal Ventures Limited
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IMGM	Instituto Médio de Geologia e Minas
JSPL	Jindal Steel and Power Limited
KCl	Cloreto de Potássio
MIC	Ministério da Indústria e Comércio
MICOA	Ministério para a Coordenação da Acção Ambiental
MIREM	Ministério dos Recursos Minerais
MISAU	Ministério da Saúde
MO	Mol
NH₄AcO	Acetano de Amónio
NO₂	Dióxido de Nitrogénio
NO_x	Óxidos de Nitrogénio
O₂	Oxigénio
O₃	Ozónio
ODS	Objetivos de Desenvolvimento do Milénio
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PAN	Peroxiacetil Nitrato
PAN	Posto Agronómico de Nampula
PARPA	O Plano de Accção para a Redução da Pobreza Absoluta
Ph	Potencial Hidrogeniónico
PIB	Produto Interno Bruto
PM	Material Particulado
PM₁₀	Particulado Inalável
PM_{2,5}	Partículas Inaláveis Finas

PMS	Material Particulado em Suspensão
PRM	Polícia da República de Moçambique
PTC	Pneumoconiose de Trabalhadores de Carvão
RINL	Rashtriya Ispat Nigam Limited
RM	Rádio Moçambique
SAIL	Steel Authority of India Limited
Si	Silte ou Limo
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SO₂	Dióxido de enxofre
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats
TVM	Televisão de Moçambique
USGS	United States Geological Survey
WHO	World Health Organization

PARTE 1. INTRODUÇÃO

1.1. Justificação

Na sua intervenção, e na abertura do Seminário Regional Centro, que decorreu na cidade de Tete, o Governador da Província de Tete, Paulo Auade, afirmou que "as Instituições públicas e académicas devem produzir informação de qualidade sobre a indústria extrativa em Moçambique e principalmente na província de Tete" (ITIE¹, 2018, 3ª Edição). Nesta perspetiva, este trabalho, com o título "A exploração de carvão mineral a céu aberto no distrito de Moatize entre 2005 a 2019 em Tete, Moçambique – Implicações e percepção da comunidade", enquadra-se no âmbito do curso de Doutoramento em Sustentabilidade Social e Desenvolvimento, tendo como área de estudo o impacto ambiental na exploração do carvão mineral a céu aberto junto às residências das populações e, neste âmbito, procura também perceber se a população conhece os riscos ambientais iminentes e resultantes da actividade mineira, ou seja, do processo de exploração do carvão mineral a céu aberto, para assim aferir a relação existente entre as mineradoras e a população circunvizinha das empresas em estudo.

Mimbire (2016) e Macuacua (2017) afirmam que a descoberta e o início da exploração de recursos minerais em Moçambique, em particular o carvão mineral e gás natural, têm colocado grandes desafios ao país. A grande questão que se coloca é como transformar estes recursos em riqueza, não somente para o grande capital que investe avultadas somas de dinheiro para a sua exploração, mas também como uma alavanca de transformação económica onde os moçambicanos, no geral, e as comunidades locais, em particular, tirem benefícios destes recursos. Transformar a esperada riqueza resultante dos recursos minerais em crescimento económico é um desafio para Moçambique devido às fraquezas institucionais, pelo que o país se pode tornar vítima dos próprios recursos minerais (Speed, 2013 *apud* Macuacua, 2017).

Moçambique é rico em recursos minerais e energéticos (Macuacua, 2017). As reservas de carvão mineral são estimadas em 6 mil milhões de toneladas, sendo que a província de Tete

¹ A ITIE - Iniciativa de Transparência na Indústria Extractiva, é um mecanismo de promoção de transparência e gestão responsável das receitas provenientes do setor extrativo, com vista a permitir o uso adequado e monitorável dos mesmos, contribuindo para a estabilidade económica e política dos países produtores de tais recursos. Promove transparência na gestão das receitas provenientes da indústria extractiva, através das seguintes acções: (I) Verificação, conciliação e publicação dos pagamentos efectuados pelas empresas e das receitas recebidas pelo Estado nos sectores de mineração, petróleo e gás e (II) Criação de um espaço de diálogo e de confiança no qual o governo, as empresas e a sociedade civil debatem sobre a informação disponível nos relatórios anuais da ITIE a respeito das receitas provenientes da indústria extractiva e a governação do setor extrativo

possui o maior volume deste mineral. O mesmo autor afirma ainda que se registam, a partir da década de 2000, grandes investimentos por parte das multinacionais Vale, Rio Tinto e outros que investem no total mais de USD 3 biliões de Dólares Americanos na prospeção e exploração deste recurso. Estes investimentos adicionais, públicos e privados, foram e estão sendo feitos em áreas de desenvolvimento de infra-estruturas logísticas, com destaque para a reabilitação da linha de Sena, que liga Moatize ao porto da Beira; a construção da linha Moatize-Nacala; a construção do terminal de carvão de Nacala e a expansão da capacidade de manuseamento de carga no porto da Beira, abrindo caminho para o aumento da produção e das exportações de carvão, principalmente para o mercado asiático, com a China e Índia a liderarem a procura deste minério (Macuacua, 2017).

Para a geração de energia, muito se fala sobre a disponibilidade de recursos energéticos como fontes alternativas de geração e tecnologias inovadoras em termos de rendimento e redução de impacto ambiental. Sousa (2021) afirma ainda que o carvão é considerado um elemento de grande relevância na matriz energética mundial, pois para além da actuação na geração de energia eléctrica para as habitações, também é aplicado na produção de aço pela indústria siderúrgica.

O processo de exploração do carvão mineral a céu aberto no distrito de Moatize na província de Tete constitui um ganho para a economia do país, aumenta o PIB, cria emprego e procura promover o desenvolvimento e o bem-estar dos moçambicanos, da região da África e do mundo em geral. São milhões de toneladas extraídas e vendidas no mercado internacional e em contrapartida, esta actividade, como outra qualquer, traz ou tem consigo aspectos nefastos, como por exemplo a Poluição Ambiental (Chomsky, 2002). Esta surge na inobservância das leis, normas e questões éticas no processo de exploração deste precioso recurso.



Figura 1. 1: Minas da Vale Moçambique

Fonte: Aatoria/2019

1.2. Objecto do estudo

Borsato et al. afirmam que:

O carvão mineral, que possui cor preta, é uma rocha sedimentar de origem fóssil (formado a partir da sedimentação de resíduos orgânicos, em condições específicas). Ele é encontrado em jazigos localizados no subsolo terrestre e extraído por mineração. O carvão mineral começou a ser utilizado em grande escala, como fonte de energia, na época da Revolução Industrial (século XVIII). O carvão, ao ser queimado, liberta grandes quantidades de energia, por isso é ainda muito usado em centrais termoelétricas e indústrias de siderurgia. Por sua vez, o carvão é composto por carbono, oxigénio, hidrogénio, enxofre e cinzas

(Borsato et al., 2004: 47).

O estudo efetuado pelo José & Sampaio (2012: 17-18) com o tema Estado da Arte da Mineração em Moçambique: Caso Carvão de Moatize – Tete, faz referência a aspectos ambientais provocados pela exploração, armazenamento e transporte até aos mercados internacionais. Neste processo há muito material que escapa e contamina a água, o solo e o ar, o que contribui para o aumento do risco da saúde pública. As doenças associadas pelo processo de exploração de carvão mineral podem ser: asma, hiper-reactividade brônquica, silicose, asbestose, a pneumoconiose, antracose entre outras (CEFETRG, 2010).

Um dos maiores perigos para a saúde do Homem são as doenças provocadas pelos trabalhos resultantes das actividades económicas. As maiores mudanças climáticas são provocadas pelos interesses do Homem que muitas vezes não leva em conta a sustentabilidade ambiental na exploração de recursos naturais. A ignorância na exploração sustentável de recursos

coloca em causa a continuidade desses recursos para o futuro a curto e médio prazos e contribui para a poluição ambiental. Atenta-se, por isso, na forma como o carvão mineral tem sido explorado na Bacia Carbonífera de Moatize pelas empresas mineradoras que estão a utilizar minas a céu aberto. O transporte com veículos para porto seco, o transporte através de comboios até aos portos da Beira e Nacala, a libertação de partículas e fluidos que poluem as águas, os solos e o ar são, portanto, a grande preocupação que levaram à realização deste trabalho.

Nesta vertente, pretende-se que este estudo possa contribuir para ajudar a população a perceber os riscos a que estão expostos. Assim, pretende-se propor um conjunto de medidas tendo em vista a prevenção e mitigação dos riscos para a saúde humana.

1.3. Problematização

Face à existência de vários minerais, nomeadamente o carvão mineral, Moçambique tornou-se um país de referência a nível mundial, razão pela qual muitas empresas multinacionais concorrem para conseguir uma licença de exploração. Uma empresa como a Vale Moçambique possui uma licença de exploração para 50 anos. Assim, a província de Tete, principalmente no distrito de Moatize, tem sido uma zona de disputa em virtude do jazigo de carvão mineral aí existente. A província possui um potencial enorme de recursos minerais, entre eles o carvão, o minério de ferro, as pedras preciosas, entre outros que se encontram na fase de prospeção, sendo que o carvão mineral tem uma extração massiva desde 2011.

O relatório da ITIE (2015)² revela como a produção de carvão aumentou a sua produção em 2013, produzindo 6 milhões de toneladas. Até ao ano de 2015, em Tete, existiam mais de 20 empresas pequenas, médias e grandes, num raio não superior a 50 quilómetros, a explorar o carvão mineral, utilizando minas a céu aberto, o que significa que a conjugação dos efeitos acaba por aumentar podendo criar maiores danos no ambiente com alguma importância (Macuacua, 2017). A indústria mineira é uma das mais importantes actividades económicas em Moçambique, é um sector promissor para o crescimento sócio-económico do país devido à entrada de investimento estrangeiro direto e captação de receitas para o Estado. As

²Iniciativa de Transparência das Indústrias Extrativas (ITIE) foi anunciada pelo Ex-Primeiro-Ministro Do Reino Unido Tony Blair em setembro de 2002 na Cimeira Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável em Joanesburgo. No ano seguinte, em junho, a iniciativa foi lançada numa Conferência de Inauguração em Londres. A ITIE fixa um padrão global para uma maior transparência e responsabilidade nos países ricos em recursos. É uma iniciativa voluntária de muitos parceiros, aberta a governos, organizações internacionais, companhias, sociedade civil, investidores e organizações industriais e comerciais (Matsinhe, 2007).

actividades mineiras têm sido levadas a cabo em diversas partes de Moçambique, porém a extração do carvão está concentrada na Província de Tete. O recente boom na indústria mineira, particularmente na bacia de Moatize - Minjova atraiu empresas mineiras multinacionais como Vale, Rio Tinto (hoje ICVL), Jindal, Ncondezi Coal, Minas de Revubué, Minas Moatize e outras (Brito et al., 2017). A tabela 1.1 mostra, em resumo, as empresas mineiras em zona de estudo, o código ou senha mineira, anos de concessão e a capacidade de produção. Com estes dados é possível analisar a pressão que a zona de estudo está sofrendo.

Características	Empresa			
	Vale Moçambique	Minas Moatize, Lda	ICVL	Carbomoc E.E (Extinta)
Código	865	1163	4695	-
Ano (Início e término)	2005-2029	2013-2037	2013-2037	1978-2003
Duração (anos)	25	25	25	25
Área concessionada (ha)	4,560	-	-	-
Capacidade inicial (ton)	11 milhões		5,3 milhões	5 mil
Capacidade actual (ton)	26 milhões			8 milhões

Tabela 1. 1: Resumo das empresas mineradoras na região de estudo

Fonte: Adaptado de Vasconcelos (2005); MICOA (2006); José & Sampaio (2012) e CIP (2015).

A figura 1.1. apresenta cenários da exploração de carvão mineral a céu aberto com as residências da população, incluindo os seus animais a menos de 500 metros. Esta situação constitui um risco para a saúde pública.

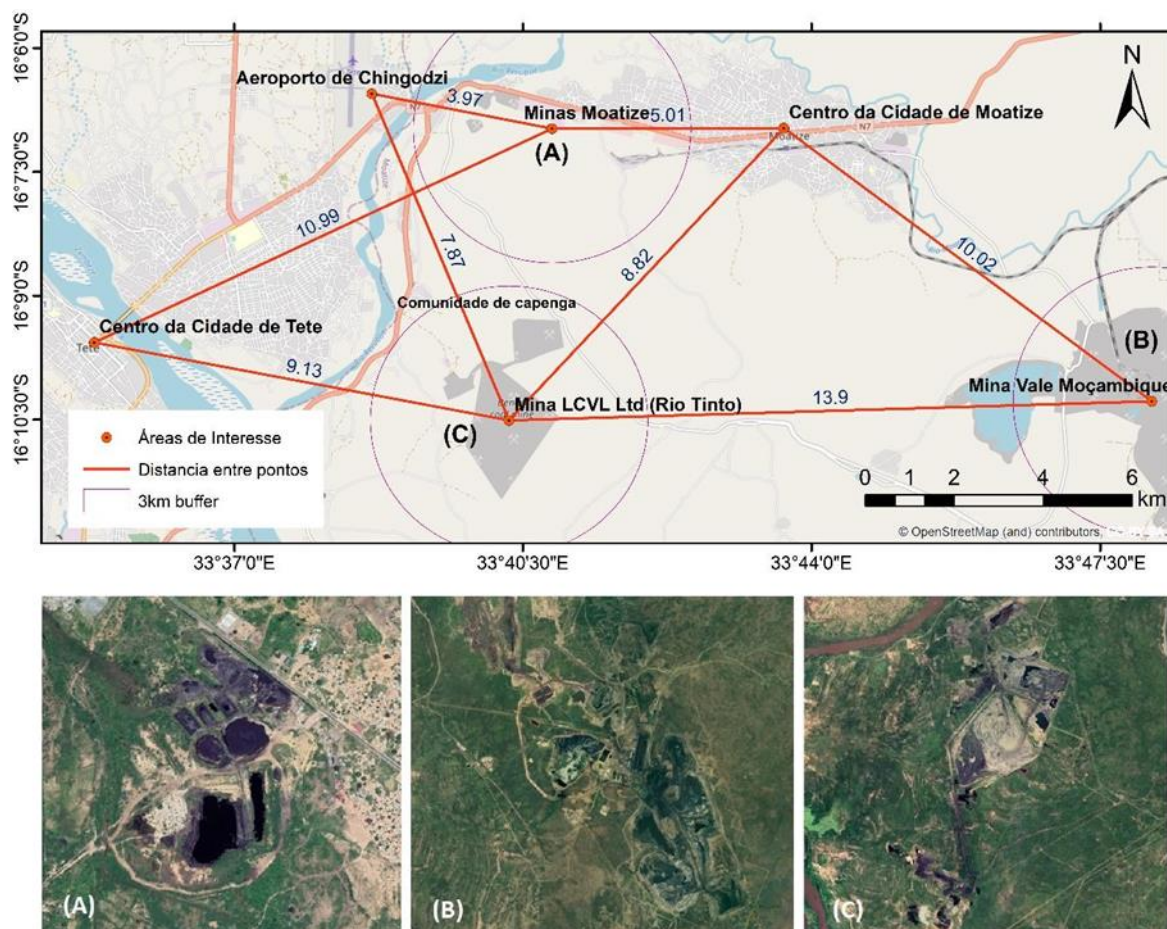


Figura 1. 2: Distância entre zonas de exploração de carvão mineral.

Fonte: Google Earth/2020

Como se pode ver na figura 1.1., a distância entre zonas de exploração de carvão mineral (em quilómetros), concretamente a localização das minas, porto seco e as residências da vila do distrito de Moatize, não são superiores, pelo menos, a 5 km. A distância entre a Vale Moçambique e a ICVL é de 13,9 km, da ICVL ao Centro da Vila de Moatize e da Cidade de Tete é de 8,82 e 9,13 km respectivamente e das Minas Moatize Lda ao Aeroporto de Chingodzi a distância é aproximadamente 4,90 km. As três minas exercem pressão sobre este espaço criando um impacto sobre o meio ambiente junto às povoações. A figura 1.2. revela as zonas concedidas para a exploração do carvão no distrito de Moatize.

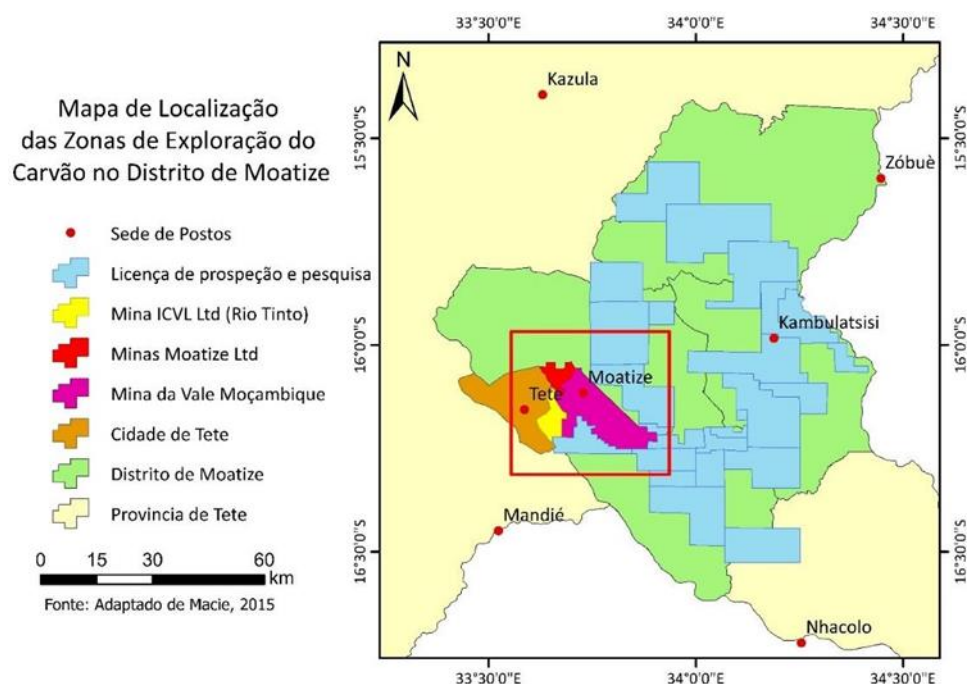


Figura 1. 3: Zonas de exploração do carvão no distrito de Moatize.

Fonte: Aatoria/2020

Perante este cenário coloca-se uma questão. *Considerando a percepção das populações que vivem junto às empresas exploradoras de carvão mineral a céu aberto em Moatize, quais serão as implicações da poluição do meio ambiente para a saúde humana?*

Com o objetivo de trazer mais respostas em torno dos temas relacionados com impacto e sustentabilidade ambientais na exploração do carvão mineral, por consequência da actividade mineira a céu aberto em Moatize, colocam-se algumas perguntas de partida:

- 1) Quantas são e onde estão localizadas as empresas mineradoras de carvão em Moatize?
- 2) Quais as dimensões da área mineira na Bacia Carbonífera de Moatize?
- 3) Que tipos de resíduos e metais associados, depositados na água, no ar e no solo, são nocivos à saúde humana?
- 4) Quais as medidas previstas pelo Governo de modo a mitigar a poluição do meio ambiente e a promover a exploração de carvão mineral de uma forma sustentável?
- 5) Qual é a percepção dos residentes daquelas zonas de extração de carvão mineral sobre o risco da poluição ambiental?

- 6) Que tipo de relação existe entre as mineradoras e a população circunvizinha?
- 7) Será que a população está informada sobre os riscos de contaminação?
- 8) Depois de terminarem os contratos das mineradoras, como serão deixadas as zonas que estão sendo exploradas, no que concerne a questões ambientais?
- 9) As concessões e a exploração do carvão mineral são sustentáveis contando com as gerações vindouras?



Figura 1. 4: Mina da Vale Moçambique e povoado.

Fonte: Stefano Sbrulli, para Source International, fotografia de 2018.

1.4. Objectivos de estudo

Tem-se como objectivo geral neste trabalho analisar as implicações e a percepção da comunidade local em relação aos riscos ambientais que emergem por consequência da exploração de carvão mineral a céu aberto, no distrito de Moatize entre 2005 e 2019. Para alcançar este objectivo, foram estabelecidos passos intermédios e específicos de modo a operacionalizar as acções na busca de dados para responder ao problema das implicações ambientais que se repercutem na saúde humana, resultantes do processo da exploração de carvão mineral através de minas a céu aberto. Assim serão elencados os passos da investigação:

1. Identificar e mapear a área de exploração mineral em Moatize entre os anos 2005 e 2019;

2. Caracterizar tipos de resíduos sólidos produzidos;
3. Identificar os principais riscos para a saúde humana provocados pela exploração mineral a céu aberto;
4. Descrever as relações comunitárias entre as empresas mineradoras e a população circunvizinha;
5. Aferir a perceção das populações sobre o risco que a situação mencionada representa para a saúde humana, sobretudo pelo facto de viverem nas proximidades da exploração de carvão mineral a céu aberto;
6. Propor formas de mitigação/sustentabilidade na exploração de carvão mineral com a intenção de perseverar a biodiversidade.

1.5. Delimitações e limitações do estudo

De entre as várias limitações práticas na obtenção de dados e de outro tipo de material relativo a este estudo, algumas podem ser relevantes:

- a) falta de abertura da parte das empresas mineradoras que operam junto da vila do distrito de Moatize, em Tete, em fornecer e/ou publicar dados e informações resultantes do impacto ambiental na exploração de carvão mineral a céu aberto;
- b) restrição no acesso/entrada naquelas empresas a pessoas alheias, inclusive para a obtenção de qualquer tipo de informação, principalmente referente ao impacto ambiental resultante da exploração de carvão mineral.

1.6. Questões éticas

No que se diz respeito a questões éticas na exploração de qualquer recurso, pode-se dizer que muitos instrumentos reguladores recomendam que antes, durante e depois da exploração de qualquer recurso é imprescindível a observância da ética ambiental.

De acordo com Pereira (2015) *apud* Arlindo Philipp JR (2016), ética ambiental é o conjunto de princípios de carácter imperativos, mediante os quais devem ser regidas todas as interações existentes entre o Homem e a multiplicidade de biomas existentes. Pereira afirma ainda que o movimento ecológico tem reforçado a necessidade de uma ética que tome princípios universais de regulamentação da inter-relação do Homem com o meio, pois o ser humano é o único capaz de afirmar essa diretriz, criando modos de uma relação equilibrada com a natureza. Para Azevedo (2010) *apud* Arlindo Phillippi JR (2016) a ética ambiental

analisa os nossos deveres morais diante das seguintes questões: Quais os deveres e obrigações que temos quanto ao meio ambiente? E porquê? Parece que temos o dever de cuidar do ambiente por respeito (I) aos que, como nós, vivem hoje, (II) aos que viverão no futuro (III) e também por respeito ao próprio ambiente, a casa-mãe. Para aquele autor, guiados pela referência ecológica da vida e pela ética ambiental, somos forçados a amadurecer e a aceitar como ultrapassar o paradigma de uma autonomia irrestrita. Assim, nenhum crescimento poderá ser ilimitado, eterno, por mais ciência e tecnologia que se agregue.

A sustentabilidade no âmbito jurídico está ligada à função social do advogado e à sua visão e vivência da ética ambiental. Os advogados não podem estar mais focados no cumprimento da lei, e a legitimar as suas interpretações, do que em avaliar o impacto de suas orientações e o posicionamento do meio ambiente (Pereira, 2015 *apud* Arlindo Philipp JR, 2016). Assim, pode-se dizer que a busca da sustentabilidade depende de uma nova consciência ético-ambiental do advogado no exercício de sua função social e da influência que possui no mercado, na sociedade e no meio ambiente, utilizando a sua expertise para o suporte ético-ambiental no crescimento sócio-económico do país. Mas não só os advogados, mas todo o ser humano que deve ser responsável por cuidar do meio ambiente para si e para as gerações vindouras.

Como se pode observar, sem o respeito destes princípios, o processo de investigação pode dificultar, prejudicar, perturbar, tornar-se enganoso, ou afetar, de qualquer outro modo, negativamente, a vida dos que participam. Nesta vertente, ao longo do processo deste estudo sempre se primou pela honestidade, estabelecendo acordos, explicando as responsabilidades como investigadores e solicitou-se a livre e espontânea colaboração dos participantes no processo, antes de se iniciar a investigação. Foi garantida a confidencialidade ou anonimato da informação obtida e também foi solicitada autorização à instituição onde os participantes do estudo pertenciam. Para além destes princípios, respeitaram-se as regras fundamentais de toda a investigação científica, desde a fidelidade aos dados recolhidos aos resultados obtidos.

1.7. Estrutura organizacional da tese

O principal foco deste trabalho é a análise das implicações e perceção da comunidade local sobre os riscos ambientais associados à exploração do carvão mineral no distrito de Moatize, entre os anos de 2005 a 2015, onde se realizaram a entrevista estruturada e as análises de

amostras ao ar e à água. Ademais, os impactos da exploração mineira no distrito também foram neste trabalho discutidos. Especificamente, este trabalho de pesquisa tem cinco partes listadas abaixo:

- 1) Parte 1: Introdução: Nesta parte, estão presentes a justificativa e a justificação da escolha do tema, refletindo sobre o problema geral, as questões levantadas, a delimitação e as limitações do estudo bem como as questões éticas observadas aquando da realização do estudo.
- 2) Parte 2: Enquadramento: Momento em que são apresentados diferentes conceitos sobre o objeto de estudo.
- 3) Parte 3: Opções metodológicas: Descreve-se o local da realização da pesquisa, a maneira como o estudo foi realizado, as estratégias utilizadas na busca de dados, os métodos e as técnicas adequadas que culminaram na informação para as conclusões referentes ao impacto ambiental na exploração de carvão mineral através das minas a céu aberto e também referentes à perceção da população sobre o risco iminente e sua mitigação.
- 4) Parte 4: Resultados, análise e discussão: Esta parte apresenta os resultados obtidos do estudo bem como a sua análise. Soma-se ainda a neste capítulo a confrontação dos resultados obtidos, com estudos realizados por outros autores, bem como recomendações de organizações veladoras do meio ambiente e da saúde.
- 5) Parte 5: Conclusões: Esta parte expõe as principais conclusões retiradas com base nos resultados obtidos pelo estudo, bem como sugestões e propostas para a redução dos impactos da extração mineral no distrito de Moatize.

PARTE 2. ENQUADRAMENTO

2.1. Área de exploração de carvão mineral em Moatize

2.1.1. Bacias Carboníferas

Moçambique é um dos países mais rico em recursos naturais a nível mundial. Principalmente na província de Tete, distrito de Moatize, que possui um dos maiores jazigos de carvão, actualmente considerada como a maior província carbonífera não explorada do mundo, com reservas estimadas em mais de 2,5 biliões de toneladas, devendo ser exploradas por período de 35 a 40 anos (José & Sampaio, 2012).

Segundo Afonso & Marques (1998), constituem Bacias Carboníferas: Chicôa-Mecúcuè, Sanânguè-Mefideze e Moatize-Minjova. Estas bacias carboníferas, que se estendem ao longo do rio Zambeze, desde Zumbo até ao rio Minjova, ocupam uma área de cerca de 2.400 km². Importa referir que as primeiras referências aos carvões destas bacias foram feitas por Guyot, 1882; Thomson, 1882; Lapierre, 1883; Zeiller, 1883; Kuss, 1884 e Potonié, 1898. Os seus trabalhos contêm descrições gerais sobre a geologia do que hoje se designa por Bacia Carbonífera de Moatize.

Nos primórdios de século XX surgiram outros trabalhos pontuais e regionais, que tratam, essencialmente, da estratigrafia e do aspecto geral das ocorrências de carvões (Pontonié, 1898; Gothan, 1912; Anthoine et al., 1922a, 1922b; Gerard, 1924; e Dexay, 1929). Mais tarde, outros autores deram maior ênfase à estratigrafia das bacias e à descrição geral dos carvões.

Finalmente, no período compreendido entre 1960 e 1984, descrições da geologia das bacias carboníferas supracitadas, cartas geológicas englobando áreas carboníferas, cartas de depósitos carboníferos e estudos petrolíferos de carvão encontram-se em vários trabalhos: Hoeg et al, 1960; Feys, 1965); Real, 1966; Lemos de Sousa et al., 1971); Carvalho, 1977; Lemos de Sousa, 1977a, 1977b; CPRM, 1983 e LIMEX, 1984).

Estudos efetuados acima permitiram a descoberta, nas bacias carboníferas do rio Zambeze, de importantes jazigos de carvão em Moatize, Mucanha-Vúzi, Minjova, Muaradzi-Mecondézi, Chirodze e ocorrências de carvão de Sanânguè (Afonso & Marques, 1998).

2.1.2. Jazigos de Carvão de Moatize

Entende-se por *jazigo* ou *depósitos* a concentração de uma ou mais substâncias úteis, que correspondem quer a jazigos em exploração, cujas reservas permitem admitir a sua

exploração depois de resolvidos os problemas de acesso e escoamento dos minérios, quer a jazidos cujas reservas e qualidade do minério levam a considerar a possibilidade de exploração, após trabalhos de pesquisa complementar (Afonso & Marques, 1998). O jazigo localiza-se junto à vila do distrito de Moatize, a cerca de 20 km da cidade de Tete. Possui bons acessos pela estrada alcatroada Tete-Moatize e por caminhos-de-ferro, ligando a vila carbonífera ao porto da cidade da Beira e Nacala.

Afonso & Marques (1998: 113) afirmam que o jazigo de Moatize foi objeto de exploração mineira desde o princípio do século, passando a exploração de carvão em pequena escala e a céu aberto. Os trabalhos subterrâneos principiaram em 1940, com uma produção anual de cerca de 10.000 t. Em meados de 1950, a produção anual atingiu 250.000 t e em 1975 atingiu o pico máximo com 575.000 t. A partir de 1977, a Carbomoc E.E, tomou conta deste jazigo e caracterizou com mais pormenor os seis complexos carboníferos da bacia de Moatize.

2.1.3. Clima, relevo e solos de Moatize

Ocorrem no distrito dois tipos de clima, nomeadamente, o tipo “Seco de Estepe com Inverno Seco – BSw” na parte Sul do Distrito e, ainda, o tipo “Tropical Chuvoso de Savana – AW” no Norte do Distrito. Os dois tipos de clima representam duas estações distintas, a estação chuvosa e a seca. A precipitação média anual na estação mais próxima (cidade de Tete) é cerca de 644 mm, enquanto a evapotranspiração potencial média anual está na ordem de 1.626 mm. A maior queda pluviométrica ocorre sobretudo no período compreendido entre dezembro e fevereiro, variando significativamente na quantidade e distribuição, quer durante o ano, quer de ano para ano, e a temperatura média está na ordem dos 26,5°C. As médias anuais máxima e mínima são de 32,5 e 20,5°C (MAE-Perfil do Distrito de Moatize, 2005).

Como o carvão mineral fica exposto ao ar relento no porto seco e na mina, e sem nenhuma cobertura, as partículas acabam sendo levadas com o vento acumulando-se noutros locais, sendo levadas pelas águas das chuvas até aos rios Moatize, Revubué e Zambeze, respetivamente.

2.1.4. Carvão de Moatize

Segundo o MAE (2005) referente ao Perfil do Distrito de Moatize, Moçambique possui vários jazigos de carvão, sendo o mais conhecido o de Moatize (Bacia Carbonífera de Moatize), na província de Tete. Este é considerado um dos maiores jazigos de carvão do mundo, com reservas estimadas em pouco mais de 2,5 biliões de toneladas. Com o Projeto

da Vale Moçambique, prevê-se a exploração da mina de carvão a céu aberto por 50 anos, com produção média anual estimada em 11 milhões de toneladas anuais de produtos de carvão (carvão metalúrgico e térmico) a serem escoados para mercados como Brasil, Ásia, Médio Oriente e Europa (Jornal Notícias, edição da Sexta-Feira, 14 de novembro de 2008. Maputo, Moçambique).

Como demonstra a figura n.º 1.2. é possível identificar a localização das diferentes zonas de exploração do carvão mineral em Moatize pelas diferentes empresas. e, portanto, a escolha da área de estudo deve-se, por um lado, ao facto de ser uma região que apresenta um aumento de empresas de mineração aliada aos impactos ambientais e conflitos sociais existentes a partir da implantação das mineradoras. Pelo outro lado, pretende-se trazer a situação sócio-ambiental atual de Moatize decorrente à produção de carvão. Assim, há interesse em desenvolver um trabalho investigativo para aferir, junto da população, o impacto ambiental que esta actividade mineira traz para os habitantes de Tete. Em 1977, a Carbomoc E.E. tomou conta do jazigo e caracterizou com mais pormenor os seis complexos carboníferos da Bacia de Moatize".

Existem, de acordo com MAE (2005) referente ao Perfil do Distrito de Moatize, grandes jazigos de carvão mineral no distrito de Moatize que já estão a ser explorados. Foram até atribuídas licenças de exploração de carvão com a duração de 35 a 40 anos às empresas em questão. Pode-se assim esperar que o impacto ambiental seja muito grande se as autoridades governamentais não considerarem seriamente a poluição que já começou a sentir-se junto das comunidades.

Segundo Castel-Branco *apud* Macuácuá, designa-se por *indústria extractiva*:

Todas as actividades de extração de recursos naturais, sem ou com pouco processamento. Os elementos-chave deste conceito assentam na extração de recursos naturais. Isto significa que ao extrairmos e usarmos tudo o que provém da natureza estamos perante uma actividade extractiva, sendo industrial quando ela se torna complexa. Para esta tese, apenas descreveu com muita ênfase, o carvão mineral, sua importância para a economia e as suas implicações.

(Castel-Branco, 2010: 10) *apud* Macuácuá (2017: 17).

Daí que segundo Borsato (2004), o carvão mineral, que possui cor preta, é uma rocha sedimentar de origem fóssil (formado a partir da sedimentação de resíduos orgânicos, em condições específicas). Ele é encontrado em jazigos localizados no subsolo terrestre e extraído pelo sistema de mineração. O carvão, ao ser queimado, libera altas quantidades de energia, por isso é ainda muito usado em centrais termoelétricas e indústrias de siderurgia.

Composto de carbono, oxigénio, hidrogénio, enxofre e cinzas, o carvão mineral começou a ser utilizado em grande escala, como fonte de energia, na época da Revolução Industrial (século XVIII). Nesta época era usado para gerar energia para as máquinas e locomotivas. Até hoje é usado como fonte de energia nas fábricas, siderurgias entre outros. Em outra vertente, refere-se à sustentabilidade do carvão mineral, que de forma holística, o seu conceito pode significar o seguinte:

- a) Exploração dos recursos minerais (petróleo, carvão e minérios) de forma controlada, racionalizada e com planeamento.
- b) Suprir as necessidades do presente sem afetar a habilidade das gerações futuras de suprirem as próprias necessidades. Note-se que a proposta não é só a de salvar a terra cuidando da ecologia, mas suprir todas as necessidades de gerações sem esgotar o planeta ou o recurso identificado (Cabrera, 2009).
- c) A exploração de qualquer recurso natural para ser sustentável, precisa de ser economicamente viável, socialmente justa, culturalmente aceite e ecologicamente correta, pois que o futuro, a gente faz agora.

2.1.5. Tipos de carvão mineral

Para Borsato et al., (2004) e Sousa (2021), o carvão pode ser classificado de acordo com sua concentração de carbono. Quanto maior for o conteúdo em carbono maior seu nível de pureza e potencial energético. Os tipos de carvão são (vede a imagem da figura 1.5):

- 1) Turfa (cerca de 50% de carbono);
- 2) Linhito (cerca de 70% de carbono);
- 3) Hulha (cerca de 85% de carbono);
- 4) Antracito (cerca de 90% de carbono).



Figura 1. 5: Tipos de carvão.

Fonte: Borsato et all. (2004) e Sousa (2021)

2.1.6. O processo da exploração do carvão mineral

O carvão mineral foi formado por troncos, raízes, galhos e folhas de árvores gigantes que cresceram há 250 milhões de anos em pântanos rasos. Essas partes vegetais, após morrerem, depositaram-se no fundo lodoso criando camadas. O tempo e a pressão da terra que se foi acumulando sobre os materiais transformaram-no em uma massa negra homogénea – os jazigos de carvão. O carvão mineral, em qualquer de suas fases, compõe-se de uma parte orgânica, formada de macromoléculas de carbono e hidrogénio e pequenas proporções de oxigénio, enxofre e nitrogénio. Essa é a parte útil, por ser fortemente combustível. A outra parte mineral contém os silicatos que constituem a cinza. As proporções desses elementos variam de acordo com o grau de evolução do processo de incarbonização, ou seja, quanto mais avançado mais alto o teor de carbono na parte orgânica e menor o teor de oxigénio (Borsato et al., 2004).

Em virtude dessa estrutura complexa e variável, o carvão mineral apresenta diversos tipos. Seu emprego para fins industriais obedece a uma classificação que toma como base a produção de matéria volátil e a natureza do resíduo. Assim, há carvões que se destinam à produção de gás, de vapor ou de coque, que é um carvão amorfo, resultante da calcinação do carvão mineral, e de largo emprego na siderurgia.

2.1.7. Forma de exploração do carvão mineral

Segundo José & Sampaio (2012), na extração do carvão geralmente podem ser usados diferentes modos ou métodos (subterrâneo ou a céu aberto), dependendo basicamente da profundidade e do tipo de solo sob o qual o minério se encontra. Se a camada que recobre o carvão é estreita ou o solo não é apropriado à perfuração de túneis (por exemplo, areia ou cascalho), a opção é a mineração a céu aberto e se, pelo contrário, o mineral está em camadas profundas ou se apresenta sob veios de rocha, há necessidade da construção de túneis. As minas a céu aberto são as existentes na exploração do carvão em Moatize.

O transporte de carvão mineral é a actividade mais custosa do processo produtivo do carvão mineral. Por tal motivo, normalmente, o carvão que é transportado é apenas aquele que possui baixo teor de impurezas e maior valor económico agregado. Quando o uso pretendido do carvão mineral é a geração de energia eléctrica, a termelétrica é construída nas proximidades da área de mineração, como ocorre nas cinco usinas termelétricas ao carvão mineral em actividade no país.

Do ponto de vista económico é mais vantajoso investir em linhas de transmissão para distribuir a energia eléctrica já produzida, do que no transporte de carvão por longas distâncias. Para distâncias curtas, o método mais eficiente é o transporte através de esteiras. Também se faz o uso de dutos, através do qual o carvão, misturado à água, é transportado em forma de lama (José & Sampaio, 2012).

2.1.8. As minas de exploração de carvão mineral em Moatize

Macuacua (2017) no seu estudo intitulado *A responsabilidade social das empresas no sector mineiro na província de Tete no contexto do diálogo social* faz menção às empresas existentes ou às que operam na área mineira. Identificou quatro principais mega projectos e outras empresas mineiras em desenvolvimento, afirmando o seguinte:

Na província de Tete existem menos de uma dezena de empresas envolvidas no sector mineiro e que têm interesse na exploração do carvão mineral. Algumas encontram-se com as actividades na fase de implantação (e, portanto, sem actividades de extração) e outras paralisadas devido à crise que se abateu sobre a economia mundial, com impacto na queda do preço do carvão no mercado internacional e, consequentemente, na redução dos ganhos de exportação. A tabela 2.1 apresenta as minas de carvão abertas na província de Tete, destacando o ano em que iniciam as operações, a concessionária, capacidade anual de extração e o investimento efetuado

(Macuácua, 2017:13).

Mina e início de produção	Empresa concessionária atual	Capacidade	Investimento
Mina de Carvão de Moatize -2011	Vale Moçambique	22 Mtpa	USD 2 mil milhões
Minas Moatize (2011)	Beacon Hill Resources (BHR)	2,35 Mtpa	USD 42 milhões
Projeto de Carvão de Benga -2012	ICVL	2 Mtpa	USD 1,2 mil milhões

Tabela 2. 1: Minas de exploração de carvão.

Fonte: Adaptado de ITIE – Intellica (2015) *apud* Macuácuca (2017: 13)

De uma forma detalhada se descreve o perfil dos megaprojetos ou das principais empresas mineiras que exploram carvão na província de Tete, concretamente no distrito de Moatize. É necessário lembrar que estas empresas subcontratam, dentro delas, outras empresas que fornecem ou prestam serviços. Contudo, para este estudo, apenas foram descritos os principais projectos.

2.1.8.1. Vale Moçambique

A Vale Moçambique é uma das maiores empresas do sector de carvão em Tete. A área da sua concessão (Mina) está localizada a 23,03 km a Noroeste da cidade de Tete e a 10,02 km ao centro da vila de Moatize. A Vale Moçambique detém uma propriedade em 80%, Mutsui em 15% e Estado Moçambicano através da Empresa Moçambicana de Exploração Mineira detém 5% (Mining Weekly, 2015 *apud* Macuácuca, 2017). A Vale iniciou seus estudos de exploração e viabilidade em 2005 e em 2008 começou a construir uma mina de carvão. A partir de 2011, começou a produzir o carvão de coque e térmico, exportando para a Ásia, particularmente Índia e China (Castillo Kasten, 2012). Esta concessão tem uma vida útil estimada de 35 anos. A figura 1.1. revela a localização da concessão da Minas da Vale Moçambique e as áreas adjacentes perto de Vila de Moatize.

Ainda que esta multinacional iniciou as suas incursões em Moçambique na década de 2000 e só viria a arrancar com a exploração mineira do carvão em 2011 na mina de Moatize, após um período de prospeção e estudos de viabilidade que começou em 2005. Para o desenvolvimento da mina de Moatize, com uma capacidade de 22 Mtpa, a Vale Moçambique

investiu cumulativamente perto de USD 2 mil milhões, sem incluir os USD 4,4 mil milhões que a Vale Moçambique e seus parceiros aplicaram na construção da linha Moatize-Nacala e na construção do terminal de Carvão em Nacala-Porto (CIP, 2015 e Macuacua, 2017).

Segundo Vale Moçambique (2013b) no seu balanço diz que a empresa chegou a empregar 13.000 pessoas entre trabalhadores próprios e de terceiros, sendo 89% do sexo masculino e 11% do sexo feminino. Parte dos desafios que a Vale antevia para o período 2014/2015 já foi ultrapassada com a conclusão da linha e início de exportação de carvão a partir do porto de Nacala, pois muitos estavam associados a problemas logísticos para o escoamento de carvão. Ficam os desafios de aumento da produção e das exportações, pois dependem de outros factores externos à organização que têm a ver com o comportamento do mercado internacional no qual este minério é transacionado (Macuácu, 2017).

2.1.8.2. International Coal Ventures Private Limited (ICVL)

O projecto da mina de Benga inicialmente era um investimento da mineradora australiana Rio Tinto que começou a operar em 2012, tendo produzindo nesse ano cerca de 708 mil toneladas de carvão coque e térmico (Mining Weekly, 2015 *apud* CIP, 2016). Em 2014, a International Coal Ventures Limited (ICVL) adquiriu os 65% do investimento que a Rio Tinto detinha sobre a mina de Benga e 100% sobre o projecto Zambeze, sendo que os restantes 35% do capital da mina de Benga são da empresa privada Indiana Tata Steel. Assim, a ICVL é uma empresa de capitais indianos que tem investimentos da Steel Authority of India Limited (SAIL), Coal India Limited (CIL), Visakhapatnam Steel Plant (VSP, NMDC Limited e NTPC Limited (Macuácu, 2017 e Mining Weekly, 2015).

A ICVL foi criada estrategicamente para assegurar o fornecimento de cerca de 500 milhões de toneladas de carvão à sua indústria metalúrgica indiana em expressivo crescimento, nomeadamente, com importações de carvão de alta qualidade, mas também como uma estratégia de internacionalização, capacitação e inspiração do sector privado local no conhecimento e exploração do negócio de mineração de carvão no mercado global. A ICVL projeta construir uma planta de transformação de carvão em combustíveis líquidos. No fundo, uma central termoelétrica com uma capacidade de 300 megawatts e capaz de aumentar progressivamente a extração de carvão até atingir 13 milhões de toneladas (Macuácu, 2017).

2.1.8.3. Minas Moatize Lda

Minas Moatize Lda (Beacon Hill) trata-se de uma mina que antigamente pertencia a Carbomoc E.E que extraía o carvão utilizando túneis, sendo que posteriormente terminou a produção devido ao conflito armado no país. A empresa estrangeira Beacon Hill conseguiu a aquisição da mina a partir do Estado Moçambicano, através de uma licença de exploração das Minas Moatize. Limitada em dezembro de 2010, e após ter tomado o controlo da gestão do projeto da mina em maio de 2010, centrou as suas actividades na expansão e desenvolvimento da Minas Moatize *Coal Mine*. A mineração a céu aberto de carvão térmico e coque teve início em 2011 (ITIEM, 2015).

2.1.8.4. Outros projectos de mineração em Tete

Ainda Macuácuca (2017) identifica outros projectos de exploração de carvão mineral que estão em desenvolvimento em Tete. Incluem a construção de uma central térmica para a produção de energia. Tal como se pode observar na tabela 2.2., referenciam-se alguns projectos, seus investidores, capacidade de produção anual esperada e respetivos planos de investimento.

De acordo com a 2.1 e Tabela 2.2, pode-se ver que existem mega projectos e outras empresas em desenvolvimento que estão a explorar o carvão mineral a céu aberto no distrito de Moatize e nos outros distritos da província de Tete.

Mina	Empresa concessionária atual	Capacidade	Plano de Investimento
Projeto de carvão em Tete	Eta Star Moçambique, AS	10 Mtpa de carvão	USD 250 milhões
Projeto de carvão de Revubué	Talbot Group Holdings/Nippon Steel Group/Posco Group	5 Mtpa	USD 600 Milhões
Projeto de Kokwe	Midwest África	7,2 Mtpa	USD 757,69 milhões
ENRC	ENRC		USD 500 milhões
Projeto de carvão de Ncondezi	Ncondezi Energy	7,2 Mtpa de carvão e a instalação de uma central térmica com a capacidade inicial de 300 MW a 600 MW	USD 288 milhões na fase inicial
Projeto de Marara (2013)	Jindal África	2 Mtpa	USD 180 milhões

Tabela 2. 2: Outras empresas mineiras em Tete.

Fonte: Adaptado em: ITIE (2015) e Intellica (2015) *apud* Macuácuca (2017: 13).

2.2. Poluição atmosférica e resíduos sólidos produzidos

2.2.1. Poluição ambiental a partir do carvão mineral

Apesar do carvão mineral ser um recurso energético e metalúrgico importante na sociedade actual, a sua produção, beneficiamento e utilização pode contribuir consideravelmente para a degradação do meio ambiente, cujos impactos ambientais alteram intensamente a área minerada, as áreas vizinhas onde são feitos os depósitos de estéril e de rejeito. As vantagens e desvantagens são resumidas na tabela 2.3.

Vantagens	Desvantagens
O carvão mineral apresenta elevada eficiência energética.	É o combustível fóssil que mais polui o meio ambiente e provoca impactos ambientais negativos tanto na sua extração como na sua utilização.
Produz quantidades significativas de energia por unidade de peso.	Por ser uma fonte de energia não renovável, suas reservas podem esgotar-se com o tempo.
É de fácil localização e possui depósitos em diversas regiões do mundo.	A queima do carvão mineral emite à atmosfera gases poluentes, contribuindo para o agravamento do efeito estufa.
Como fonte de energia e quando comparada às fontes de energia alternativas, apresenta melhor custo-benefício.	Por ser um combustível fóssil que inflama com facilidade, seu armazenamento deve ser feito com cuidado a fim de evitar explosões.

Tabela 2. 3: Vantagens e desvantagens de carvão mineral

Fonte: Adaptado de MICOA (2011) e Sousa (2021)

2.2.2. Poluição atmosférica

No início do século XX, a poluição atmosférica ainda não era uma preocupação da maioria das pessoas e organismos pois acreditava-se que estaria constantemente disponível de forma a manter a vida no planeta. O número crescente da circulação de veículos no mundo e as actividades industriais são factores que contribuem fortemente para a poluição da atmosfera. Esta pode ser originada também por fontes naturais como queima acidental de biomassa (material derivado de plantas ou animais) e erupções vulcânicas (Gonçalves & Mensonca, 2007 e Cesar et al., 2013).

Novas fontes de poluentes, como a queima de combustíveis fósseis pelos motores, a combustão e a expansão das indústrias siderúrgicas ganharam força com a revolução industrial e isso ocorreu sem um acompanhamento dos possíveis danos que esses poluentes poderiam causar à saúde humana (Coelho, 2015). Todo este processo de poluição do ar ocorre essencialmente na *troposfera*, a camada inferior da atmosfera, constituída principalmente de nitrogénio e oxigénio. A atmosfera é composta por uma série de cinco camadas concêntricas, a saber: troposfera, estratosfera, mesosfera, termosfera e exosfera (Raven et. al., 1995).

Os principais constituintes gasosos do ar são Nitrogénio (79%); Oxigénio (20%); Dióxido de Carbono (0,035%) e alguns traços de outros gases, como o árgon. A parte mais baixa da atmosfera, troposfera, é onde a poluição do ar é mais intensa.

O conceito de *poluição atmosférica* inclui uma série de actividades, fenómenos e substâncias que contribuem para a deterioração da qualidade natural da atmosfera. Os poluentes atmosféricos são considerados como substâncias que geram esse efeito negativo no meio ambiente. Assunção (1998) considera a *poluição atmosférica* como um fenómeno decorrente principalmente da actividade humana em vários aspectos, dentre os quais se destacam o rápido crescimento populacional, industrial e económico; a concentração populacional e industrial; os hábitos da população e o grau de controlo, ou seja, as medidas adaptadas para o controlo da poluição atmosférica. A *poluição atmosférica* consiste em gases, líquidos ou sólidos presentes na atmosfera em níveis elevados o suficiente para causar danos aos seres vivos (ser humano, animais e plantas), bem como aos materiais na sua generalidade (Raven et. al., 1995).

2.2.3. Principais poluentes atmosféricos

Os poluentes atmosféricos são gases e partículas sólidas que podem ser poeira, pó e fumo que resultam das mais diversas actividades humanas e de certos fenómenos naturais dispersos na atmosfera. Estes podem ser classificados genericamente com o seu estado físico: sólidos, líquidos e gasosos. Estes três grupos podem estar combinados entre si de tal maneira que podem ser restringidos a apenas dois grupos: gases e particulados. Estes dois grupos de poluentes atmosféricos, ditos tradicionais, têm sido objeto de um considerável número de pesquisas científicas e regulamentações, devido aos impactos negativos que estes acarretam sobre a atmosfera, a vegetação, a saúde humana, os animais e os materiais. Para além de gases e os particulados supramencionados, também se encontram as suspensões coloidais que são as partículas dispersas em uma mistura de soluto e solvente, que possuem um tamanho médio compreendido entre 1 e 100 nanómetros (nm) (Godish, 2004).

Diversos gases poluentes são lançados diariamente na atmosfera e novos poluentes são produzidos como resultado de reações químicas na atmosfera. Entretanto, embora a atmosfera esteja contaminada por centenas de poluentes, apenas um pequeno número destes têm sido identificados como tendo alcançado um nível de toxicidade suficientemente significativo a ponto de ameaçar a saúde e o bem-estar do ser humano. Segundo Almeida, (2002), os poluentes gasosos podem ser divididos em cinco grandes famílias: óxidos de carbono, compostos de enxofre, compostos de nitrogénio, hidrocarbonetos e oxidantes fotoquímicos.

- **Óxidos de carbono (CO_x)**

Quantidades significativas de óxidos de carbono são lançadas na atmosfera, principalmente sob a forma de monóxido de carbono (CO) e dióxido de carbono (CO₂), originários tanto de fontes naturais como antropogénicas. Devido a suas implicações à saúde humana, o CO é considerado como sendo o principal poluente atmosférico dessa família. Já o dióxido de carbono (CO₂) não é usualmente descrito nesses mesmos termos, dado que é um constituinte natural da atmosfera, além de não ser diretamente considerado um gás tóxico. Contudo, é reconhecido pelo seu potencial em “aprisionar” calor na atmosfera contribuindo assim para a alteração climática global (Godish, 2004).

- **Compostos de enxofre (SO_x)**

Uma variedade de compostos de enxofre é lançada na atmosfera, principalmente sob a forma de óxidos de enxofre (SO_x) e gás sulfídrico (H₂S), originários tanto de fontes naturais como antropogénicas. O dióxido de enxofre (SO₂) é reconhecido como o principal poluente atmosférico primário da família SO_x. E, uma vez lançado na atmosfera sofre reações químicas gerando outros óxidos. Um exemplo é o trióxido de enxofre (SO₃), um poluente atmosférico secundário que é formado quando o SO₂ reage com o oxigénio do ar. O SO₃, por sua vez, reage com a água para formar um outro poluente secundário, o ácido sulfúrico (H₂SO₄). Há também a formação tanto do ácido sulfúrico como também o sulfuroso (H₂SO₃) e o sulfídrico (H₂S) (Baird, 2002 e Godish, 2004).

- **Compostos de nitrogénio (NO_x)**

Nitrogénio é um dos elementos mais abundantes no Universo. Na terra está em sua maior parte em estado gasoso, chegando a preencher 78% do volume do ar atmosférico. Compostos gasosos de nitrogénio são encontrados sob várias formas na atmosfera. Estes incluem principalmente os óxidos de nitrogénio (NO_x), a amónia (NH₃) e próprio nitrogénio (N₂). Os óxidos de nitrogénio são gases formados na atmosfera devido a interações químicas que ocorrem entre o nitrogénio e o oxigénio. Em condições normais, o nitrogénio é um gás de molécula diatómica (N₂). O seu ciclo é um dos processos mais importantes para os seres vivos. Ainda que relativamente inerte, as bactérias no solo são capazes de fixar o nitrogénio na forma de nitratos, nitritos e compostos de amónio: por exemplo, Nitrato de sódio (NaNO₃) e nitrato de potássio (KNO₃). O azoto é o macronutriente mais abundante nas plantas, sendo também o mais exigido em relação aos demais. A sua função mais importante está

relacionada com sua participação na constituição das proteínas. Além disso, participa também na formação de compostos indispensáveis às plantas, como purinas, pirimidinas, pafininas e coenzimas. Também o gás nitrogénio que é vendido em cilindros de aço para ser usado como gás inerte na produção de produtos eletrónicos, no empacotamento de alimentos, para encher pneus, entre outras possibilidades (Baird, 2002 e Varennes, 2003).

- **Hidrocarbonetos (HC)**

Os hidrocarbonetos (HC) representam um vasto espectro de compostos orgânicos constituídos unicamente por átomos de hidrogénio e carbono. Na atmosfera, os hidrocarbonetos ocorrem na forma de gases, líquidos e sólidos. Godish (2004) diz que a ocorrência dos HC nessas três fases está associada ao número de carbonos presentes na cadeia estrutural desses componentes. Na atmosfera, os hidrocarbonetos podem reagir com outras substâncias, tais como oxigénio, nitrogénio, cloro e enxofre, formando uma grande variedade de compostos derivados.

- **Oxidantes fotoquímicos**

Oxidantes fotoquímicos são formados na atmosfera como resultado de reações químicas envolvendo poluentes orgânicos, óxidos de nitrogénio, oxigénio e luz solar. O termo oxidante se refere àquelas substâncias químicas que oxidam prontamente outras substâncias e que não são oxidadas tão facilmente pelo oxigénio.

Oxidantes fotoquímicos são poluentes secundários formados pela queima de combustíveis e solventes. Recebem este nome porque são produtos das reações entre óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis (presentes na fumaça dos veículos). A reação ocorre na presença de luz solar, daí o termo fotoquímico. A queima incompleta de combustíveis tem como produto principal Ozônio e, por isso, este composto é utilizado como parâmetro indicador da presença de oxidantes fotoquímicos na atmosfera. Esses poluentes, quando lançados na atmosfera, contribuem para o aparecimento do *smog* que significa fumaça ou neblina. O chamado *smog* fotoquímico é uma mistura de hidrocarbonetos oxidados e outros compostos. Os locais de intenso tráfego de veículos e luz solar incidente, com altas temperaturas e ventos calmos, são os pontos mais comuns onde aparecem *smogs* fotoquímicos. O grau de humidade da atmosfera também é um factor favorável que se deve à presença de gotículas de água suspensas no ar. Neste caso uma mistura de névoa com

partículas de fumaça se acumula nas proximidades do solo em vez de subir.

Os efeitos da exposição aos poluentes atmosféricos dependem essencialmente das suas concentrações na atmosfera e do tempo de exposição. Assim, por exemplo, as exposições prolongadas a concentrações baixas de poluentes podem ser mais nocivas do que exposições de curta duração a concentrações elevadas. Os efeitos dependem também de factores de sensibilidade dos indivíduos, que determinam a sua maior ou menor severidade, tais como, idade, estado de saúde ou mesmo predisposições genéticas, o que torna difícil a avaliação dos efeitos dos poluentes atmosféricos na saúde de cada um. Os poluentes atmosféricos podem ser particularmente nocivos para crianças, idosos, grávidas e indivíduos que sofrem de problemas respiratórios e cardíacos, sobretudo em situação de episódios de poluição. (Almeida, 2002 e Yanagi et al., 2012).

- **Material Particulado (PM)**

As partículas sólidas ou líquidas emitidas por fontes de poluição do ar, ou mesmo aquelas formadas na atmosfera, são denominadas de material particulado (PM) e, quando dispersas no ar, formam aerossóis. Quanto à origem, podem ser provenientes tanto de fontes naturais como antropogénicas, podendo ainda ser emitidas diretamente por essas fontes (partículas primárias), bem como serem formadas na atmosfera a partir da interação de compostos preexistentes (partículas secundárias). Essas partículas variam consideravelmente em tamanho, morfologia composição química e propriedades físicas (Godish, 2004). Por sua vez, Yanagi et al. (2012) e Kim et al. (2015) salientam que o termo amplo “Material Particulado (PM)” engloba uma série de poluentes, sólidos e líquidos, que podem ficar suspensos na atmosfera devido ao seu tamanho reduzido.

- 1) Partículas inaláveis (MP_{10}) podem ser definidas de maneira simplificada como aquelas cujo diâmetro aerodinâmico é menor ou igual a $10\ \mu\text{m}$. Dependendo da distribuição de tamanho na faixa de 0 a $10\ \mu\text{g}$, podem ficar retidas na parte superior do sistema respiratório ou penetrar mais profundamente, alcançando os alvéolos pulmonares.
- 2) Partículas Inaláveis Finas ($MP_{2,5}$), podem ser definidas de maneira simplificada como aquelas cujo diâmetro aerodinâmico é menor ou igual a $2,5\ \mu\text{g}$. Devido ao seu tamanho diminuto, penetram profundamente no sistema respiratório, podendo atingir os alvéolos pulmonares.

A poluição atmosférica é transfronteiriça, visto que o vento dispersa os constituintes gasosos a grandes distâncias da sua origem para outros locais. De acordo com Silva et al. (2009) e Ferreira & Almeida (2018), existem cinco poluentes primários do ar: monóxido de carbono; hidrocarbonetos; compostos nitrogenados; material de partículas e dióxido de enxofre. Estes somam-se aos poluentes lançados no ar, que reagem entre si na presença da luz solar, formando os poluentes secundários do ar. Quando ocorre alteração e degradação do ar, comprometem-se os processos de fotossíntese que consequentemente prejudicam a vegetação terrestre e aquática. Desta maneira, são agredidos os ciclos de Nitrogénio, Oxigénio e Carbono, ocasionando mudanças climáticas, o que resulta na diminuição da intensidade da luz; a água e o solo mostram-se afetados; e prejudica a saúde do homem e dos animais.

O processo de poluição atmosférica ocorre essencialmente na Troposfera que é a camada atmosférica que se estende da superfície da Terra até a base da estratosfera, sendo que a sua altura varia conforme o ponto de distância da superfície. Nos polos, por exemplo, chega a 7 km de altitude e a 17 km na região do Equador, que é aquela considerada a mais importante sob o ponto de vista meteorológico. Nela também se concentra quase todo o vapor de água da atmosfera. Em termos médios para todo o planeta, a temperatura do ar diminui com a altitude cerca de $-6,5^{\circ}\text{C}$ por quilómetro. Esse fato é coerente, pois o aquecimento do ar se efetua basicamente por condução, devido ao aquecimento pela energia solar (Silva, 2014).

Os principais agentes poluidores são as indústrias e os transportes. E, considerando as indústrias, aquelas que mais contribuem para o processo de poluição atmosférica são as que envolvem processos de combustão.

2.2.4. Classificação dos poluentes atmosféricos

Considera-se poluente qualquer substância presente no ar e que, pela sua concentração, possa torná-lo impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, causando inconvenientes ao bem-estar público, danos aos materiais, à fauna e à flora ou até prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às actividades normais da comunidade. O nível de poluição atmosférica é medido pela quantidade de substâncias poluentes presentes no ar. A variedade das substâncias que podem ser encontradas na atmosfera é muito grande, o que torna difícil a tarefa de estabelecer uma classificação. Para facilitar essa classificação, os poluentes são divididos em duas categorias (Almeida, 2002):

- 1) Poluentes primários: Aqueles emitidos diretamente pelas fontes de emissão.
- 2) Poluentes secundários: Aqueles formados na atmosfera através da reação química entre poluentes primários e componentes naturais da atmosfera.

As estações de monitoramento são responsáveis pelo conhecimento da qualidade do ar. Os equipamentos de medição são caros e requerem estruturas adequadas (Jacomino et al., 2009).

2.2.5. Poluição resultante da actividade mineira

Desde cedo, os processos industriais primitivos, bem como a matriz energética adotada (queima de combustíveis fósseis) têm gerado ambientes urbanos altamente comprometidos quanto à qualidade do ar respirado por seus cidadãos. Como por exemplo na Grécia e Roma antigas, as instalações de curtumes e fundições de prata eram controladas por emitirem gases malcheirosos e venenosos (Fellenberg, 1980).

O registo mais antigo de poluição do ar urbano remonta ao ano de 1283, quando na cidade inglesa de Nottingham, formaram-se ao longo daquele ano, frequentes nuvens de fumaça preta provenientes da queima de carvão mineral utilizado no aquecimento das residências (Branco & Murgel, 1995 e Ponting, 1995). A partir do século XVI, com a escassez da madeira, generalizou-se o uso intensivo do carvão como fonte energética na Europa, em particular na Inglaterra, e mais tarde na América do Norte, para atender às necessidades de aquecimento, cozimento de alimentos e às actividades manufactureiras da época (Branco & Murgel, 1995). Cidades inglesas como Sheffield (em 1608), Londres (em 1661), Newcastle (em 1725), Burslem e Pottiers (em 1750), e Oxford (no século XVIII) tinham seu ar tão comprometido com a fumaça produzida pelos fornos de carvão e emissões gasosas dos processos manufactureiros, que algumas foram descritas como encobertas por “perpétuas nuvens de fumaça pairando sobre o ar”. O ar dessas cidades era composto por uma mistura de fuligem e dióxido de enxofre da queima de carvão, cloreto de hidrogénio produzido pelas indústrias de sabão, vidro e têxtil (McCORMAC, 1971: 6); vapores de amónia das fábricas de cimento; e vapores de mercúrio proveniente da indústria de metais metálicos (Ponting, 1995).

Com o crescimento da população e conseqüente aumento no consumo de carvão mineral, e ainda com o início do processo maciço de industrialização, nomeadamente a produção de ferro (século XVIII) e de aço (século XIX), houve um agravamento na qualidade do ar devido

à intensificação e diversificação dos poluentes emitidos nas cidades mais populosas, em particular as inglesas, precursoras do processo de concentração industrial. Não foi por outra razão que o primeiro manual sobre Climatologia Urbana tenha surgido em Londres no ano de 1818, de autoria de Luke Howard. Em sua segunda edição de 1820, o termo “neblina de cidade” “*city fog*” passou a ser usado para qualificar a qualidade do ar urbano (LANDSBERG, 1981). Assim, até praticamente o final do século XIX, a principal fonte de contaminantes do ar nas cidades era a queima de carvão mineral usada tanto nas residências, quanto nas indústrias que, com a variedade cada vez maior de matérias-primas utilizadas nos processos produtivos, agregavam à fuligem os resíduos desta produção.

Actualmente a situação da qualidade do ar das cidades está longe de ser considerada boa, apresentando, entretanto, sob vários aspectos, um quadro muito diferente daquele do passado. A continuidade da queima de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás) como fonte de energia para atender às necessidades modernas tem criado sérios problemas ambientais como a acidificação do meio ambiente e o aquecimento global da atmosfera.

Apesar de avanços terem surgido nas últimas décadas, principalmente nos países desenvolvidos, em relação a práticas que proporcionem uma atmosfera mais limpa os atuais níveis de poluição atmosférica continuam a ser considerados danosos para a saúde (Gouveia et al., 2006). O processo de mineração a céu aberto, assim como o subterrâneo, culmina em impactos negativos, tanto para o meio ambiente, bem como para a população vizinha das zonas de mineração e os próprios trabalhadores ou mineiros.

As escavações de grandes volumes de solo rochoso geram impactos ambientais bem visíveis na cobertura vegetal e fauna, responsáveis pela degradação de largas áreas e poluição visual, sendo ainda de destacar a intensificação dos processos erosivos. O uso de máquinas e equipamentos para além de gerar poluição do ar, também gera poluição sonora e vibrações. Estas questões afetam a saúde do trabalhador em primeiro lugar porque lida com os tais equipamentos todo o tempo e no mesmo local de trabalho que acaba provocando uma doença chamada Pneumoconiose de Trabalhadores de Carvão (PTC). Importa referir que a pneumoconiose³ é uma doença causada pela inalação de material particulado acima da capacidade de depuração do sistema fisiológico devido à exposição e inalação das poeiras

³ Pneumoconiose é uma doença ocupacional com padrão restritivo causada pela inalação de poeiras inorgânicas, geralmente associada a trabalho em metalúrgicas, construtoras, mecânicas ou minas.

do carvão mineral, seguida da acumulação de poeira nos pulmões e alteração do tecido pulmonar. A PTC desencadeia um processo inflamatório, podendo desenvolver a fibrose maciça progressiva, uma doença conhecida como “pulmão negro”. Outros impactos associados à mineração subterrânea (e as vibrações causadas pelas explosões) são o rebaixamento do lençol freático o que pode contribuir para a extinção de fontes, ter impacto na rede hidrológica superficial. A presença de gases no processo de extração do carvão é um aspecto negativo a ter em conta.

A identificação dos resíduos sólidos depositados provindos da exploração de carvão mineral pode ser facilmente observada a olho nu, mas recorrendo à uma análise físico-química da água é possível obter mais dados e passíveis de quantificar. É o caso da análise física e organolética que indica factores como cor, cheiro, depósito, pH, turvação, condutividade; mas também a análise microbiológica que atenta a coliformes totais e fecais; e, ainda, a análise química que permite identificar a quantidade em cloretos, a dureza total, cálcio e magnésio; há a análise de solo que consiste em verificar potencial Hidrogénico (pH); Água e Cloreto de Potássio (H₂O e KCl); Condutividade Eléctrica (CE); Densidade real (Dr); Densidade do solo (Ds); Humidade residual (Hr); Granulometria (%) (Areia Grossa (AG); Areia Fina (AF); Silte ou Limo (Si) e Ar); e, por fim, foi usado nesta tese como indicador de qualidade de ar os PM_{2,5}µg/m³ (Material Particulado 2,5 micrograma por metros cúbicos) que segundo WHO (2005) provocam efeitos adversos na saúde e no meio ambiente. Os dados anuais de PM_{2,5}µg/m³ usados neste estudo foram obtidos na plataforma da NASA (Donkelaar et al., 2019) e comparados com os padrões recomendados pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

Segundo Algranti (1991), existe sempre a presença de gases em mineração de carvão pois são libertados da própria camada de carvão, e de motores de combustão interna (veículos e máquinas de subsolo) e pelos explosivos. Afirma ainda que os gases mais temidos são o Metano (CH₄), pela sua explosividade, o Monóxido de Carbono (CO), pela sua toxicidade. Acidentes com estes gases são fatais. Do ponto de vista de dano respiratório crónico, há

⁴ Microgramas/metro cúbico (µg/m³). o micrograma/metro cúbico é a unidade em que são expressas a maioria dos valores de referência dos poluentes (limites, limiares de informação) na legislação espanhola e europeia sobre a qualidade do ar, e também no qual geralmente expressam os resultados das medições que estão disponíveis ao público. um miligrama (cuja abreviação é mg) corresponde à milésima parte do grama, ou 1/1.000 g. um micrograma (cuja abreviação se faz com a letra grega micrón, µg) equivale à milionésima parte do grama, ou 1/1.000.000 g. Um nanograma é ainda menor: equivale a 1/10⁹g.

especial interesse nos Óxidos de Nitrogénio (NO e NO₂), vulgarmente conhecidos como NO_x, provenientes das camadas minerais e dos explosivos, e no Dióxido de Enxofre (SO₂), também proveniente das camadas minerais, e dos motores a diesel nas minas. A exposição crónica ao NO_x tem sido uma das causas de enfisema pulmonar. A inalação de concentrações baixas de SO₂ pode causar problemas em asmáticos submetidos a exercício.

Dos diferentes tipos de extração mineira, a extração a céu aberto é considerada mais poluente porque se retira a camada de terra que se encontra por cima até se encontrarem as camadas de carvão. Não obstante, perto daquelas minas de carvão, encontra-se população nativa, que consome a água dos rios que ali passam, incluindo o seu gado, bem como os animais selvagens. Entretanto, um dos maiores problemas socioculturais provenientes da mineração de Carvão, em Moatize, deve-se ao facto de algumas populações das comunidades locais não terem sido deslocadas (vulgo reassentamento) e à possível contaminação dos recursos na Área de Influência Direita (AID) pelas actividades de mineração. Por sua vez, a AID é definida como área geográfica onde se concretizam os efeitos dos impactos directos dos megaprojetos no Distrito de Moatize. Para o ambiente biofísico, a área foi definida como uma faixa de 200 a 500 km, envolvente à área de concessão mineira até os rios Revubué, Moatize e Zambeze, abrange assim uma área total de aproximadamente 250 km² (SOURCE INTERNATIONAL, 2019: 9).

A contaminação hídrica, além do desconforto ambiental, traz também problemas de ordem social, tornando-se necessário realizar estudos sobre a qualidade das águas superficiais consumidas nos poços tradicionais dos rios de Moatize e Revubué, por parte da população que vive na AID das minas. Os efeitos ambientais, afetando meios como água, solo, ar e até habitações da população local, estão associados de modo geral às diversas fases da exploração mineral, como a abertura da cava (retirada da vegetação, escavações, movimentação de terra e modificação da paisagem local), ao uso de explosivos de desmonte da rocha (sob repressão atmosférica, vibração do terreno, ultra lançamento de fragmentos, fumos, gases, poeira, ruído), ao transporte e beneficiamento do minério (geração de poeira e ruído).

2.2.6. O tratamento do material da exploração do carvão mineral

A mineração industrial, em todas as suas etapas e planeamentos, é detentora de grandes alterações a diversos meios. Todavia, deve ter ações planeadas de compensação,

monitorização, mitigação e recuperação das externalidades que, se corretamente gerenciadas, podem aproximar a actividade da sustentabilidade. Silva (2014) enfatiza que, dada a proximidade, decorre muito tempo para o restabelecimento de uma condição próxima da área original. Mas isto varia de acordo com as condições em que o local da actividade mineira é deixado após a extração mineral, pois quanto melhor gerenciados, mais rápidos serão os processos de recuperação. A tabela 2.4. apresenta as possíveis contaminações de solos, água e ar que, em caso de não haver programa de mitigação/sustentabilidade e monitorização, pode ter maior impacto do meio ambiente.

Actividades	Problemas	Efeitos
Seres humanos		
Pesquisa Mineira		
Lavra	- Humidade, poeira, ruído, gases de exaustão de máquinas e equipamentos.	- Possível doença respiratória especialmente para asbesto e outras. - <i>Stress</i> e outros problemas.
Beneficiamento e estocagem	- Poeira, ruído, gases nocivos, problema com manuseio de alguns reagentes tóxicos.	- Possível doença respiratória e cancerígena e outras.
Transporte	- Ruído, poeira, gases de exaustão de veículos pesados. - Poeira de correia transportadora.	- Veículos pesados causam irritação e são perigosos em áreas povoadas.
Solo/Subsolo		
Pesquisa mineral	- Trincheiras, sondagens, vias de acesso, picadas e equipamento abandonado.	- Erosão, prejuízo à vegetação. - Alteração da drenagem natural de água.
Lavra	- Cavas e pedreiras. - Desmatamento desnecessário do capeamento. - Contaminação da água da mina. - Estradas e vias de acesso,	- Possibilidades limitadas de uso sequencial do solo. - Afeta a estética da paisagem.

Actividades	Problemas	Efeitos
	<p>pilhas de estéril, vilas mal projetadas.</p>	
<p>Beneficiamento e estocagem</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Barragens e bacias de rejeito, contaminação por vazamento e transbordamento, pilhas disformes. - Depósitos de rejeito, lama vermelha. 	<p>Terras inúteis criadas pelas áreas de rejeitos finos. Contaminação por lixiviação e enxurradas em depósitos de rejeitos.</p>
<p>Transporte</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Estradas largas para veículos pesados, poeira, desmatamento desnecessário. - Transbordamento em descarrilamentos e acidentes rodoviários. 	<p>Abre áreas virgens a uma possível degradação. - Tráfego pesado que pode destruir rodovias.</p>
Água		
<p>Pesquisa mineral</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sólidos em suspensão 	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminação de cursos de água subterrânea.
<p>Lavra</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sólidos em suspensão de água da mina, metais pesados, alteração do lençol freático, degradação da qualidade da água. 	<ul style="list-style-type: none"> - Prejudicial a vida aquática.
<p>Beneficiamento e estocagem</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sólidos em suspensão, metais pesados, pH, toxidez de descarga direta e transbordamento de sistema de rejeito fino. - Grande consumo de água. 	<ul style="list-style-type: none"> - Prejudicial a vida aquática. - Produz desequilíbrio ecológico.
<p>Transporte</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Estradas largas para veículos pesados, poeira. - Desmatamento desnecessário. - Transbordamento em descarrilamentos e acidentes rodoviários. 	<ul style="list-style-type: none"> - Possível prejuízo a vida aquática.
Ar		

Actividades	Problemas	Efeitos
Lavra	<ul style="list-style-type: none"> - Poeira de detonação e perfuração. - Gases de motores de combustão. 	- Pouco importante.
Beneficiamento e estocagem	<ul style="list-style-type: none"> - Poeira, partículas aéreas, gases, evaporação de bacia de rejeitos finos. - Geração de energia térmica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Possíveis efeitos respiratórios. - Chuva atuando sobre partículas que afeta a vegetação e solo. - Elevação de custos devido à corrosão.
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> - Partículas aéreas provenientes de material transportado. 	- Contribui para a poluição do ar que acaba afetando a biodiversidade.

Tabela 2. 4: Actividades, problemas e efeitos da mineração.

Fonte: Adaptado de Silva (2014) e CPRM (2002) *apud* Silvia (2017).

2.2.7. Escala de qualidade do ar e efeitos

Os danos ou efeitos da poluição do ar podem ser considerados se for levando em conta alguns dos seus aspectos principais, como a saúde, os materiais, as propriedades da atmosfera, a vegetação e a economia. A tabela 2.5. mostra as escalas da qualidade do ar e os efeitos sobre a saúde humana.

Escala	Qualidade do ar	Descrições dos efeitos sobre a saúde
0 - 50	Boa	
51 - 100	Regular	
101 - 199	Inadequada	Leve agravamento de sintomas em pessoas suscetíveis, com sintomas de irritação na população sadia.
200 - 299	Má	Decréscimo da resistência física e significativo agravamento dos sintomas de irritação na população sadia.
300 - 399	Péssima	Aparecimento prematuro de certas doenças, além de significativo agravamento de

Escala	Qualidade do ar	Descrições dos efeitos sobre a saúde
		sintomas; decréscimo da resistência física em pessoas saudáveis.
>400	Crítica	Morte prematura de pessoas doentes e idosas; pessoas Saudáveis podem manifestar sintomas adversos que afetam sua actividade normal.

Tabela 2. 5: A qualidade do ar e os efeitos sobre a saúde humana.

Fonte: Chizenga (2016) e Derísio (2017: 144)

A partir da escala 101-199, em que a qualidade do ar é inadequada, registam-se alguns efeitos sobre a saúde humana, que pioram à medida que se evolui na escala, acarretando danos na saúde. Em comparação com outras necessidades da vida, o ar tem um consumo contínuo, como diz Derísio:

Um homem adulto requer diariamente cerca de 15 kg de ar, 1,5 kg de alimento sólido e 2 litros de água. Essa quantidade diária de ar inspirado entra em contacto com 70 m² de superfície alveolar, nos pulmões. Estima-se que uma pessoa pode manter-se viva se estiver 5 semanas sem alimentos, 5 dias sem água, mas não mais do que 5 minutos sem ar.

Derísio (2017: 144).

Raven & Gschwend (1995) e Botkin & Rosenthal (1995) colocam a poluição atmosférica como estando diretamente relacionada com a geração de efeitos prejudiciais ao meio ambiente, incluindo paisagens naturais, vegetação, animais, solo, água, estruturas naturais e artificiais, como também sobre a saúde humana.

2.2.8. Poluição da água

Nenhum recurso natural, salvo o ar, apresenta tantos usos legítimos quanto a água. Em nossa vida social e industrial, os recursos hídricos são utilizados para múltiplos fins, tais como: abastecimento doméstico e industrial, irrigação, água para os animais, preservação da flora, recreação e lazer, geração de energia eléctrica, navegação e diluição de despejos.

Segundo Chizenga (2016) e Derísio (2017), a poluição das águas tem origem, basicamente, em quatro factores:

- 1) Poluição natural – trata-se de um tipo de poluição não associada à actividade humana, causada por chuvas e escoamentos superficial, salinização, decomposição de vegetais e animais mortos;

- 2) Poluição industrial – constitui-se de resíduos líquidos gerados nos processos industrializados de uma maneira geral, compostos por papel e celulose, refinarias de petróleo, usinas de açúcar e álcool, siderúrgicas e metalúrgicas, químicas e farmacêuticas, os batedouros e frigoríficos, têxteis e curtumes;
- 3) Poluição urbana – é aquela proveniente dos hábitos de uma cidade, que geram esgotos domésticos lançados direta ou indiretamente nos corpos de água;
- 4) Poluição agro-pastoril – poluição decorrente ligada à agricultura e à pecuária por meio de defensivos agrícolas, fertilizantes, excrementos de animais e erosão.

No caso da água a poluição ocorre principalmente por lama e por substâncias como óleo, graxa e metais pesados (altamente tóxicos). A retirada da vegetação causa a erosão dos solos, o que pode causar assoreamento dos corpos de água do entorno. A presença de sedimentos em suspensão na água aumenta a turbidez, diminuindo a entrada de luz e reduzindo a quantidade de oxigénio dissolvido.

Sobre os danos causados pela poluição da água, Derísio afirma ainda que:

Em linhas gerais, a poluição das águas pode ocorrer por meio das seguintes formas: Poluição natural .provocada por folhas, cadáveres de animais mortos, erosão, escoamento superficial etc.; Poluição por causa de lançamento de despejos industriais provenientes das operações desenvolvidas nos diferentes processamentos industriais etc.; poluição por causa de esgotos domésticos, os quais resultam do uso da água para fins higiénicos, preparo de alimentos, lavagem de pisos e utensílios etc. e poluição dos corpos de água advinda da drenagem de áreas agro-pastoris provocada pelo carreamento de fertilizantes, defensivos agrícolas, fezes de animais etc.

Derísio (2017: 145).

Pode-se notar que a poluição da água é muito rápida e abrangente devido à sua forma de ocorrer em diversas modalidades, quer por via natural, por lançamento, quer por corpos submersos em água. O documento da Organização Mundial de Saúde (OMS) (2011: 64), 4.^a edição, faz referência ao padrão da qualidade da água para o consumo humano. Neste documento, a OMS pede aos governos que reforcem o controlo da qualidade da água com planos de segurança que podem gerar melhorias significativas e sustentáveis à saúde pública. O mesmo documento faz menção de parâmetros que devem ser observados sobre a potabilidade da água para o consumo humano. Como exemplo, o Serviço Autónomo de Água e o Esgoto de Aracruz no Brasil (SAAE, 2009) reforçam a orientação da OMS mostrando os parâmetros teóricos e numéricos abaixo:

- 1) **Cloro Residual** é um agente bactericida. É adicionado durante o tratamento com o objetivo de eliminar bactérias e outros microrganismos que podem estar presentes na

água. A concentração mínima exigida tem de ser igual a 0,2 mg/l (miligramas por litro) de cloro residual.

- 2) **Turbidez** é a medição da resistência da água à passagem da luz. É provocada pela presença de partículas finas em suspensão (flutuando/dispersas) na água. A turbidez é um parâmetro de aspecto estético de aceitação ou rejeição do produto. O valor máximo permissível de turbidez na água distribuída é de 5,0 NTU.
- 3) **Cor** é uma medida que indica a presença na água de substâncias dissolvidas ou finamente divididas (material em estado coloidal). Assim como a turbidez, a cor é um parâmetro estético de aceitação ou rejeição do produto, sendo que o valor máximo permissível de cor distribuída na água é de 15,0 UC.
- 4) **pH** é uma média que estabelece a condição ácida ou alcalina de uma água. É um parâmetro de caráter operacional que deve ser acompanhado para otimizar os processos de tratamento e prevenção contra corrosão ou entupimentos nas tubulações do sistema de distribuição. É um parâmetro que não tem risco sanitário associado diretamente à sua medida. A gama de pH recomendada para a água é de 6,0 a 9,5.
- 5) **Coliformes** representa um grupo de bactérias que normalmente vivem no intestino de animais de sangue quente, embora alguns tipos possam ser encontrados também no meio ambiente. É uma análise utilizada como indicador de possível contaminação microbiológica.
- 6) **Flúor** é um elemento químico adicionado à água de abastecimento durante o tratamento, com comprovada eficácia na proteção dos dentes contra a cárie. O teor de flúor na água é definido de acordo com as condições climáticas (temperatura) de cada região, em função do consumo médio diário de água por pessoa. A ausência temporária ou as variações de flúor na água de abastecimento não tornam a água imprópria para consumo. Assim sendo, o teor de flúor pode variar entre 0,6 e 0,8 mg/l. A tabela 2.6 coloca em evidência a norma de qualidade da água para o consumo humano.

Parâmetro	Unidade	Valor máximo permitido (VMP)
Alumínio	mg/L	0,2
Amónia (como NH ₃)	mg/L	1,5
Cloreto	mg/L	250
Cor Aparente	uH (*)	15
Dureza	mg/L	500

Parâmetro	Unidade	Valor máximo permitido (VMP)
Etilbenzeno	mg/L	0,2
Ferro	mg/L	0,3
Manganês	mg/L	0,1
Monoclorobenzeno	mg/L	0,12
Odor	-	Não objetável (**)
Gosto	-	Não objetável
Sódio	mg/L	200
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	1
Sulfato	mg/L	250
Sulfeto de Hidrogênio	mg/L	0,05
Surfactantes	mg/L	0,5
Tolueno	mg/L	0,17
Turbidez	UT (***)	5
Zinco	mg/L	5
Xileno	mg/L	0,3

*Unidade Hazen (mg Pt–Co/L), **Critério de referência, ***Unidade de turbidez

Tabela 2. 6: Padrão dos elementos contidos na água para aceitação no consumo humano.

Fonte: Serviço Autónomo de Água e Esgoto de Aracruz em Brasil – SAAE, (2009).

2.2.9. Uso e contaminação do solo

2.2.9.1. A importância do solo

O solo corresponde à camada superficial da crosta terrestre, sendo muito importante para o desenvolvimento da vida na terra, visto que dele são produzidos os alimentos necessários para a sobrevivência humana e dos animais. Note-se que se utiliza o solo não somente para a produção dos alimentos, mas também para obtenção de matéria-prima para diversas construções. Além disso, o solo possui importantes funções, desde o armazenamento, escoamento e infiltração da água na superfície, sendo um componente fundamental para o desenvolvimento de diversos ecossistemas. As actividades agrícolas exploram, de preferência, a camada arável do solo (profundidade 0-20 cm). Todavia, o desgaste deste recurso está agregado a ameaças ambientais, económicos e sociais, com impacto directo na cadeia alimentar e na estabilidade das agroecossistemas, repercutindo-se na segurança alimentar (FIUC, 2009).

2.2.9.2. A capacidade de uso da terra

Considerando o trabalho de Giboshi et al. (1999) cujo objetivo assentava no desenvolvimento

de um sistema especialista para determinar a capacidade de uso da terra, visando assim auxiliar e dar mais agilidade ao processo de tomada de decisão para o planeamento do uso da terra, –encontram-se doze factores limitadores ao uso da terra, designadamente: *pedregosidade, rochosidade, risco de geada, risco de inundação, profundidade efectiva, disponibilidade de água, drenagem interna, risco de erosão, restrição à mecanização, disponibilidade de nutrientes, fixação de fósforo e toxicidade por alumínio.*

O sistema FAO (1976), *apud* Sampaio (1999) e César (2014) formulou seis princípios:

1. A aptidão da terra é avaliada e classificada no respeitante a um tipo de uso específico;
2. A avaliação pressupõe a comparação entre os benefícios obtidos e os inputs necessários para os diferentes tipos de terras;
3. O processo de avaliação pressupõe uma abordagem multidisciplinar;
4. A avaliação deve ser feita nos termos do contexto biofísico, económico, social e político da área em consideração;
5. A avaliação é respeitante ao uso numa base sustentável;
6. A avaliação envolve a comparação de mais do que um tipo de uso.

As interpretações para propósitos agrícolas têm de ser feitas de acordo com parâmetros ou critérios que representem a maior ou menor adaptabilidade dos solos e do ambiente em que ocorrem, para determinado cultivo ou grupo de cultivos (Giboshi, 1999: 8).

Para tal houve necessidade de recolha das amostras de solos para as análises de modo a aferir o nível de aptidão dos mesmos para determinado fim. Para este estudo o fim é agrícola para a zona afectada pelas empresas exploradoras de carvão mineral a céu aberto uma vez que se trata dos solos para a população local que é permanentemente produtora agrícola. A análise irá permitir aferir se o solo está contaminado pelo processo da actividade mineira desenvolvida pelas três empresas mineradoras, num raio não superior a 5km entre as minas e as povoações. De referir que antes da actividade mineira em zona de estudo, a população vivia de agricultura, a pastorícia e a caça.

As minas a céu aberto fazem Drenagem Ácida da Mina (DAM) por meio de bombas, que lançam águas sulfurosas no ambiente externo. Estas produzem alterações de ordem mineralógica no solo, pela formação de novos compostos químicos resultantes da redução do pH e física (baixa capacidade de retenção de água e permeabilidade), que pode variar de acordo com a geologia do terreno. Como consequência dessas alterações no solo, a qualidade

da água subterrânea pode ser comprometida. Pode ocorrer a redução do valor do pH da água, o que contribui para a solubilização de metais e contaminação da água subterrânea que, em caso de ingestão, pode afetar a saúde humana.

Densidade aparente do solo (Dap) ou Ds é uma unidade de massa por unidade de volume. Em solos normais, ou seja, equilibrados em termos de textura o Dap, ronda entre 1-1,7g/cm³ e em solos cultivados está entre 1,4-1,8 g/cm³ (Casanellas, 1982).

Textura do solo corresponde à proporção granulométrica do solo (Casanellas, 1982). Muitas propriedades do solo estão diretamente relacionadas com o tamanho das partículas. As superfícies específicas superiores nas partículas mais pequenas imprimem uma maior actividade físico-química. O volume e tamanho dos poros condicionam a retenção e transmissão da água e do ar.

pH torna disponíveis a maior parte dos nutrientes. Cesca, (1978) afirma que um pH extremamente ácido ou extremamente alcalino impede a disponibilidade dos nutrientes para as plantas, sendo fundamental conhecer o seu valor no diagnóstico do solo para a sua correção. O autor, usando o critério da (United States Department of Agriculture) USDA, indica estes valores de pH como ilustrado na tabela 2.7.

Valor do pH	Qualitativo
pH < 4,5	Extremamente ácido
4,5 – 5	Fortemente ácido
5 – 5,5	Muito ácido
5,5 – 6	Ácido
6 – 6,6	Ligeiramente ácido
6,6 – 7,3	Neutro
7,3 – 7,8	Medianamente básico
7,8 – 8,5	Moderadamente básico
8,5 – 9	Ligeiramente alcalino
9 – 10	Alcalino
>10	Fortemente alcalino

Tabela 2. 7: pH segundo critério da USDA.

Fonte: Cesca (1978) e Casanellas (1986)

Quimicamente, os conceitos de *básico* e *alcalino* são quase sinónimos pelos seus efeitos, mas edafologicamente não. Um solo alcalino é aquele de pH superior a 8,5, no qual predomina o hidrogénio OH (Josep et.al., 1995).

- **Salinidade**

Em algumas ocasiões a questão da salinidade pode ter sido a seca fisiológica, a toxicidade específica e a degradação da estrutura (com o ião na⁺). Portanto, na tabela 2.8. abaixo está representada a sua avaliação.

dS/m a 25°C	µS/cm a 25°C	Qualificativo
0 – 2 ou	0 – 2000	Não salino
2 – 4 ou	2000 – 4000	Ligeiramente salina
4 – 8	4000 – 8000	Salino
>8	>8000	Muito salino

Tabela 2. 8: Avaliação de salinidade.

Fonte: Josep et al. (1995)

- **Nutrientes (Matéria Orgânica)**

A matéria orgânica como reserva de nutrientes pode ser avaliada em função da textura e pH Yanez (1989). Na ótica de Yanez (1989), avalia-se a matéria orgânica em função da textura, mas já Spring et al. (1993) faz a sua avaliação em função da textura e pH, como il. Este último caso está apresentado na tabela 2.9.

pH	Textura	Diagnostico				
		Muito pobre	Pobre	Correto	Rico	Excessivo
<5,8	Qualquer	<2%	2 - 2,5%	2,3 - 3%	3 - 3,5%	>3,5
5,8-8,3	Arenosa	<0,8	0,8 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2	>2
	Média	<1,2	1,2 - 1,8	1,8 - 2,3	2,3 - 3	>3
	Argilosa	<2	2-2,5	2,5 - 3	3 - 3,5	>3,5

Tabela 2. 9: Matéria orgânica em função da textura e pH.

Fonte: Spring et al., (1993)

Característica		NÍVEL				
		Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
Mg trocável (mol/kg argila)	- Solos argilosos	< 0,003	0,003-0,01	0,03-0,03	0,03-0,06	>0,0 6
	- Solos arenosos (francos)	< 0,002	0,002-0,005	0,005-0,01	0,01-0,02	>0,02
K trocável (mol/kg argila.)		< 0,001	0,001 - 0,002	0,002 - 0,004	0,004 - 0,008	> 0,008
Capacidade de troca cationica (mol/kg argila)		< 0,05	0,05 - 0,15	0,15 - 0,25	0,26-0,40	> 0,40
Saturação por bases (%)		< 15	15 - 35	36 - 50	51 -75	>75
N (%)		< 0,05	0,06 - 0,1	0,11 - 0,20	0,21 - 0,30	> 0,31
P - Olsen (mg/kg solo)		< 5	05 - 10	10 - 20	20 - 40	> 40
Matéria orgânica (%)		<1	01 - 2	2,1 – 5	>5	
B (Hot.W. S) (mg/kg solo)		<0,15	0,15 - < 0,35	0,35 - < 0,8	0,8 - < 2	>2
Zn (AAAc-EDTA) (mg/kg solo)		< 0,5	0,5 - < 1,5	1,5 <5	5 - < 15	< 15
C/N		3 - 15 Boa			>15 Mal	

Tabela 2. 10: Avaliação agronómica da fertilidade do solo.

Fonte: Josep et al. (1995)

Como a dinâmica de fósforo no solo apresenta uma série peculiar quanto à sua disponibilidade, convém apresentar algumas normas de diagnóstico e avaliação em função da textura, cultura e método. O fósforo, apesar de poder estar em quantidades suficientes no solo, rapidamente se combina com outros elementos e compostos químicos disponíveis no solo. Esta situação pode torna-se indisponível para as plantas. A tabela 2.11. apresenta a sua avaliação.

Culturas	Cereais e milho com sistema de cultivo a sequeiro	
	Arenosa /média	Argilosa
Muito baixo	< 5	< 3
Baixo	5 – 15	3 – 8
Correcto	15 – 25	8 – 13
Alto	25 – 35	13 – 18
Excessivo	> 35	> 18

Tabela 2. 11: Normas de diagnóstico de P- utilizadas em Espanha (mg P/kg solo) Método Mehlich.

Fonte: Josep et al. (1995)

- **A capacidade de troca catiónica e Saturação por bases (CTC e V)**

A capacidade de troca catiónica (CTC) é a quantidade máxima de catiões que pode ter um solo de forma trocável. Expressa-se em meq/100g de solo seco e é um indicador de fertilidade potencial do solo (Josep et. al., 1995). **A argila e a matéria orgânica** são os complexos de troca, ou seja, são os que possuem os catiões trocáveis. A saturação por base (V) Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ são bases de troca. Este é um indicador da fertilidade atual do solo. O autor (Spring et al., 1993) apresentou a avaliação de saturação por base de troca. A tabela 2.11. explicita a informação.

Taxa de saturação	Qualificativo
< 40%	Não saturado/desaturado
40 – 50%	Ligeiramente saturado
50 – 80%	Medianamente saturado
> 80%	Saturado

Tabela 2. 12: Avaliação de saturação por base de troca.

Fonte: Spring et al. (1993)

De acordo com as literaturas consultadas, todos os autores convergem no ponto de que os bons solos para a agricultura são os que possuem alto valor de saturação por base de troca. Este é um dos indicadores da fertilidade actual.

2.2.10. Outros tipos de poluição

Além de poluição do ar, da água e do solo, existem outros tipos de poluição que são o ruído, as vibrações e as radiações (Derísio, 2017).

Segundo Barbosa (2009) *apud* Stansfeld (1992) e Azevedo & Lima (2002), o ruído é considerado um som incómodo. Enquanto o som consiste numa entidade física, mensurável e objetiva, o ruído é um conceito psicológico que é definido como som indesejado. O som é definido como qualquer variação de pressão (no ar, na água, ou em algum outro meio) que o ouvido humano possa detetar. Com muita frequência o som pode causar incómodo. Nesse caso, o som desagradável ou indesejável é chamado ruído.

Com o desenvolvimento tecnológico, a sociedade vem aumentando sua capacidade produtiva, criando a chamada sociedade de consumo, com a ampliação do parque industrial mesclado na comunidade. E as indústrias foram e estão sendo instaladas junto das residências, com todas as implicações do impacto ecológico, num crescimento desordenado e gerador de muitos incómodos. Com o passar dos anos, o indivíduo perde a acuidade auditiva. Essa perda é significativamente acelerada e aumentada pela exposição a altos níveis de ruído no nosso cotidiano, tornando irreversível a perda de audição. Contudo, não é apenas o sistema auditivo a ser prejudicado, mas todo o organismo. Um facto que levou as autoridades europeias a considerarem o ruído um problema de saúde pública, em 1989.

Relativamente ao uso do som, importa reforçar que o som (acústico) tem hoje inúmeras utilidades ou benefícios para o humano, provocando efeitos psicológicos, estéticos e até terapêuticos. Também é usado para controlar o ruído, gerando um sinal semelhante à onda em fase oposta. Pode ser utilizado também para manter a privacidade, impedindo que os sons de um local sejam conhecidos por outros.

Já as fontes de ruído podem ser classificadas em estacionárias e móveis. As fontes estacionárias são aquelas que se encontram fixadas num determinado local. Entre elas destacam-se como fontes significativas de ruído os processos e operações industriais, as construções e ainda outras. Como principais fontes móveis destacam-se os veículos automotores, as aeronaves, os trens e os martelos pneumáticos. Os efeitos do ruído no Homem podem ser físicos, psicológicos e sociais. O ruído prejudica a audição, interfere na comunicação, provoca incómodo, fadiga e reduz a eficiência. Pode provocar no ser humano diversos sintomas, como a dilatação das pupilas, o aumento na produção de hormónios da tiroide, o aumento da produção de adrenalina, o aumento de corticotrofina (diminuição da imunidade), a movimentação do estômago e do abdómen, a reação muscular e a constrição dos vasos sanguíneos.

Segundo Derísio (2017), os sons que afetam a audição também têm efeitos sobre a saúde e o bem-estar fisiológico como:

- Auditivos (redução da capacidade auditiva);
- De resposta vegetativa, quer seja ela involuntária ou inconsciente (palpitação cardíaca, vasoconstrição periférica etc.);
- Cardiovascular (hipertensão arterial);
- No sono (alterações fisiológicas, alterações vegetativas, mudança na disposição, mudança na performance, aumento no risco de acidente etc.).

Por sua vez, os efeitos do ruído sob o ponto de vista sociológico devem levar em conta:

- A irritação geral (incomodo);
- A perturbação na comunicação (conversação, telefone, rádio e televisão);
- O prejuízo do repouso e relaxamento, dentro e fora da residência;
- A perturbação do sono;
- O prejuízo à concentração e à performance;
- A associação de medo e ansiedade;
- A mudança na conduta social e as restrições na vida doméstica.

Ao considerar os efeitos mencionados, devemos lembrar da existência de um grupo de risco, ou seja, de pessoas mais suscetíveis aos efeitos do ruído, destacando-se as crianças, as gestantes, os idosos, os hipersensíveis e os doentes em geral.

Derísio, no seu estudo, diz que:

Desde que o homem começou a construir máquinas para uso industrial, e especialmente depois que motores têm sido usados para lhe dar força (alimentá-la), problemas de redução e isolamento de vibrações têm ocupado os engenheiros. Como ocorre com o ruído, a vibração hoje se tornou um invasor não somente das residências localizadas próximo às indústrias (produto de crescimento desordenado), mas também a todo o tipo de construção, seja residencial, comercial ou industrial, por causa da multiplicidade de fontes que, em determinadas operações ou estado de manutenção, produzem vibrações, transmitindo-a para a edificação,

(Derísio, 2017: 158).

Os efeitos das vibrações não afetam somente as pessoas, mas também os materiais, e essa é a grande diferença com o ruído (considerando-se os valores normalmente encontrados). O facto é que hoje se proporciona significativa importância ao binómio ruído-vibração, no contexto da preservação do meio ambiente e da qualidade de vida. Os efeitos directos da vibração sobre o corpo humano podem ser sérios. Os trabalhadores podem ser afetados por

diversos transtornos como visão obscura, perda de equilíbrio, perda de concentração, deformações, etc. Em alguns casos, certas frequências e valores de vibração podem danificar permanentemente órgãos internos do corpo humano.

As *fontes de vibração* podem ser classificadas em estacionárias e móveis. As fontes estacionárias ou fixas são aquelas passíveis de serem localizadas, destacando-se como principais as industriais e os estabelecimentos comerciais. As móveis, por sua vez, mudam constantemente de local e, entre elas, destacam-se os veículos automotores, as aeronavais, os trens, entre outros.

2.3. Riscos para a saúde humana e vegetação, fauna e materiais

2.3.1. Riscos provocados pela poluição atmosférica

Como se referiu no subcapítulo anterior, os efeitos da poluição atmosférica caracterizam-se tanto pela alteração de condições consideradas normais como pelo aumento de problemas preexistentes. Esses efeitos podem ser tanto globais como podem ocorrer em níveis local e regional. Segundo Derísio (2017), os efeitos da poluição atmosférica em escala global são caracterizados pela alteração da acidez das águas da chuva (chuva ácida), pelo aumento da temperatura do planeta (efeito estufa) e pela modificação da intensidade da radiação solar, ou seja, aumento da radiação ultravioleta, causado pela depleção da camada de ozônio. De uma forma sumária, os efeitos da poluição atmosférica mostram resultados na saúde humana, na vegetação, na fauna e sobre os materiais.

2.3.2. Efeitos sobre a saúde humana

Poluentes atmosféricos podem afetar a saúde humana de diversas formas. Os efeitos vão desde o desconforto até a morte. Alguns desses efeitos incluem irritação dos olhos e das vias respiratórias; redução da capacidade pulmonar; aumento da suscetibilidade a infeções virais e doenças cardiovasculares; redução da performance física; dores de cabeça; alterações motoras e enzimáticas; agravamento de doenças crónicas do aparelho respiratório tais como, asma, bronquite, enfisema e pneumoconioses; danos ao sistema nervoso central; alterações genéticas; nascimento de crianças defeituosas e câncer (Chomsky, 2002 e Oliveira, 2008).

Os efeitos da poluição do ar sobre a saúde podem provocar: doenças agudas ou morte; doenças crónicas, redução da vida ou dano ao crescimento; alteração de importantes funções fisiológicas, tais como ventilação do pulmão, transporte de oxigénio pela hemoglobina,

adaptação ao escuro ou outras funções do sistema nervoso. A questão da poluição do ar é de longa data e vem sendo agravada através da industrialização generalizada do século XX, impulsionada pela eletricidade e pelo motor a combustão, que conduziu não só à sua diversificação, como também à sua disseminação em escala mundial.

São vários e alarmantes os episódios críticos de poluição, com perdas de vidas humanas ou danos à saúde, que passaram a ser registados em meados deste século em decorrência de emissões de contaminantes por diferentes tipos de indústrias nas mais variadas regiões do globo, associados a condições meteorológicas de fraca dispersão de poluentes. A tabela 2.13 apresenta alguns episódios provocados pela poluição do ar, em anos recentes em determinados países do mundo, que provocaram mortes e pessoas doentes.

Pais	Ano	Mortes e doentes	Episodio
Na região industrial do Vale do rio Meusa-Bélgica.	5/12/1930	Houve 63 mortes por problemas respiratórios, particularmente crianças e idosos.	Episódio de inversão térmica. (LEDBET-TER, 1972, p.25).
Dos 14.000 habitantes da cidade de Donnora-Pensilvânia, Estados Unidos.	Em 1948	Morreram 17 pessoas e 6.000 apresentaram problemas respiratórios e forte irritação nos olhos.	Episódio de forte poluição devido à presença de material particulado e dióxido de enxofre no ar provenientes de fábricas de ácido sulfúrico e de beneficiamento de zinco. (DOTREPPE-GRISARD, 1972, p. 82; Branco; Murgel, 1995, p.21).
Na cidade de Poza Rica, México.	11/1950	Houve 32 mortes e levando 320 pessoas aos hospitais com problemas nervosos e	Por ocasião de uma inversão térmica, compostos de enxofre foram emitidos pela

Pais	Ano	Mortes e doentes	Episódio
		respiratórios.	refinaria de petróleo e tratamento de gás natural local, (Derisio, 1992: p. 112; Barker et al, 1962: p.189).
Em Nova York	Em 11/1953; 01/1963 e 11/1966.	Causando cada um cerca de 200 mortes.	Ocorreram três episódios calamitosos (Griffiths, 1976: p. 132).
Na cidade de Bauru, São Paulo – Brasil.	Em 1952	Ocorreram 9 mortes e 150 pessoas foram acometidas por doenças respiratórias agudas.	Houve a emissão de grande quantidade de pó de sementes de mamona, lançados por uma indústria extrativa de óleos vegetais (Derisio, 1992: p.112).
Na cidade de Londres.	Período de 5-8/12/1952	Causando 4.000 mortes na semana seguinte ao evento, e mais 4.000 nos dois meses que se seguiram ao episódio.	Foi encoberta por partículas em suspensão de dióxido de enxofre, produzindo o que ficou conhecido como “Névoa Negra” (Branco; Murgel, 1995: p.22 & Escourrou, 1991: p.178)
Inglaterra	Nos anos 1957, 1960 e 1962	Houve perda de vidas humanas em 1.000, 800 e 700 pessoas, respetivamente.	Mais três episódios de smog (mistura de fumaça com neblina). Derisio (1992: p.112).

Tabela 2. 13: Episódios agudos provocados pela poluição do ar em anos recentes.

Fonte: Adaptado em Oliveira (2008); Derisio (2017) e Ponting (1995).

No século XIX as cidades mais afectadas passaram a registar quantidades crescentes de óbitos causados pelos episódios críticos de poluição. Em Londres, durante o mês de dezembro de 1873 ocorreram 500 mortes e em fevereiro de 1880 morreram mais de 2 000 pessoas – falecimentos causados por episódios intensos de fog (Ponting, 1995).

Por sua vez Derísio (2017) diz também que na atualidade algumas cidades como Cidade do México, Los Angeles, Santiago do Chile, São Paulo, Cubatão/SP, Shangai, Nova Deli, entre outras, são conhecidas por seus problemas de poluição atmosférica, associados às condições meteorológicas de má dispersão e às características de seus sítios. Estas cidades enfrentam sérias situações de qualidade do ar por contaminantes como ozônio, material particulado, óxidos de nitrogénio, dióxido de enxofre, entre outros.

Como consequência, nas cidades e outros locais de maior concentração de indústrias e transportes que dão origem à poluição do ar e em outras cidades do mundo; o agravamento da morbidade e mortalidade de várias enfermidades e, ainda em especial, as doenças respiratórias têm como causa a má qualidade do ar. Pessoas com doenças respiratórias crónicas e principalmente a parcela infantil e de idosos da população urbana de todas as classes sociais são as mais atingidas por esses males. Outro assunto que diz respeito particularmente à população urbana dos países em desenvolvimento é que, além de haver uma distribuição diferenciada por faixa etária, a poluição do ar promove também uma certa sectorização social no acometimento das várias doenças a ela relacionadas. A população de baixa renda está geralmente mais vulnerável às mazelas do ar poluído dessas cidades, uma vez que a má alimentação, a exposição a ambientes insalubres e as condições adversas do clima, a precariedade das moradias, a falta de infra-estrutura urbana básica, o subemprego, entre outros aspectos, são condições agravantes para o acometimento de doenças associadas à poluição do ar.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) publicou, em 2014, a perda precoce de cerca 7 milhões de vidas no mundo pela poluição do ar em 2012: 3,6 milhões devido à poluição do ar externa e 3,4 milhões devido à poluição Intra domiciliar. Isto significa que uma em cada oito mortes no mundo está relacionada com a exposição ao ar contaminado (WHO, 2014).

2.3.3. Danos em materiais

Como se viu sobre os danos em humanos, a tabela 2.13. torna visível alguns exemplos de danos provocados pela poluição do ar em relação a diversos materiais.

Tipo de material	Manifestação típica do dano	Poluente Danificante	Factor ambiente
Vidros	Alteração da aparência	Substâncias ácidas	Humidade
Metais	Danos a superfície, perda de metal e embaçamento.	Dióxido de enxofre e substâncias ácidas	Humidade e temperatura
Materiais de construção	Descoloração		Humidade
Pintura	Descoloração		
Couro	Desintegração da superfície;		Humidade e fungos
Papel	Enfraquecimento torna-se quebradiço		Luz solar
Tecido	Redução de resistência a tensão; formação de manchas	Dióxido de enxofre, substâncias ácidas e partículas	Humidade, luz
			solar e fungos
Corantes	Desbotamento	Dióxido de nitrogénio e de enxofre e oxidantes	Humidade e luz solar
Borracha	Redução de resistência; enfraquecimento	Oxidada	Luz solar

Tabela 2. 14: Danos provocados pela poluição do ar a diversos materiais.

Fonte: Adaptado de José & Sampaio (2012) e Derísio (2017).

2.3.4. Danos sobre a vegetação

Segundo o mesmo autor, Derísio, as plantas podem ser afetadas pelos poluentes atmosféricos por meio dos seguintes mecanismos:

- a) Redução da penetração da luz (redução da capacidade de fotossíntese) por sedimentação de partículas nas folhas ou por interferência de partículas em suspensão na atmosfera;
- b) Decomposição de poluentes no solo, por sedimentação ou por arrastamento devido às chuvas, permitindo a penetração dos poluentes nas raízes e alteração das condições do solo;
- c) Penetração dos poluentes através dos estomas das plantas. Qualquer que seja a forma pela qual uma planta tenha sido afetada, o efeito pode não ser visível. Os sintomas de dano visível sobre as folhas das plantas, atribuídos à poluição do ar, podem ser considerados em três categorias gerais, não mutuamente exclusivas: colapso de tecido

foliar; clorose ou outras alterações da cor normal das folhas; alterações no crescimento e na produção das plantas importantes para a agricultura e para a floricultura.

Os principais componentes do smog fotoquímico que causam danos às plantas são o ozono, o Peroxiacetil nitrato (PAN) e os óxidos de nitrogénio (NO_x). Outros gases como o cloro, o gás sulfídrico, a amónia e muitos outros produtos químicos como os ácidos clorídricos e sulfúrico, podem causar danos à vegetação.

2.3.5. Danos sobre a economia

Os efeitos adversos diretamente provocados pela poluição do ar são extremamente onerosos para os habitantes de áreas urbanas industrializadas. O custo desses efeitos é complexo de se determinar. O relatório da ONU (2015) mostra o quanto a poluição do ar custa para a economia global: US\$ 5,3 trilhões, o equivalente a 7,2% do PIB mundial. O valor se refere aos gastos com impactos ambientais, saúde e à perda de produtividade decorrente de doenças relacionadas com a poluição. A tendência é para piorar. Se não forem tomadas medidas para conter a má qualidade do ar, a previsão é de que a mortalidade decorrente desse impacto custe à sociedade US\$ 25 trilhões, até 2060. O descarte impróprio do lixo também tem consequências econômicas negativas, trazendo um prejuízo anual de US\$ 216 bilhões, globalmente. Já os elementos químicos poluentes, como o mercúrio, geram um estrago de US\$ 480 bilhões por ano à economia do planeta (José & Sampaio, 2012 e Derísio, 2017).

Outro factor importante a ser considerado são os custos na prevenção e controlo da poluição do ar. Nesse caso, devem ser considerados tanto os gastos governamentais como os das empresas privadas. Nos Estados Unidos da América, em 1968, por exemplo, em algumas comunidades, o gasto médio do controlo e da prevenção da poluição do ar foi de cerca de USD 0,10 por habitante a cada ano. Em termos de custo-benefício, estima-se que para cada dólar gasto no controlo da poluição do ar, evita-se o gasto de USD16 decorrentes dos gastos causados (Derísio, 2017: 119). A tabela 2.14. revela as categorias dos poluentes e os seus efeitos para o meio ambiente.

Poluentes	Características	Fontes principais	Efeitos gerais ao meio ambiente
Partículas inaláveis (MP10) e fumaça	Partículas de materiais sólidos ou líquido que ficam suspensas no ar na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem etc. Faixa de tamanho <10 micra.	Processos de combustão (indústria e veículos automotores), aerossol secundário (formado na atmosfera).	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo.
Partículas totais em suspensão	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem etc. Faixa de tamanho <100 micrómetros.	Processos industriais, veículos motorizados (exaustão), poeira de ruas suspensa, queima de biomassa. Fontes naturais: pólen, aerossol marinho e solo.	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo.
Dióxido de enxofre (SO ₂)	Gás incolor, com forte odor, semelhante ao gás produzido na queima de palitos de fósforo. Pode ser transformado a SO ₃ que, na presença de vapor de água, passa rapidamente a H ₂ SO ₄ . É um importante precursor de sulfatos, um dos principais componentes das partículas inaláveis.	Processos que utilizam queima de óleo combustível, refinaria de petróleo, veículos a diesel, produção de polpa e papel, fertilizantes.	Pode levar à formação de chuvas ácida, causar corrosão aos materiais e danos à vegetação: folhas e colheitas.
Dióxido de nitrogénio (NO ₂)	Gás marrom-avermelhado, com odor forte e muito irritante. Pode levar à formação	Processo de combustão envolvendo veículos	Pode levar à formação de chuva ácidas, danos a

Poluentes	Características	Fontes principais	Efeitos gerais ao meio ambiente
	de ácido nítrico, nitratos (o que contribui para o aumento das partículas inaláveis na atmosfera) e compostos orgânicos tóxicos.	automotores, processos industriais, usinas térmicas que utilizam óleo ou gás, incinerações.	vegetação e à colheita.
Monóxidos de carbono (CO)	Gás incolor, inodoro e insípido.	Combustão incompleta em veículos.	
Ozono (O ₂)	Gás incolor, inodoro nas concentrações ambientais e o principal componente da nevoa fotoquímica.	Não é emitido diretamente para a atmosfera. É produzido fotoquimicamente pela radiação solar sobre os óxidos de nitrogénio e compostos orgânicos voláteis.	Danos às colheitas, à vegetação natural, plantações agrícolas e plantas ornamentais.

Tabela 2. 15: Categorias dos poluentes e os seus efeitos para o meio ambiente.

Fonte: CETESB (2011b) *apud* Derísio (2017: 131).

Algranti (1991) realizou um estudo sobre as doenças respiratórias associadas à mineração de carvão no Brasil, afirmando que a actividade de extração do carvão mineral causa danos distintos ao sistema respiratório. Esta característica é comum a outras actividades extrativos minerais, envolvendo a exposição ocupacional, as composições diferentes de partículas e/ou fibras respiráveis. Historicamente, a mineração de carvão foi o segmento industrial responsável pelo intenso desenvolvimento de investigações relacionadas com doenças ocupacionais pulmonares, uma vez que despertou um interesse crescente pela importância da ocupação em relação à morbidade e mortalidade por doenças respiratórias. A exposição ou inalação de pó ou o consumo de água contaminada por algumas partículas de carvão mineral provoca sérios problemas à saúde humana pois, segundo a Organização Mundial de

Saúde (OMS), os elementos químicos, depositados na água ou no ar, têm propriedades que são perigosas para a saúde humana.

2.3.6. Atentado ao meio ambiente através da exploração de carvão mineral

Segundo CONAMA N.º 001, de janeiro de 1986, o impacto ambiental é definido como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante da actividade humana que, direta ou indiretamente, afeta a saúde, a segurança e o bem-estar da população. Incluem-se as actividades sociais e económicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, bem como a qualidade dos recursos ambientais. Assim, é feito o controlo ambiental na mineração, como a monitorização ambiental de diferentes parâmetros do meio físico e biológico para controlar as actividades potencialmente degradantes do meio ambiente, considerando-se assim os padrões de qualidade preconizados na legislação ambiental.

A mineração gera diversas consequências para diferentes grupos, nomeadamente, para trabalhadores de actividade mineira, para as populações residentes próximas aos locais de extração mineral, para as populações residentes e/ou próximas do trajeto modal de transporte, para pescadores e para populações residentes e/ou próximas dos portos de escoamento da produção (Coelho, 2015). Vale a pena destacar que a mineração a céu aberto não é intensiva em mão-de-obra. Como as operações de lavra são bastante automatizadas e mecanizadas (Curi, 2012), a maior parte dos investimentos é feita em maquinaria e equipamento, não sendo acompanhado na mesma proporção por investimentos relativos às condições dos operários. Isto traduz-se na criação de um número pequeno de emprego face a outras actividades económicas.

A crescente preocupação com os problemas ambientais resultantes da mineração de carvão na região de Moatize tem ocupado um lugar de destaque na comunicação social e nos órgãos governamentais, devido a possíveis impactos nos recursos hídricos e também devido à insatisfação actual das comunidades locais reassentadas pela mineradora Vale Moçambique (Mosca & Selemene, 2011).

O trabalho publicado por José & Sampaio (2012), com o tema *Estado da Arte da Mineração em Moçambique: Caso Carvão de Moatize – Tete*, refere que algumas partículas escapam e

acabam contaminando a água, o solo e o ar e estes factores prejudicam a saúde pública:

Um pré-requisito para o desenvolvimento sustentável deve ser a garantia de não contaminação de cursos de água, rios, lagos e mares bem como dos oceanos. As actividades humanas vêm insistentemente, poluindo as fontes naturais de água das quais todos dependemos; a mineração é uma dessas actividades que polui a água. Tem aumentado muito, no presente, a preocupação com o legado ambiental que as actividades de mineração têm deixado, principalmente nos países em vias de desenvolvimento. Em países em vias de desenvolvimento, como é o caso de Moçambique, questões relacionadas à possibilidade e qualidade da água é talvez a interface mais evidente na relação da indústria com as comunidades próximas a um empreendimento mineral e afetam diretamente a percepção e aceitação, pela sociedade, das actividades mineiras.

José & Sampaio (2012: 17).

Os processos de mineração (indústria metalúrgica, hidrometalúrgica) são, por natureza, grandes consumidores de água, nomeadamente, em locais onde haja risco potencial ao património ambiental, incluindo os recursos hídricos. Apesar do aprimoramento das práticas mineiras, em termos ambientais, nas últimas décadas ainda são muito significativos os riscos ambientais devidos à actividade de mineração.

2.3.7. As implicações do carvão mineral na saúde humana

Apesar do carvão mineral ser um produto que fornece energia e serve para a produção de diversos produtos, pode não ser benéfico para a população. São diversas as formas em que o carvão mineral pode provocar riscos para a saúde humana.

A drenagem ácida duma mina é feita por meio de bombas, que lançam águas sulfurosas no ambiente externo, produzindo alterações no solo de ordem mineralógica (formação de novos compostos), química (redução do pH) e física (baixa capacidade de retenção de água e permeabilidade), variando de acordo com a geologia do terreno. A drenagem ácida da mina é considerada um dos impactos mais significativos dos processos de mineração em geral, segundo consta no Relatório do Ministério de Ciência e Tecnologia (2008).

A queima do carvão para gerar energia lança no ar partículas sólidas e gases poluentes. Estes gases atuam no processo do efeito de estufa e do aquecimento global. O carvão mineral não é uma fonte de energia limpa e deveria ser evitada (Souza Filho, 1990 e José & Sampaio, 2012).

A poluição do solo através de carvão mineral também poderá comprometer a qualidade da água subterrânea, uma vez que pode ocorrer a redução do valor do pH da água, o que contribui para a solubilização de metais pesados. Entre eles, mercúrio, vanádio, cádmio, arsénio e chumbo na contaminação das águas subterrâneas. Segundo Júnior & Madeira:

Devido às características intrínsecas do processo de produção, que podem ocasionar graves danos à saúde dos trabalhadores e das pessoas circunvizinhas, que podem ter, como por exemplo: Altas incidências de doenças respiratórias devido a libertação de dióxido de enxofre, monóxido de carbono, e outros gases; a pneumoconiose; asma ocupacional e bronquite entre outras doenças. A queima de carvão para obtenção de energia produz efluentes altamente tóxicos como por exemplo o mercúrio e outros metais pesados como vanádio, cádmio, arsénio e chumbo. Além disso, a libertação de dióxido de carbono causa poluição na atmosfera, agravando o aquecimento global e contribuindo para a chuva ácida. Na década de 1950, a poluição atmosférica devido ao uso do carvão causou elevado número de mortes e deixou milhares de doentes em Londres, durante "o grande nevoeiro de 1952,

(Júnior & Madeira, 2005:18).

As actividades humanas, de exploração de quaisquer tipos de recursos, produzem efectivamente algum impacto, pelo que deveria existir sempre um plano de mitigação e de monitorização. A Nova Lei do Ambiente (Lei n.º 20/97) de 1 de outubro, I Série do número 40, 3.º Suplemento no seu Artigo 8.º requer que o Governo crie mecanismos adequados de modo a envolver os diversos sectores da sociedade civil, comunidades locais e as organizações de protecção ambiental na discussão e controlo de políticas e actividades atinentes a gestão dos recursos naturais do país. Desta maneira, inclusivamente com a participação de todos os atores, há maior probabilidade de controlar a poluição que durante as suas actividades coloca em perigo o meio ambiente e a biodiversidade.

Analisando as consequências que o carvão mineral provoca para a saúde humana, há uma preocupação enorme de tomar a sério o risco, de modo a mitigar os efeitos e a salvar vidas, mas também de modo a preservar a biodiversidade de forma a que a exploração de carvão seja sustentável, por outras palavras, que não venha prejudicar as gerações vindouras. Contudo, nota-se ainda uma sonegação agudizada e a não observância dos regulamentos da poluição atmosférica para o bem-estar da população.

2.3.8. As principais doenças provocadas pelo carvão mineral

Historicamente, a mineração de carvão foi o segmento industrial responsável pelo intenso desenvolvimento de pesquisa relacionada com as doenças ocupacionais pulmonares, uma vez que despertou um crescente interesse pela importância da ocupação em relação à morbidade e mortalidade por doenças respiratórias.

Segundo Algrant (1991) mas também Cefetrg (2010) e Souza Filho (1990), a actividade de extração do carvão mineral causa danos distintos ao sistema respiratório. As principais doenças associadas pelo processo de exploração de carvão mineral, são: Asma, hiper-reatividade brônquica, silicose, antracose entre outras. O desenvolvimento da doença depende da concentração total de poeira inalado; da dimensão das partículas; da composição

mineralógica das poeiras e do tempo de exposição. Entre as várias doenças que o carvão mineral pode causar, destacam-se as seguintes:

- **Silicose**

A silicose é uma doença pulmonar causada pela inalação de sílica. O pó de sílica é o elemento principal que constitui a areia, fazendo com que a doença acometa principalmente mineiros, cortadores de arenito e de granito, operários das fundições e oleiros. Qualquer tipo de exposição ao pó de sílica pode causar a silicose. Dos sintomas frequentes nesta doença destaca-se a diminuição da capacidade de respirar, fraqueza, tosse, intensas dores no peito, perda de peso não intencional e febre respiratória.

- **Antracose**

Antracose é uma lesão pulmonar caracterizada por pigmentação de partículas de carvão. É geralmente observada em mineiros, populações de grandes centros urbanos ou de áreas poluídas, além de fumantes. Tem caráter inócuo, porém sua evolução pode originar disfunções pulmonares graves, principalmente em profissionais que constantemente entram em contato com a poeira de carvão. Embora a doença possa não manifestar nenhum sintoma específico, ela pode ser agravada se o indivíduo tiver o hábito de fumar, pois a presença de pequenas partículas de carvão nos pulmões pode agravar as doenças causadas pelo tabaco, levando ao surgimento de uma tosse persistente. Os indivíduos mais propensos a desenvolver complicações são os moradores das grandes cidades poluídas e os mineradores de carvão. Neste último caso, a prevenção pode ser feita através da utilização de uma máscara enquanto se está a trabalhar com o carvão, evitando assim esta lesão.

O mesmo autor acrescenta que os impactos negativos podem variar, desde a geração e transporte de sedimentos causados por estradas mal conservadas durante a fase de exploração até o assoreamento de cursos de água e aumento de partículas sólidas em suspensão nas águas durante a fase de operação da mina.

A maioria da população moçambicana vive nas zonas rurais e, algumas delas, nos locais onde as empresas se encontram instaladas como é o caso de megaprojetos de empresas de extração de carvão mineral, material de construção civil, etc. Assim, a contaminação da água inviabiliza o desenvolvimento sustentável das comunidades e do próprio país. Este é um dos grandes problemas que a mineração tem colocado e que deve e pode ser mudado com a

utilização das melhores práticas de gerenciamento ambiental por parte da indústria extrativa mineral. Após serem removidos, os materiais estéreis, que muitas vezes contêm sulfuretos que podem gerar águas ácidas, metais pesados, e outros contaminantes, são muitas vezes armazenados acima dos terrenos em volumosas pilhas com drenagem livre. Estas pilhas de material estéril deixado à superfície em zonas já exploradas (bedrock) são uma importante fonte de poluição por metais pesados.

2.3.9. Conhecimento da população sobre os riscos devido ao carvão mineral

As grandes companhias ou megaprojectos que estão na fase de prospeção, e outras que já estão a explorar os recursos minerais, estão em zonas rurais. Nas zonas em referência, a maioria da população é analfabeta e a sua maior fonte de subsistência é a agricultura, a criação de gado em pequena escala, a caça de pequenos animais e a pesca principalmente praticada por aqueles que vivem junto aos rios com águas não periódicas.

Acerca do Perfil do Distrito de Moatize, O MAE (2005) referencia que 68% da população do distrito de Moatize é analfabeta, predominantemente as mulheres. A taxa de escolarização no distrito é baixa, sendo que apenas 40% dos habitantes frequentam ou frequentaram a escola. Face a esta situação de baixa escolaridade, a população não tem conhecimento suficiente dos riscos inerentes à poluição causada pela exploração do minério do carvão. Apesar de haver algumas pessoas que podem conhecer os riscos desta actividade, não conseguem fazer chegar este tipo de informação à maioria da população.

A mesma lei no seu artigo 9.º, relacionado com a poluição ambiental, proíbe a produção e depósito de quaisquer substâncias tóxicas e poluentes em solos, subsolos, água ou atmosfera, bem como a realização de actividades que tendam a acelerar a erosão e a desertificação, desflorestação ou qualquer outra forma de degradação do meio ambiente, além dos limites estabelecidos por lei. Estas e outras informações a população não a possui.

2.4. A relação entre as empresas mineradoras e a população circunvizinha

2.4.1. A relação entre as comunidades e as empresas mineradoras

Qualquer actividade mineira, desde o estudo de viabilidade até à exploração do recurso natural, exige espaço geográfico para a sua execução. Para se entender melhor a relação entre as comunidades e as empresas de exploração de carvão mineral em Moatize, há necessidade, em primeiro lugar, de observar a legislação acerca da forma de titularização mineira, sejam

as técnicas envolvidas, sejam as vantagens e desvantagens da mineração para as populações nativas. Atento aos desígnios do n.º 1 das alíneas a) até à g) do artigo 5 da Lei no20/2014 de 18 de agosto, Lei de Minas⁵, observa-se que a titularização mineira é feita através de:

- a) Licença de Prospecção e Pesquisa;
- b) Concessão Mineira;
- c) Certificado Mineiro;
- d) Senha Mineira;
- e) Licença de Tratamento Mineiro;
- f) Licença de Processamento Mineiro;
- g) Licença de Comercialização de Produtos Mineiros.

Nesta perspetiva, a competência do Governo é proteger as comunidades onde as actividades de exploração mineira são autorizadas e, ainda, promover o desenvolvimento sócio-económico em prol do seu bem-estar (n.º1, da alínea g, do artigo 13 da Lei de Minas no20/2014). Para tal, há necessidade de criar o Desenvolvimento Local, através das actividades mineiras levadas a cabo numa determinada zona ou região. As comunidades deverão ser beneficiadas, para o seu desenvolvimento, da seguinte maneira:

- 1) Uma percentagem das receitas geradas para o Estado pela extração mineira deve ser canalizada para o desenvolvimento das comunidades das áreas onde se localizam os respetivos empreendimentos mineiros;
- 2) A percentagem referida no número anterior é fixada na Lei do Orçamento do Estado, em função das receitas previstas e relativas à actividade mineira. (o n.º 1 do artigo 20 da mesma lei).

2.4.2. Contacto prévio com as comunidades locais e reassentamento em lugares seguro

Atendendo à Legislação Moçambicana referente à exploração de recursos minerais, no que se refere aos deveres específicos do titular de uma licença de exploração da mina, a lei de

⁵ A presente Lei de Minas estabelece os princípios gerais que regulam o exercício dos direitos e deveres relativos ao uso e aproveitamento de recursos minerais, incluindo a água mineral. Esta Lei tem como objeto regular o uso e aproveitamento dos recursos naturais, em harmonia com as melhores e mais seguras práticas mineiras, socioambientais e transparência, com vista a um desenvolvimento sustentável e de longo prazo e captação de receitas para o Estado. (Lei de Minas 20/2014 de 18 de agosto, Série nº 66, publicado no Boletim da República).

minas no n.º1 do artigo 40 faz referência aos deveres específicos do titular, na qual se diz que o titular de licença de prospeção e pesquisa tem, de entre outros deveres, os seguintes:

- a) Exercer actividade mineira em conformidade com as leis e regulamentos;
- b) Respeitar as comunidades locais e contribuir para a preservação dos aspectos socioculturais das sociedades;
- c) Indemnizar os utentes da terra por danos causados à terra ou propriedade como resultado das actividades de prospeção e pesquisa na área;
- d) Executar as actividades de acordo com as boas práticas mineiras e sócia-ambientais;
- e) Observar as normas de segurança técnica e de saúde para as actividades geológicas-minerais, em cumprimento da legislação aplicável e efetuar a recuperação ambiental da área e reparar os danos resultantes das actividades de prospeção e pesquisa, em conformidade com a legislação ambiental. E por sua vez, o nº 2 do art. 39 da mesma lei diz que, executar na íntegra o plano de indemnização e reassentamento da população.

Analisando atentamente a lei acima citada, nota-se uma orientação clara por parte das empresas mineradoras de, antes de execução das actividades, aproximarem as comunidades locais, reunindo-se com elas e explicando o que poderá acontecer na sua povoação ou região, em termos de impactos económicos, ambientais e sociais, entre outros que a actividade da empresa poderá trazer durante e no final das suas actividades. O diálogo prévio com as populações é um instrumento indispensável para manter um clima favorável entre as empresas e a população nativa ou abrangida.

2.4.3. Os conflitos emergentes na exploração de carvão mineral

A exploração de recursos pode ser fonte de desenvolvimento e estabilidade social, política e económica, como também pode ser fonte de insegurança e conflito. Os benefícios da exploração de recursos podem melhorar a qualidade de vida das comunidades. Pelo contrário, as populações podem ter a perceção de que o que lhes é de direito não é concedido e, como consequência direta, há predisposição para manifestar e conflitar em defesa da materialização dos referidos direitos (Zeca, 2013 e Zeca et al., 2016).

A relação causal da exploração de recursos naturais e os conflitos é complexa. Nesta relação os conflitos emergem numa interação entre factores políticos, sociais, económicos e ecológicos (Maphosa, 2012 apud Zeca, 2013). De acordo com ADECRU (2014) e Zeca

(2013), o anúncio das descobertas de gás na Bacia do Rovuma e o início da actividade de exploração do carvão pela Empresa Vale Moçambique aumentaram a expectativa de vários segmentos sociais relativamente aos dividendos que o Estado Moçambicano estaria a ter e que, contudo, não tem capacidades para dar resposta a essas expectativas, por sua vez estas são imediatas junto das populações, o que aumenta a sua frustração.

A esperança era que a partir de 2018, os dividendos, reembolsos e impostos que advêm dessa actividade pudessem melhorar a capacidade do Estado em responder a essas expectativas das populações. A melhoria da capacidade de resposta por parte do Estado só será possível se ocorrer uma melhoria ao mecanismo de comunicação e diálogo entre o Governo e os diversos setores sociais. No fundo, de modo a que se saibam as reais quantidades exploradas e os dividendos desta exploração. A transparência, a ética e os mecanismos de prestação de informação e contas devem ser melhorados, evitando-se situações de descontentamento social como resultado da insatisfação social (Araújo, 1988 e Zeca et al., 2016).

Com vista a explicar possíveis situações de surgimento de conflitos, entre os agentes envolvidos na actividade de exploração dos recursos minerais, apresenta-se na tabela 2.16. a análise SWOT na qual são indicadas as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças a que os atores estão sujeitos.

Referências	Estado Moçambicano	Empresas mineradoras (Megaprojetos Mineiros)	Comunidades locais
Forças	<ul style="list-style-type: none"> - Ocorrência de recursos minerais- carvão e minérios das áreas pesadas; - Soberania Nacional dos recursos; - Legislação nacional sobre recursos minerais. 	<ul style="list-style-type: none"> -Licenças e autorização Estatal de exploração; -Recursos financeiros; <i>Know-how</i> no sector dos recursos minerais; -Experiência no sector de mineração; - Capacidade de negociação de contratos sobre exploração de recursos. 	<ul style="list-style-type: none"> -Identidade territorial; - Identidade cultural; - Advocacia da sociedade civil; - Legislação Nacional sobre recursos, fiscalidade e direitos comunitários; -Desenvolvimento de estudos e massa crítica sobre recursos minerais.

Referências	Estado Moçambicano	Empresas mineradoras (Megaprojetos Mineiros)	Comunidades locais
Fraquezas	<ul style="list-style-type: none"> -Capacidade de negociação; -Falta de recursos financeiros; -Falta de <i>know-how</i> no sector de mineração; - Falta de experiência na mineração e fraqueza institucional; - Dificuldades económicas - Índice elevado de pobreza. 	<ul style="list-style-type: none"> -Vulnerabilidade à soberania do Estado; -Instabilidade política, económica e militar; - Desconhecimento de aspectos territoriais e culturais; - Baixa reputação internacional na relação com as comunidades onde ocorrem recursos. 	<ul style="list-style-type: none"> -Falta de recursos financeiros; - Falta de <i>know-how</i>; -Mão-de-obra não qualificada; -Não acesso aos contratos celebrados entre as empresas e o Estado; - Dificuldade de negociação com Estado e as empresas.
Oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> -Atrair investimentos externos; - Melhorar o crescimento e desenvolvimento económico; - Oportunidade de obter um <i>know-how</i> a partir das companhias; - Alargar o debate público sobre indústria extractiva; - Tornar-se num ator preponderante no mercado regional e internacional. 	<ul style="list-style-type: none"> -Acesso a recursos minerais; - Obtenção de lucros provenientes do sector de mineração; - Obtenção de mão- de-obra barata; -Explorar as fragilidades legais e fiscais moçambicanas; - Exploração sustentável dos recursos comunitários e promoção de segurança ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de emprego; - Empreendedorismo; -Desenvolvimento a nível local onde as empresas operam; - Desenvolver estudos e uma massa crítica sobre recursos minerais em Moçambique.

Referências	Estado Moçambicano	Empresas mineradoras (Megaprojetos Mineiros)	Comunidades locais
Ameaças	<ul style="list-style-type: none"> - Incapacidade de satisfazer as expectativas e consequentemente, surgimento de sentimentos de privação relativa; - Sabotagem das infra-estruturas por parte das comunidades; - Emergência de estudos e massa crítica sobre recursos minerais de moçambicanos e estrangeiros. 	<ul style="list-style-type: none"> -Instabilidade política e militar; -Sabotagem das infra-estruturas por parte das comunidades; - Revoltas populares; - Oscilação do valor dos minerais no mercado mundial. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exploração insustentável dos recursos comunitários; - Incumprimento das promessas de responsabilidade social; - Insegurança ambiental e - Ações das Forças de Defesa e Segurança.

Tabela 2. 16: Análise SWOT das Potencialidades para o surgimento de conflitos relacionados com a exploração de recursos naturais em Moçambique.

Fonte: Adaptado de Zeca & Macanhengane et al. (2013: 35-36) *apud* Zeca et al. (2016: 76- 77)

O Estado Moçambicano possui muitos recursos minerais como é o caso do carvão mineral e de outros minérios, nos quais se incluem as areias pesadas. Por ser um país soberano, deve-se também possuir toda a legislação sobre a área de exploração mineral. O licenciamento dos Mega Projectos Mineiros ocorre de acordo com o tipo de recursos a ser explorado. Estas empresas possuem capital financeiro, conhecem a forma de exploração de minérios, possuem recurso humano altamente qualificado e, também, a capacidade de negociação de contratos. Estão preparados para lidar com a exploração de recursos e a negociação de contratos de exploração e de preços de bens e produtos nos mercados internacionais (ADECRU, 2014).

Apesar do Estado ser detentor das leis e dono das terras, a população é nativa e vive aí há várias gerações, apesar de não possuírem documentos oficiais que lhes confere o Uso e Aproveitamento da Terra (DUAT). Os seus bisavôs, avós e ancestrais viveram desde os tempos passados nestas zonas. Possuem e conservam as suas culturas, com estruturas sociais já preestabelecidas, fazem das suas terras a agricultura, a pastorícia, pesca, sepultura dos seus entes-queridos, entre outras actividades.

O mencionado quadro demonstra que o Estado tem falta de recursos financeiros para fazer face à exploração dos mineiros existentes no país. Há falta de conhecimento técnico no sector da mineração, falta de experiência geral na mineração, o que potencia o apelo aos investidores externos. Há também falta de experiência e dificuldade económica. É necessário garantir que as actividades são concretizadas e que há resultados satisfatórios. Apesar de tantos recursos existentes, Moçambique possui um índice muito elevado de pobreza que contrasta com o tipo e a quantidade de recursos existentes. Os Megaprojetos Mineiros são actualmente considerados por algumas entidades como uma vulnerabilidade à soberania do Estado, dando origem a instabilidade política que, por sua vez, levanta a incerteza sobre o nível de investimento realizado. É de considerar ainda a economia nacional e as questões militares que o Estado tem de garantir dado que estes projectos não estão isolados, sendo crucial que haja paz, estabilidade política, económica e social.

Os projectos de alguns aspectos territoriais e culturais apenas estão para explorar os recursos e pouco se interessam em conhecer e perseverar os usos e costumes nativos. Para além disto, pode-se notar também a baixa reputação internacional na relação com as comunidades nas zonas de exploração de recursos minerais. As comunidades locais, afetadas pelos projectos, têm falta de recursos financeiros, falta de know-how, de mão-de-obra qualificada para oferecer aos megaprojetos, não têm acesso aos contratos celebrados entre os projectos e o Estado, para além de dificuldade de negociação com o Estado e as Empresas. Neste processo, as comunidades constituem agentes passivos sem tomar parte das decisões. Macanhengane (2013) *apud* Zeca et al. (2016) afirmam que "as comunidades locais concentram suas forças em questões de identidade territorial e cultural". Por sua vez, (Araújo, 1988 e Zeca, 2016) enfatizam que este aspecto chama a atenção para a dimensão identitária relacionada com o território e as questões culturais, sendo elementos de força motriz das comunidades.

Bannon & Collier *apud* Macanhengane, referem que:

"Numa situação em que se tenta criar uma sociedade étnica "homogénea" a descoberta de novos recursos pode transformar essas pretensões em efetivos e violentos movimentos secessionistas encapuzados na retórica de injustiça étnicas. Isto porque, se as populações ou grupos étnicos que se encontram incrustados nas zonas onde se exploram ou há ocorrência de recursos naturais, se não sentirem os benefícios da exploração em termos de melhoria das condições de vida bem como se houver uma percepção de que não tem acesso ou tem acesso limitado aos benefícios minerais pode servir como terreno fértil para a mobilização".

(Bannon & Collier, 2003: 5 *apud* Macanhengane, 2013: 31)

Nesta senda, pode dizer-se que a falta de qualificação destas pessoas, a pobreza e falta de

acesso à informação sobre a celebração dos contratos de exploração, dos recursos entre empresas e o Estado, abrem portas para sentimentos de privação que degenera em conflitos. Todavia, as actividades relacionadas com advocacia da Sociedade Civil, junto das comunidades, a legislação nacional sobre recursos, a emergência de estudos e massa crítica sobre recursos minerais constituem elementos de força.

Considerando o modelo de exploração de recursos minerais, em que o processo é levado a cabo por multinacionais, em megaprojetos, com recursos a tecnologia de ponta e, em muitos casos, perto das povoações sem que primeiro tenha ocorrido o reassentamento para locais seguros das populações, em Moçambique existirão sempre razões para a eclosão de:

- conflitos sociais devido a concepções diferentes como as políticas e estratégias;
- conflitos de interesse, dada a diversidade de interesses entre os diversos seguimentos envolvidos nestas actividades;
- conflitos regionais com dimensão provincial ou regional, alimentados por nativos das zonas onde a exploração mineira ocorre e por aqueles que não se sentem incluídos nos processos (Zeca, 2013 *apud* Zeca et al., 2016: 79).

Na descoberta de minerais, o Estado possui várias oportunidades como: atração de investimentos internos e externos; melhorar o crescimento e desenvolvimento económico; possuir o *know-how* das companhias ou projectos; alargar o debate público sobre as indústrias; tornar-se um actor preponderante no mercado regional e internacional. Os megaprojetos das empresas têm acesso a um conjunto de situações que constituem vantagens importantes, tais como: acesso a recursos mineiros e obtenção de lucros providos no sector de mineração; obtenção de mão-de-obra barata; usufruto de fragilidades legais e fiscais moçambicanas; exploração sustentável dos recursos comunitários e promoção da segurança ambiental. Em contrapartida, as comunidades residentes nas zonas de exploração ou abrangidas por aqueles megaprojetos têm como contrapartida o emprego, o empreendedorismo, o desenvolvimento a nível local onde as empresas operam e também o desenvolvimento de estudos sobre recursos minerais.

Do ponto de vista das ameaças, há três entidades a considerar. Em relação ao Estado, persiste a incapacidade de se satisfazerem as suas expectativas e, conseqüentemente, surgem sentimentos de privação relativa, bem como a sabotagem das infra-estruturas por parte das comunidades, a emergência de estudos e a massa crítica sobre recursos minerais de Moçambique e de estrangeiros; para as empresas, há instabilidade política e militar, revoltas

populares, oscilação do valor dos minerais no mercado internacional; e, por fim, para as comunidades, constituem ameaças a exploração insustentável dos recursos comunitários, o incumprimento das promessas de responsabilidade social, a insegurança ambiental e também as ações das forças de defesa e segurança. Os megaprojetos são actividades de investimentos e produção com carácter especial. A sua dimensão é definida pelo montante de investimento e o seu impacto na produção e comércio é enorme. De acordo com Branco *apud* Zeca et al.

"Os megaprojetos são áreas quase exclusivamente de intervenção de grandes empresas multinacionais por causa dos elevadíssimos custos das qualificações e especializações requeridas, da magnitude das condições competitivas e especialização dos mercados fornecedores e consumidores, geralmente dominados por oligopólio e monopólios. Estas empresas, geralmente, exercem controlo sobre os mercados em que ou com que operam. Em economias menos desenvolvidas, como Moçambique, estas empresas podem exercer considerável poder. Por exemplo, a BHP Billiton, principal acionista da Mozal e das áreas mineiras de Chibuto tem portfólio de investimento em Moçambique superior a 40% do PIB Moçambicano o que lhe confere enormes vantagens na negociação política com as instituições públicas"

(Branco, 2008: 2 *apud* Zeca et al., 2016: 83).

As grandes multinacionais exercem as suas actividades com muito pouca regulação estatal. Isto significa que celebram contratos que lhes permitem obter riquezas com pequenas contribuições para o orçamento do Estado, violam impunemente os direitos humanos das populações onde existem recursos, procedendo ao seu reassentamento, com desrespeito pelos lugares sagrados, pelos ecossistemas que têm organizado a sua vida desde há dezenas ou centenas de anos. Sempre que as populações protestam são brutalmente reprimidas pelas forças policiais e militares.

Os megaprojetos são transformadores, alterando a vida das comunidades locais, alterando a geografia local de forma rápida e visível. É deste processo de alteração da vida das comunidades que, não sendo observados de forma detalhada os aspectos quantitativos e qualitativos da vida da população diretamente afetada, surgem conflitos motivados pelas questões de justa compensação, o que se tem verificado em zonas onde estão os Megaprojetos de Areias Pesadas de Moma (Kenmare) e os Megaprojetos de Carvão de Moatize (Vale).

Os conflitos também têm origem no sector mineiro (Branco, 2009 *apud* Macuacua, 2017), uma vez que aquilo que tem sido retido em forma de fundos e projectos sociais locais é muito pouco e abaixo de 1% dos saldos comerciais dos grandes projectos e, ainda, inferior a 1,5% das transferências destes projectos para o exterior. Além disso, (Branco, 2009) acrescenta que muitas actividades e projectos sociais são definidos e implementados sem participação

ativa das comunidades locais, tornando as ações da Responsabilidade Social Empresarial (SER) pouco relevantes para responder aos desafios de desenvolvimento local. As comunidades não estão devidamente organizadas, o que torna a sua participação menos efectiva.

2.4.3.1. Razões de conflitos

Existem diversas razões para os conflitos que se registam em Moatize entre as empresas mineradoras e as populações, tal como se lista de seguida (Araújo, 1988; CIP, 2010 e Castelo-Branco, 2008 e ADECRU, 2014):

1. Reassentamento da população nativa;
2. Justa indemnização;
3. Desemprego;
4. Falta do diálogo entre as partes;
5. Falta de transparência na distribuição dos rendimentos das empresas locais sob forma de responsabilidade social entre outros.

- **Reassentamento da população nativa**

O desenvolvimento de projectos económicos na província de Tete tem implicado o reassentamento involuntário de muitas famílias, gerando a perda de terras aráveis, meios de sobrevivência e destruição de redes sociais. A tabela 2.16 mostra os projectos de exploração de carvão e outros que afetam um total de 2.496 famílias. Até à data de visita, no âmbito deste estudo, apenas cerca de 59% das famílias afetadas haviam sido reassentadas. É exemplo da Jindal que, em violação da Lei, iniciou as suas operações sem que tivesse reassentado as 577 famílias à volta da mina, sendo que algumas perderam as suas áreas de cultivo sem a necessária compensação (CIP, 2010).

Distrito	Posto Administrativo	Bairro	Nº de famílias	Talhões demarcados	Talhões atribuídos	Empresas Mineradoras
Moatize	Cambulatsitsi	Cateme	717	800	717	Vale
		Mualadzi	400	500	400	Rio Tinto
	Moatize	25 de Setembro	288	300	288	Vale
		Nhamitsatsa	8	10	8	Vale/Rio Tinto

Distrito	Posto Administrativo	Bairro	Nº de famílias	Talhões demarcados	Talhões atribuídos	Empresas Mineradoras
		Samoa		Em processo	Em processo	Minas Revubué
Marara	Cachembe	Chirodzi Ponte	460	Em processo	Em processo	Mphanda Nkuwa
		Nhatsanga	577	Em curso	Não disponível	Jindal
Cidade de Tete	Cidade de Tete	Mpadwe	50	50	50	Governo
Nova Ponte	Chitima	Chissua	712	Em processo	Em processo	ERNC
TOTAL			3.212	1.660	1.463	

Tabela 2. 17: Total da população reassentada.

Fonte: CIP (2010) e DPTADER – Tete (2010).

Segundo o Relatório do CIP (2010), os megaprojetos que estão a explorar o carvão mineral, em grande escala, no distrito de Moatize, província de Tete, são a Vale Moçambique e a CVRD. A Vale Moçambique transferiu para o reassentamento 1.313 famílias que habitavam nas zonas de produção de carvão mineral no Município da Vila de Moatize. Assim, a distribuição, considerada “separatista” foi feita do seguinte modo: primeiramente, 717 famílias, consideradas rurais, foram reassentadas na localidade de Cateme, localizada a 40 km da Vila de Moatize; seguiram-se posteriormente 288 famílias, consideradas semiurbanas que foram para o Bairro 25 de Setembro; e, por fim, houve um grupo de famílias que não aceitou encaixar-se na categorização feita pelo censo da Vale e, portanto, 308 famílias ficaram registadas como tendo optado por receber uma “indenização assistida”, isto é, escolheram não ir para nenhum dos dois locais de reassentamento: nem para Cateme nem para 25 de Setembro.

Tanto os reassentados como o Governo de Moatize consideram que a Vale usou a estratégia de dividir para reinar. Referem o facto de Cateme ficar longe da cidade, a cerca de 40 km, e o facto de as casas lá serem precárias, sem fundações, nem vigas, nem condições que seriam facilmente rejeitadas se

as famílias “semi-urbanas” fossem enviadas para lá. A Vale diz, por sua vez, que a divisão não era para reinar, mas apenas por uma questão de justiça. Quem sempre viveu como “semiurbano” merece estar mais próximo da cidade ao passo que quem ganha a vida cavando a terra sentir-se-á melhor mais longe da cidade, segundo as palavras do gerente de Comunicação, Adriano Ramos.

Pelo sim, pelo não, as famílias chamadas “rurais” consideram que as casas que lhes foram dadas são más. Falam mesmo de uma “burla” perpetrada pela Vale, porque o projeto de construção das casas para os reassentados previa a construção, em primeiro lugar, de uma casa-modelo. Ora, aconteceu que a Vale fez (ou mandou fazer) uma boa casa-modelo, que foi apresentada tanto ao Governo como aos líderes comunitários, cujas populações iriam habitar as casas do reassentamento, assim como aos visitantes do IFC (International Finance Corporation) que foram a Cateme. No entanto, na hora de construir as restantes casas, essas foram mal feitas, sem fundações, vigas ou pilares. A Vale argumenta que não há nenhum problema em ter construído casas daquele tipo, pois são modernas e muito comuns na América-Latina, concretamente no Brasil, de onde a Vale vem. Mas tal não é verdade. Em nenhuma parte do Brasil se fazem “casas modernas” como as de Cateme, que antes de serem habitadas já têm rachas nas paredes e os tetos já apresentam infiltrações de água (CIP, 2010).

Por causa dos problemas encontrados, 28 famílias recusaram receber as casas, alegando vários factores, entre eles, rachas nas paredes, deficiências no teto, casas com compartimentos inferiores aos que tinham nas suas antigas casas, falta de grades de segurança e varandas. Estas queixas foram confirmadas tanto pela Vale como pelo Secretário Permanente do Distrito de Moatize, Alberto Domingos Augusto Macamo. A braços com a situação das 28 famílias, que se recusam de ir morar para as casas do reassentamento, a Vale solicitou a intervenção do Governo. O Governador Provincial de Tete ordenou assim a criação de uma comissão provincial para lidar com o conflito. O líder da comunidade de Chipanga foi notificado pela Comissão criada pelo Governador. Não só foi ameaçado e acusado de agitador, como recebeu o aviso de que seriam tomadas medidas contra ele e contra todos os que pretendem inviabilizar o desenvolvimento. Deste modo, a comunidade de Chipanga acusa a Vale de estar a negar a atribuição de casas que já tinham sido registadas em nome de 11 crianças órfãs cujos progenitores pereceram no decurso do processo de reassentamento (CIP, 2010). Todo este processo, levado a cabo pela Vale, durou mais de dois anos, tendo os primeiros passos (mapeamento, censo, “consultas comunitárias”, etc.)

começado em 2007. Durante esse intervalo de tempo, a vida da população de Chipanga e Mithethe parou. Foi proibida qualquer tipo de construção ou benfeitoria e os trabalhos das machambas foram suspensos. Pelo meio do processo surgiram 50 novas famílias, resultante de jovens recém-casados que, aquando do começo do processo de reassentamento, eram parte do agregado familiar dos seus pais. A Vale nega a responsabilidade dessa situação natural, defendendo que ela se responsabiliza apenas pelas famílias que existiam até 2007, quando o processo de reassentamento começou.

A Vale previa concluir o reassentamento de Moatize a 25 de junho de 2010, mas tal não foi possível porque o processo foi interrompido várias vezes devido a chuva e a desentendimentos entre as famílias a serem transferidas, a empresa e as autoridades governamentais, em questões de compensações, datas e horas de mudanças. Até julho de 2010, estavam ainda por reassentar 50 famílias em Cateme e 40 no Bairro 25 de Setembro.

Assim, não só falhou o cumprimento dos prazos de reassentamento como também falharam as indemnizações devidas às famílias que se recusaram em ir para os bairros de reassentamento. Estas continuam atrasadas, estando neste momento 30 famílias à espera de as receber. Essas compensações foram inicialmente fixadas em 87.500,00 Mts e, mais tarde, reajustadas para 112.000,00 Mts para cada beneficiário atingido, independentemente do tipo de casa em que habitava (CIP, 2010).

O Governo de Moatize acusa a Vale de não honrar os compromissos assumidos junto do Governo no âmbito do processo de reassentamento. Como por exemplo, o Secretário Permanente de Moatize, que estaria de “costas voltadas” entre a empresa e o Governo, aponta alguns problemas:

“[O] primeiro problema que surgiu, e que foi reportado pelos representantes da comunidade, foi a mudança da estrutura da casa modelo. As casas que foram sendo feitas ao longo do processo são diferentes do modelo aprovado pelo Governo e pelas pessoas que vão morar lá. A equipa de engenharia achou que devia introduzir um novo modelo: não têm fundações, diz-se que é o modelo raiter da América Latina. Outro ponto, que estava também em discussão, é o sistema de abastecimento de água. Nós acordámos sobre um sistema de abastecimento de água (um sistema unificado), um depósito de betão e, depois, um sistema de distribuição para todas as casas. Só que, no ato da execução, a equipa de engenharia

propôs outro modelo, de sistemas dispersos e já não teria uma estrutura de betão, mas seria uma estrutura de tanques de plástico.”

O CIP (2010) e ADECRU (2014) afirmam que o megaprojecto de carvão mineral de Benga, também localizado no distrito de Moatize, em Tete, é desenvolvido pela Riversdale Moçambique, subsidiária da companhia australiana Riversdale Mining⁶. Esta empresa obteve a concessão mineira para uma área 4.560 hectares, em abril de 2009, com uma duração de 25 anos. De acordo com os planos da empresa, divulgados pela imprensa nacional e estrangeira, a exploração deveria iniciar-se no ano de 2011, podendo estender-se até 2035, mas a mesma foi antecipada para o ano de 2010.

O relatório da CIP (2016) refere que em Moatize foram implantados com demasiados erros. Erros considerados absolutamente evitáveis caso tivesse havido mais transparência e inclusivismo da parte do Governo e caso se tivesse enveredado por um diálogo mais profundo e franco, tanto com as mineradoras como com a população diretamente afetada. As pessoas afetadas são sempre tratadas como meros objetos dos reassentamentos que devem, por isso, limitar-se a obedecer aos padrões que as empresas ditam. Quem ousa discordar ou sequer questionar os termos e mecanismos de compensação é acusado de estar contra o “desenvolvimento”.

Assim sendo, a ausência de políticas e práticas do Estado que protejam os interesses públicos fica explicada pelo conflito de interesses, pela capacidade de proteção de que goza o capital estrangeiro – factores que tornam os governantes de baixo nível incapazes de agir por medo de ferir interesses “das elites políticas” e verificar-se cada vez mais, um descontentamento por parte da população que, em vez de ser beneficiada com o processo de exploração dos recursos, é submetida a condições desumanas e poucas vezes se sente representada pelo Governo. Esta situação é, portanto, geradora de conflitos que serão descritos no subcapítulo a seguir.

⁶O reassentamento pela Riversdale previa transferir pessoas, cemitérios e o aeroporto de Chingozi. À semelhança da Kenmare, em Moma, e da Vale Moçambique, em Moatize, a Riversdale Moçambique, que opera na localidade de Benga, distrito de Moatize, em Tete, deveria pessoas numa zona residencial para outra 1.147 famílias, equivalentes a 5.600 pessoas, que compõem as cinco comunidades (Capanga Nzinda, Capanga Gulo, Capanga Luani, Mpala e Nhanganja) actualmente residentes dentro da sua área de concessão em Benga.

- **Reassentamento da população nativa**

O n.º 1 do artigo 30 da Lei de Minas estabelece que quando a área disponível da concessão abrange, em parte ou na totalidade, espaços ocupados por famílias ou comunidades que impedem o seu reassentamento, a empresa é obrigada a indemnizar os abrangidos de forma justa e transparente, em moldes a regulamentar pelo Governo. Para a justa indemnização, as alíneas a), c) e d) do n.º 2 do artigo 31 da mesma Lei de Minas menciona que o conteúdo da justa indemnização aos utentes dos direitos preexistentes abrangidos pela actividade mineira referida no artigo anterior abrange, *inter alia*:

- a) Reassentamento em habitações condignas pelo titular da concessão, em melhores condições que as anteriores;
- b) Pagamento do valor das beneficiárias nos termos da Lei de Terra e outra legislação aplicável;
- c) Apoio no desenvolvimento das actividades de que depende a vida e a segurança alimentar e nutricional dos abrangidos;
- d) Preservação do património histórico, cultural e simbólico das famílias e das comunidades em modalidades a serem acordadas pelas partes e;
- e) O número único, reforçando que o reassentamento definido só pode ocorrer quando as pesquisas confirmarem as disponibilidades dos recursos minerais, objeto da licença, para efeitos de início da produção, obedecendo a princípios definidos em regulamento do Conselho de Ministros.

Sobre o envolvimento das comunidades, a lei refere que:

- a) É obrigatória a informação prévia às comunidades sobre o início das actividades de prospeção e pesquisa, bem como a necessidade do seu reassentamento temporário para tal fim; é obrigatória a consulta prévia pelas comunidades antes da obtenção da autorização do início da exploração mineira;
- b) O Governo deve criar mecanismos de envolvimento das comunidades nos empreendimentos mineiros implantados nas suas áreas;
- c) Cabe ao Governo assegurar a organização das comunidades abrangidas para o seu envolvimento nos empreendimentos de actividade mineira nos termos do número anterior (os n.ºs 1, 2, 3 e 4 do artigo 32, da Lei no20/2014 da Lei de Minas).

Deveres gerais dos titulares. Em concreto, nas alíneas b), c), k), l) m) e n) do n.º 4 do artigo

36, da Lei n.º 20/2014 da Lei de Minas, faz-se referência aos deveres gerais dos titulares do direito mineiro que têm, entre outros, os seguintes deveres:

1. Realizar ações de desenvolvimento social, económico e sustentável nas áreas de concessão mineira;
2. Assegurar posto de trabalho e formação técnica a cidadãos nacionais, preferencialmente àqueles que residem na área de concessão;
3. Desenvolver ações de proteção da natureza e do ambiente, de acordo com o estudo de avaliação do impacto ambiental aprovado pelas autoridades competentes;
4. Promover a segurança, saúde, higiene e salubridade pública, em conformidade aplicável na República de Moçambique;
5. Informar as incidências da actividade mineira sobre a ocupação do solo e as características do ambiente;
6. Reparar, nos termos da lei, os danos provocados a terceiros pelo exercício das actividades geológico-minerais.

De acordo com o n.º 1 do artigo 44, que faz referência dos deveres específicos do titular, o titular da concessão mineira deve, antes do início de qualquer trabalho de desenvolvimento e extração na área para a qual a concessão mineira é atribuída, obter:

1. Licença Ambiental;
2. Direito de uso e aproveitamento da terra;
3. Aprovação do plano de indemnização e reassentamento.

No n.º 2 do mesmo artigo é mencionado que titular da concessão mineira deve observar, entre outros, os seguintes deveres: (a) exercer a actividade mineira em conformidade com as leis e regulamentos em vigor; (b) respeitar as comunidades locais e contribuir para a preservação dos aspectos socioculturais das comunidades.

A Lei de Minas 20/2014 também alude a vários princípios e deveres que regulam as empresas que pretendem explorar o carvão mineral para antes, porém, respeitar as normas durante o processo de execução das suas actividades de modo a criar e manter a boa relação com as populações abrangidas e outras que vivem no raio da mina. A falta de observância destas leis pode criar o mal-estar e até pode provocar, no seio da população, tumultos, revoltas e rejeição da mina naquela zona. Entretanto, o principal actor ou mediador é o Governo que, antes e durante os trabalhos da mineração, deve reunir com a população de modo a explicar todos os

detalhes possíveis da mina a ser instalada. Entre eles, os riscos que esta poderá criar para a saúde humana e também auscultar os pedidos ou apelos da população abrangida. Não pode ser simplesmente a empresa e o Governo a ditarem as leis à população sem, primeiro, haver encontros regulares de explicação e auscultação (ADECRU, 2014).

A figura 2.1. mostra uma greve de paralisação da mina Vale Moçambique devido à questão da poluição do meio ambiente através de poeiras e vibrações provocadas pelos explosivos acionados no processo de extração do carvão mineral.



Figura 2. 1: Greve de paralisação da mina da Vale Moçambique.

Fonte: <https://www.voportugues.com/a/4619386.html/2018> (André Baptista, 2018) – Voz da América. Dia 04 de Outubro de 2018.

2.4.3.2. As consequências de conflitos

O conflito degenera na paralisação, por parte das populações manifestantes, do comboio que transporta carvão da Vale Moçambique pelo Corredor até ao Porto de Nacala⁷ (CIP, 2010). Geralmente as populações quando querem reivindicar algum direito e por forma de fazer ouvir a sua voz barricam e obstruem as vias de acesso ferroviária e rodoviário, principalmente, na zona de Cateme. Exigem ao Governo e à empresa Vale Moçambique o cumprimento de uma série de promessas do pacote de reassentamento, que estão relacionadas com o acesso à água, terra fértil, saúde, energia e habitação mais digna do que aquela que é oferecida pela multinacional. Por sua vez, a reação do Governo é marcada pela intervenção da Força de Intervenção Rápida (FIR) da Polícia da República de Moçambique. Na essência, as populações de Cateme protestam contra a expropriação dos seus meios de vida e a

compensação não justa oferecida pela mineradora Vale Moçambique. A expropriação das suas terras deu lugar à lucrativa exploração do carvão no distrito de Moatize (CIP, 2010; ADECRU, 2014 e Chizenga, 2016).

Segundo CIP (2010) e ADECRU (2014), as consequências dos conflitos entre as empresas e as populações nativas podem resumir-se da seguinte maneira:

1. As famílias chamadas "rurais" consideram que as casas que lhes foram atribuídas são de péssima qualidade. Quase 30 famílias recusaram receber as casas, alegando vários problemas. Alguns deles referenciados anteriormente como rachas nas paredes, deficiências no teto, compartimentos inferiores aos que tinham nas suas antigas casas, falta de grades de segurança, de varanda, entre outros.
2. Não só não foram cumpridos os prazos de reassentamento como também as *indenizações* devidas às famílias que se recusaram a ir para os bairros de reassentamento.
3. Tal como sucedeu no distrito de Moma, província de Nampula, com os reassentados da Kenmare, em Moatize, a população nunca concordou com a *transferência do cemitério* que aí existia. Ainda assim a transferência do cemitério consumou-se.
4. Das várias promessas feitas à população no que concerne aos benefícios que adviriam no processo de reassentamento, a maior parte delas não foram cumpridas, o que deixou a população descontente, culminando na realização de uma manifestação no dia 10 de janeiro de 2012, onde cerca de 700 famílias reassentadas em Moatize se manifestaram contra a Vale Moçambique, exigindo o cumprimento de promessas feitas pela empresa para a melhoria das suas condições de vida. Os manifestantes impediram a circulação de um comboio de carvão mineral que deveria ter partido de Moatize com destino ao
5. Porto da Beira. Foi acionada a Polícia da República de Moçambique (PRM) e a Força de Intervenção Rápida (FIR).
6. O programa de abastecimento de água potável também falhou porque havia sido prometido de que haveria canalização e o consumo seria suportado pela empresa mineradora, a Vale Moçambique, visto que muitas famílias, nas suas zonas de origem, utilizavam água dos poços tradicionais e sem nenhum custo.

Por sua vez, Mosca & Selemene (2011) colaboram com o depoimento do CIP (2010) dizendo que o processo compulsório de reassentamento foi contestado pelas comunidades pelos

seguintes motivos:

1. As habitações construídas (com material convencional) não apresentam qualidade. Em alguns casos, são piores que as suas anteriores habitações que eram feitas de material local e considerado precário;
2. As terras destinadas para o cultivo agrícola apresentam qualidade inferior às que possuíam antes;
3. Actualmente a distância para os centros urbanos é considerável, tanto para a cidade de Tete como para a vila de Moatize. Esta situação tem gerado grandes transtornos porque as pessoas precisam de se deslocar para os centros urbanos onde decorre a actividade comercial, a venda de produtos alimentares e outros bens, algo que se torna caro devido aos custos de transporte.
4. As áreas de pastagem são más e distantes das áreas de residência.

A Vale Moçambique reassentou as comunidades em espaços onde as condições mínimas de sobrevivência ainda estão longe de serem as melhores. O processo de reassentamento foi marcado por várias promessas que destacam condições de terra fértil para a prática da agricultura, habitações condignas, novas fontes de rendimento e doação de alimentação nos primeiros meses.

Todas essas promessas não foram cumpridas, ou foram parcialmente, provocando descontentamento no seio das comunidades e da sociedade civil que passou a se interessar por esse processo que piorou as condições de vida dos reassentados. A nova reconstrução traz consigo desafios maiores do que os que caracterizaram a construção dos seus anteriores territórios (Mosca & Selemane, 2010 e Matos, 2012). Os mesmos afirmam que os desafios estão relacionados com os seguintes aspectos:

1. Os novos espaços escolhidos para morar não são uma escolha da comunidade local, não refletindo os factores importantes de localização que estão por detrás da seleção de determinados espaços para a sua fixação;
2. Ao mudarem de espaço, as comunidades esperam, no mínimo, manter as condições económicas e sociais conquistadas durante vários anos de construção dos seus respectivos territórios. Contudo, isso parece não acontecer devido às enormes dificuldades que encontram nos novos locais;
3. As formas de organização sócio-espaciais são profundamente alteradas nos novos

locais, podendo dificultar o relacionamento entre as diferentes comunidades, regidas por seus respectivos líderes comunitários. Por um lado, as lideranças comunitárias podem diluir-se e, por outro, podem se gerar conflitos de gestão de suas comunidades que encontravam enraizamento territorial distinto;

4. A construção do novo território, como fora escolhido sem a participação das comunidades, pode resultar numa alteração das actividades económicas, provocando dependência de factores externos, como por exemplo, a necessidade de recorrer a um emprego fora da sua comunidade ou até criar formas de sustento diferentes daquelas que caracterizaram os seus povos.

Nos novos locais de reassentamento, as partes adornadas do projeto começam a perder o revestimento, e as comunidades percebem que foram ludibriadas. Sem alternativas e sem poder de negociação, as comunidades partem para protestos extremos, reivindicando os seus direitos. No entanto, o poder energético do Estado-nação é bastante evidente e capaz de silenciar qualquer forma visível de protesto. Remetidas a um estado de transformação de espaços “primitivos” em território, os reassentados são obrigados a:

1. Encontrar soluções práticas e imediatas para solucionar a segurança alimentar que abraça as comunidades, pelo facto de iniciarem a sua reprodução económica e sociocultural em espaços cujas condições de produção alimentar ainda não estão criadas, fazendo com que as mesmas se revelem menos aptas para a produção alimentar e criação de animais;
2. Concorrer com os novos migrantes (que olham Moatize como a terra de oportunidades) às vagas de emprego oferecidas pelos projetos de exploração mineira. Nesta concorrência, os reassentados encontram-se em desvantagens pelo seu nível de escolaridade;
3. Fazer face à subida “galopante” dos preços de produtos alimentares. Como Moatize se transforma numa área de oportunidades, tanto a vila de Moatize como a cidade de Tete passam a ser locais de forte imigração, sendo que neste cenário ocorre o aumento do preço dos produtos básicos para a sobrevivência dos reassentados. Mosca & Selemane (2011) mostraram o aumento bastante acentuado dos preços de produtos alimentares e de outros bens, dificultando a sua aquisição pelas comunidades locais, que estão desprovidas de uma fonte de rendimento e ao que se acresce o custo de transporte para esses centros urbanos.

No meio dessas dificuldades, o processo compulsório de reassentamento torna-se numa forma de deteriorar cada vez mais a qualidade de vida daquela população. Se esse processo deveria significar, no mínimo, a manutenção da qualidade de vida, o mesmo apresenta-se como uma forma de anular os esforços da sua melhoria.

2.5. Legislação mineira, ambiental e sustentabilidade

2.5.1. Legislação mineira

No subcapítulo anterior procedeu-se à descrição da relação existente entre os actores do estudo em causa, isto é a população circunvizinha das minas, as empresas mineiras e a actuação governamental. Apresentam-se neste momento alguns documentos legislativos que foram consultados para aferir melhor o processo da actividade mineira e ambiental antes, durante e depois da produção.

A Lei de Minas (nº20/2014 de 18 de agosto): estabelece os princípios gerais que regulam o exercício dos direitos e deveres relativos ao uso e aproveitamento de recursos minerais, incluindo a água mineral. Faz referência da titularização mineira que é feita através de: Licença de Prospecção e Pesquisa; Concessão Mineira; Certificado Mineiro; Senha Mineira; Licença de Tratamento Mineiro; Licença de Processamento Mineiro e Licença de Comercialização de Produtos Mineiros; Tratamento de Resíduos sólidos, Rejeitos, Transporte do Carvão, Cuidados a ter com o Meio Ambiente, Procedimentos dos Estudos e Avaliação do Impacto Ambiental entre outras normas.

Como requisitos de atribuição dos títulos mineiros, os números 1 e 2 do artigo 7 da Lei nº 20/2014, Lei de Minas, apresenta os requisitos de atribuição dos títulos mineiros, da seguinte forma:

1. Os títulos mineiros são atribuídos em áreas disponíveis a requerentes que reúnem os requisitos estabelecidos na presente Lei e nos demais diplomas legais aplicáveis.
2. Os requerentes de títulos mineiros, constituídos sob a forma de sociedade, devem, no acto da submissão do pedido, juntar o documento comprovativo de constituição de sociedade, incluindo a identidade dos titulares de participações e o respectivo valor do capital social subscrito.

Na alínea g) do artigo n.º 13 da Lei de Minas, dentre várias **competências do governo**, é proteger as comunidades onde as actividades de exploração mineira estão autorizadas e promover o desenvolvimento sócio-económico em prol do bem-estar das populações. Neste

sentido o governo é o primeiro e o principal responsável da proteção dos direitos das comunidades tornando-se mediador entre as mineradoras e as comunidades locais. Neste contexto, se não houver uma boa mediação, pode ocorrer uma fraca relação e desentendimento e também conflitos de interesses entre as empresas e as comunidades abrangidas.

Relativamente à defesa dos interesses nacionais, a Lei de Minas, diz que:

Na atribuição de direitos para o exercício de operações mineiras no abrigo da presente Lei, o Estado assegura sempre o respeito pelos interesses nacionais em relação à defesa, navegação, pesquisa e conservação de recursos minerais, actividades económicas existentes, segurança alimentar e nutricional das comunidades e ao meio ambiente em geral.

(Lei de Minas 20/2014, artigo nº 24).

A Lei de Minas 20/2014 é extensa e, para o estudo em causa, destacam-se os aspectos essenciais inerentes ao meio ambiental na exploração de carvão mineral. A mesma Lei de Minas nos nº 1 e 2 da Secção 1, artigo nº45 do capítulo V, faz menção da mineração de pequena escala e artesanal e diz o seguinte:

1. O certificado mineiro é atribuído à pessoa nacional, singular ou colectiva, com a capacidade jurídica que prove possuir capacidade técnica e financeira para realizar operações mineiras de pequena escala.
2. O certificado mineiro pode ser emitido por um período de 10 anos, prorrogáveis por períodos iguais, de acordo com a vida económica da mina.
3. A área objecto de certificado mineiro não deve exceder a área necessária às operações mineiras de pequena escala e respectivas servidões.

Assim, a legislação referente a exploração mineira abre espaço para qualquer pessoa singular ou colectiva que possa exercer esta actividade desde que tenha recursos para o efeito, apesar desta actividade exigir um processo muito oneroso que precisa de todo o tipo de recursos à disposição.

2.5.2. Uso e aproveitamento da terra

- **Lei de Terras nº19/97 de 1 de outubro e**
- **Regulamento da Lei de Terras**

A Lei de Terra nº19/97 de 1 de outubro foi criada para incentivar o uso e o aproveitamento da terra, de modo que esse recurso, o mais importante de que o país dispõe, seja valorizado e contribua para o desenvolvimento da economia nacional.

Segundo o relatório do Ministério da Terra, Ambiente e Desenvolvimento Rural (2017) referente ao Estágio Atual da Ocupação da Terra em Moçambique e diz que o desenvolvimento económico e social do país, caracterizado por uma economia do mercado, justificou a concepção de uma nova política de terras, tendo como princípio de que a terra é um dos mais importantes recursos naturais de que o país dispõe, merecendo por isso ser valorizada;

Foi assim que no âmbito da implementação do Programa Quinquenal do Governo, o Conselho de Ministros aprovou a Resolução n.º 10/95, de 17 de outubro, a Política Nacional de Terra e as respectivas Estratégias de Implementação. A Política Nacional de Terras serviu como documento orientador para a elaboração da Lei n.º 19/97, de 1 de outubro – Lei de Terra que estabelece como princípios fundamentais para o uso e aproveitamento da terra, os seguintes:

- Manutenção da terra como propriedade do Estado; Garantia de acesso e uso da terra à população bem como aos investidores;
- Garantia de acesso e uso da terra pela mulher;
- Promoção do investimento privado nacional e estrangeiro sem prejudicar a população residente e assegurando benefícios para esta e o erário público nacional;
- Participação ativa dos nacionais como parceiros em empreendimentos privados.

Para o regulamento de terra, neste estudo, foram selecionados alguns aspectos que mencionam as comunidades e as empresas no que diz respeito ao direito de uso e aproveitamento da terra, definindo:

- *Comunidade local* – agrupamento de famílias e indivíduos, vivendo numa demarcação territorial de nível de localidade ou inferior, que visa salvaguardar interesses comuns através da protecção de áreas habitacionais, áreas agrícolas cultivadas ou em pousio, florestas, sítios de importância cultural, pastagens, fontes de água e áreas de expansão.
- *Direito de uso e aproveitamento da terra* (DUAT) – o direito das pessoas singulares ou colectivas e das comunidades locais sobre a terra, com as exigências e limitações da presente Lei.

De acordo com a Lei de Terras (1997), o Estado é o dono de todas as terras, mas concede os direitos de utilização a indivíduos, comunidades e empresas sob forma de “direito de uso”,

também conhecidos por Direito de Uso e Aproveitamento da Terra que pode durar até 100 anos. Estes “direitos de uso” não podem ser transferidos seja por venda ou hipoteca.

Pode-se ver na mesma lei que o uso dos direitos emerge também através da ocupação ou a partir de uma concessão específica do Estado. O Governo pode emitir título de direito de uso a particulares, empresas ou comunidades inteiras e grupos, embora quem ocupe as terras há mais de dez anos possa adquirir direitos de uso permanente sem necessidade da emissão de documentos formais (21).

A Lei de Terras refere-se explicitamente à comunidade como uma entidade social de pessoas e território, estruturada em torno de um interesse comum. A lei identifica três elementos que constituem uma comunidade:

- Humano: um grupo de famílias e indivíduos com uma determinada organização e elemento institucional;
- Territorial: a área ocupada pela comunidade, que não deverá exceder a área de localização;
- Finalístico: o interesse de proteger e garantir a posse e uso da terra ou outros recursos naturais, ou simplesmente lugares históricos e culturais.

A Lei de Terras refere-se, portanto, à tutela do direito de uso e de aproveitamento da terra. Um direito adquirido por “ocupação por pessoas singulares e pelas comunidades locais, segundo normas e práticas costumeiras desde que estas não contrariem a Constituição” (artigo 12). Um direito de participação das comunidades na gestão de recursos naturais e na resolução de conflitos relacionados e, refere-se ainda que, “no exercício das competências referidas [...] no n.º 1 [...], as comunidades locais utilizam, entre outras, as normas e práticas costumeiras” (n.º 1 e 2 do artigo 24), acolhendo de forma expressa o sistema de direitos consuetudinários.

Por seu turno, no tempo passado, os ocupantes reais e utilizadores da terra mereciam o reconhecimento como colonos, encontrando-se fortemente desprotegidos da luz da legislação então em vigor (Serra 2014: 50). Assim, muitas concessões foram feitas sobre áreas ocupadas, seguidas da expulsão dos seus legítimos possuidores, sem qualquer compensação pelas perdas, por exemplo, das benfeitorias (as árvores e seus frutos, ainda que plantadas pela respetiva família há muitas gerações).

Portanto, esta visão que conjuga a Lei da Terra vigente, antes do Estado atribuir a terra a entidades para exploração de qualquer tipo de recurso mineral, considera primeiro a população nativa. Considera-a através de auscultação e informação do empreendimento a ser implantado e os ganhos que a população terá em termos de mão-de-obra, circulação de moeda na zona através de comércio, implementação e melhoramento de alguns serviços através de actividades de responsabilidade social entre outras.

Neste caso, a consulta pública, no contexto da legislação de terra e recursos naturais, permite assim aferir não só a existência de formas de pensar e de viver fora dos horizontes temporais e geográficos do Estado, de inúmeros direitos adquiridos e transmitidos pela via costumeira e, indiscutivelmente, merecedores de consideração para efeitos de tomada de decisão sobre determinada actividade, como também atribui às comunidades uma importante base negocial para efeitos de desenvolvimento local e de prevenção de eventual litígio.

2.5.3. Legislação ambiental

Lei do Ambiente n° 20/97, de 1 de outubro

Antes de analisar a lei do ambiente⁷, pode-se apreciar o pensamento de Manharage (2014), na sua tese de mestrado intitulada "*Do Recurso Mineral ao Ambiente*", na qual afirma que apesar do carvão ser um dos recursos energéticos mais uniformemente distribuídos e, conseqüentemente, umas das mais importantes fontes de energia, ele é responsável ou contribui significativamente para a degradação do meio ambiente. Entre os impactos causados pela exploração do carvão mineral, identifica-se:

- A degradação paisagística;
- Drenagem ácida;
- Poluição das águas subterrâneas;

⁷A Constituição de 1990, enfatizava que “todo o cidadão tem direito de viver num ambiente equilibrado e o dever de o defender” e que, em consequência disso, “o Estado promove iniciativas para garantir o equilíbrio ecológico e a conservação e preservação do meio ambiente visando a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos”. Nessa sequência, pretendendo-se dar corpo às novidades introduzidas no texto constitucional, em 1997, foi aprovada a Lei n.º 20/97, de 1 de outubro, adiante designada Lei do Ambiente (LA), que vem definir as bases legais para a utilização e gestão correctas do ambiente e seus componentes, com vista à materialização de um sistema de desenvolvimento sustentável no país. Não obstante a sua inequívoca importância, esta Lei apresenta soluções que, apesar de especialmente direccionadas para a resolução de problemas ambientais, não são, originariamente, de direito do ambiente, mas, antes, de outros ramos do direito, como o direito civil, o administrativo e o penal. Como tal, na maior parte dos casos, como teremos oportunidades de constatar, lança mão da solução jurídica, mas remete a sua regulamentação para legislação específica, uma vez que o instituto geral carece de ser moldado e adaptado às especificidades da matéria ambiental (Lei do Ambiente n.º 20/97 de 1 outubro).

- Emissão de partículas de poeiras;
- Combustão espontânea de carvão.

Apreciando o uso da nova **Lei do Ambiente (Lei n.º 20/97 de 1 de outubro, I Série n.º 40 do 3.º Suplemento do dia 07 de outubro de 1997**, esta define vários conceitos e princípios fundamentais de gestão ambiental, estabelecendo o quadro institucional básico para a protecção ambiental. Estabelece ainda uma norma geral que proíbe a realização de todas as actividades que causam danos ambientais e que excedam os limites legalmente definidos (com particular destaque para a poluição) e, por fim, estipula normas especiais para a protecção do meio ambiente (em particular a protecção da biodiversidade). A lei, no seu quadro jurídico-legal, possui a estrutura apresenta na figura 2.2.



Figura 2. 2: Estrutura da lei ambiental de Moçambique.

Fonte: Adaptado na Lei do Ambiente (Lei n.º 20/97 de 1 de outubro).

Esta lei cria a base jurídica para a boa utilização e gestão do ambiente e seus componentes com a finalidade de formar um sistema de desenvolvimento sustentável em Moçambique. É aplicável a todas as entidades públicas ou privadas que podem influenciar o ambiente, directa ou indirectamente. A lei requer que todas as actividades que pela sua natureza, localização ou dimensão sejam susceptíveis de causar impactos ambientais significativos, que sejam licenciadas pelo MICOA, com base nos resultados de um processo de Avaliação do Impacto Ambiental (AIA).

A mesma lei também tem como finalidade conferir a todos os cidadãos a possibilidade de

viverem num ambiente equilibrado, assim como o dever de o defender. A materialização deste direito passa necessariamente por uma gestão correcta do ambiente e dos seus componentes e pela criação de condições próprias à saúde e ao bem-estar das pessoas, pelo desenvolvimento sócio-económico e cultural das comunidades e pela preservação dos recursos naturais que as sustentam.

Alguns dos princípios fundamentais para a gestão ambiental contidos na Lei do Ambiente, e aplicáveis a este projecto, são:

- A gestão racional e a utilização de componentes ambientais que visam a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos e a protecção da biodiversidade e dos ecossistemas;
- O reconhecimento e valorização das tradições e dos conhecimentos das comunidades locais;
- A prioridade para o estabelecimento de sistemas para evitar acções prejudiciais ao meio ambiente;
- Uma perspectiva holística e integrada do meio ambiente;
- A importância da participação pública;
- O princípio do poluidor-pagador;
- A importância da cooperação internacional.

Apreciado ainda atentamente o Artigo 8.º da Lei Ambiental pode-se dizer que o Governo tem a responsabilidade de criar mecanismos adequados de modo a envolver os diversos sectores da sociedade civil, comunidades locais e as organizações de protecção ambiental, na elaboração de políticas e legislação para a gestão dos recursos naturais do país.

A mesma lei no seu artigo 9.º, que se relaciona com a poluição ambiental, proíbe a *produção e depósito de quaisquer substâncias tóxicas e poluentes em solos, subsolos, água ou da atmosfera, bem como a realização de actividades que tendem a acelerar a erosão e a desertificação, desflorestação ou qualquer outra forma de degradação do meio ambiente, para além dos limites estabelecidos por lei.*

Antes de procurarmos entender a legislação do meio ambiente, importa abordar alguns conceitos que possam facilitar a percepção da legislação em causa. No capítulo 1 do artigo 1 do n.º 1, 2, 4, 5 e 6 referem-se os seguintes termos:

No n.º 1 é definida a actividade como sendo qualquer acção da iniciativa pública ou privada

relacionada com a utilização, ou a exploração, de componentes ambientais e aplicados de tecnologia ou processos produtivos, planos, programas, actos legislativos ou regulamentares que afectam ou podem afectar o ambiente.

Fadigas (2011) refere que o ambiente é, porventura, o conceito e ideia motora, uma das palavras mágicas dos últimos quarenta anos do século XX, acompanhando a nossa vida quotidiana de muitas formas. Para o n.º 2, é definido o ambiente como sendo o meio onde o Homem e outros seres vivos vivem e interagem entre si e com o próprio meio, onde se inclui:

1. o ar; a luz; a terra; a água;
2. os ecossistemas; a biodiversidade e as relações ecológicas;
3. toda a matéria orgânica e inorgânica;
4. todas as condições sócio-culturais e económicas que afetam a vida das comunidades.

No n.º 5, define-se a **Avaliação do Impacto ambiental** como sendo um instrumento de gestão ambiental preventiva, consistindo na identificação e análise prévia qualitativa e quantitativa dos efeitos ambientais benéficos e perniciosos de uma actividade proposta. Assim, **auditoria ambiental** também é definida como um instrumento de gestão e de avaliação sistemática documentada e objectiva do funcionamento e organização do sistema de gestão e dos processos de controlo e protecção do ambiente.

Por fim, o n.º 6 define a **biodiversidade** como sendo a variedade e variabilidade entre os organismos **vivos** de todas as origens incluindo, entre outros, os ecossistemas aquáticos assim como os complexos ecológicos dos quais fazem parte, compreende a diversidade dentro de cada espécie entre as espécies e de ecossistemas. Relativamente à actividade mineira, a Lei do Ambiente procura estabelecer níveis de exploração de recursos minerais no que concerne ao meio ambiente em 18 campos de atuação:

"Actividade, Ambiente, Associação de Defesa do Ambiente, Auditoria ambiental; Avaliação do impacto ambiental; Biodiversidade; Componentes Ambientais, Degradação do Ambiente, Desflorestamento, Desertificação, Ecossistema, Erosão, Estudo do Impacto Ambiental, Gestão Ambiental, Impacto Ambiental, Legislação Ambiental, Legislação Sectorial, Padrões de Qualidade Ambiental, Peritagem Ambiental, Poluição, Qualidade do Ambiente, Lixo ou Resíduos Perigosos e Zonas Húmidas".

(Lei do Ambiente nº20/97 de 1 de outubro).

No seu artigo 2 diz que o presente regulamento tem como objectivo o estabelecimento de normas para prevenir, controlar, mitigar, reabilitar e compensar os efeitos adversos que a actividade mineira possa ter sobre o ambiente, com vista ao desenvolvimento sustentável desta actividade.

O Decreto 54/2015⁸ de 31 de dezembro aprova o **Regulamento sobre o Processo de Avaliação do Impacto Ambiental (AIA)** e revoga o **Decreto n. °45/2004, de 29 de setembro**. A Avaliação de Impacto Ambiental constitui um requisito legal em termos da Lei do Ambiente (Lei n.º 20/97 de 1 de outubro) para qualquer actividade que possa ter impacto directo ou indirecto sobre o ambiente. Este processo é regido pelo Regulamento sobre o Processo de Avaliação do Impacto Ambiental (Decreto n.º45/2004 de 29 de setembro e Decreto n. °42/2008 de 4 de novembro). A Lei do Ambiente exige o licenciamento ambiental e o registo de actividades que, devido à sua natureza, localização ou proporções venham provavelmente a causar impactos significativos sobre o ambiente, estando sujeitos à legislação específica. A licença ambiental é emitida com base na Avaliação de Impacto Ambiental que deve preceder à concessão de quaisquer outras licenças exigidas por lei para cada um dos casos (artigos 15º e 16º da Lei do Ambiente).

O Decreto n. °18/2004 de 2 de junho regula os padrões de qualidade ambiental relativos ao ar, água e solo e também estabelece os padrões de qualidade ambiental e os padrões de emissão de efluente para águas receptoras, tecnologias, sistemas e métodos de tratamento.

O Diploma Ministerial 180/2004 de 15 de setembro preconiza Recursos Aquáticos-Regulamento sobre a **Qualidade da Água para o Consumo Humano**. Neste âmbito, o regulamento visa aumentar o abastecimento de água nas zonas rurais e urbanas para a satisfação das necessidades básicas da população, impõe-se a tomada de medidas para que a água disponibilizada tenha uma qualidade aceitável para o consumo humano, o que contribui para a redução das doenças associadas.

O Decreto n.º 45/2006 de 30 de novembro é o regulamento sobre a **Prevenção da Poluição e Protecção do Ambiente Marinho e Costeiro**. Este tem por objectivo prevenir e limitar a poluição derivada das descargas ilegais efetuadas por navios, plataformas ou por fontes baseadas em terra, ao largo da costa moçambicana bem como o estabelecimento de bases legais para a protecção e conservação das áreas que constituem domínio público marítimo,

⁸ O Decreto n.º54/2015 de 31 de dezembro aprova o regulamento sobre o processo de avaliação do impacto ambiental (aia) e revoga o decreto n. °45/2004, de 29 de setembro. as disposições previstas neste regulamento, aplicam-se a todas as actividades públicas ou privadas que directa ou indirectamente possam influir nas componentes ambientais. a avaliação do impacto ambiental para as actividades petrolíferas e mineiras são regidas por regulamentação específica, que neste caso específico, a actividade mineira é regida pela lei de minas e ademais regulamentos

lacustre e fluvial, das praias e dos ecossistemas frágeis.

2.5.4. Objectivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)⁹

De acordo com o documento da ONU (2015: 15) *Transformando Nosso Mundo: Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*, foram aprovados 17 Objectivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas, por mais de 190 países em 2015.

Este estudo coaduna-se com esta agenda, particularmente o objetivo 12.º e as suas quatro metas, concretamente, 1, 2, 4 e 5 que referem a exploração e o consumo racional de recursos naturais e os seus impactos de uma forma sustentável:

- **Objetivo 12:** Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis
 - a) Meta n.º 1: Implementar o Plano Decenal de Programas sobre Produção e Consumo Sustentáveis com todos os países tomando medidas e com os países desenvolvidos assumindo a liderança, tendo em conta o desenvolvimento e as capacidades dos países em desenvolvimento;
 - b) Meta n.º 2: Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais;
 - c) Meta n.º 4: Até 2020, alcançar o maneió ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos, ao longo de todo o ciclo de vida destes, de acordo com os marcos internacionais acordados e reduzindo significativamente a libertação destes para o ar, a água e o solo, para assim minimizar seus impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente.
 - d) Meta n.º 5: Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reutilização.

Fazendo uso do objetivo 12 de desenvolvimento sustentável, apreciando as quatro metas acima citadas e em prol do impacto ambiental na exploração de carvão mineral a céu aberto, esta actividade pode contaminar o ar, o solo e a água no processo de mineração. O objetivo aponta para uma orientação clara de como os recursos naturais, em particular, o carvão mineral pode ser explorado de uma forma sustentável, evitando o impacto ambiental e

⁹ O documento das Organizações das Nações Unidas (ONU) (2015: 15) intitulado *Transformando Nosso Mundo: Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*, foram aprovados 17 Objectivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 Metas, por mais de 190 países em 2015. cujo processo iniciou em 2013, seguindo mandato emanado da Conferência Rio+20, onde os ODS deverão orientar as políticas nacionais e as actividades de cooperação internacional nos próximos quinze anos, sucedendo e actualizando os 8 Objectivos de Desenvolvimento do Milénio (ODM), com o intuito de criar um novo modelo global para acabar com a pobreza, promover a prosperidade e o bem-estar de todos, proteger o meio ambiente e combater as alterações climáticas.

protegendo o planeta da degradação por meio do consumo e da produção e gestão sustentáveis dos recursos naturais e tomando medidas urgentes sobre a mudança climática, para que ele possa suportar as necessidades das gerações presentes e vindouras.

2.5.5. A exploração e sustentabilidade de recursos minerais

De uma forma holística, o conceito sustentabilidade do carvão mineral pode significar o seguinte:

- Exploração dos recursos minerais (petróleo, carvão e minérios) de forma controlada, racionalizada e com planeamento.
- “Suprir as necessidades do presente sem afetar a habilidade das gerações futuras de suprirem as suas próprias necessidades”. Note-se que, a proposta não é só salvar a Terra cuidando da ecologia, mas suprir todas as necessidades de gerações sem esgotar o planeta ou o recurso identificado (Cabrera, 2009).
- A exploração de qualquer recurso natural para ser sustentável precisa de ser economicamente viável, socialmente justa, culturalmente aceite e ecologicamente correcta. "O futuro, a gente faz agora" (Fadigas, 2011).

Observa-se assim, frente à possibilidade de uma nova visão urbana, que não basta estabelecer políticas públicas, é preciso implementá-las, conhecendo todos os meios que possam interferir no processo, de modo a obter resultados condicentes com a qualidade ambiental de sustentabilidade, aproveitando as vantagens das novas tecnologias e da informação (Philipp JR. 2016: 25).

2.5.6. As medidas de exploração sustentável do carvão mineral

2.5.6.1. Padrão de uso da terra e dos recursos naturais

O padrão de uso e aproveitamento de terra na área de projectos é caracterizado por actividade agrícola, assentamentos populacionais e pela existência de concessões mineiras, com destaque para a Vale e a Riversdale. A população da área do projecto faz uso dos recursos naturais existentes nas matas e florestas para a sobrevivência e para a obtenção de rendimentos. De entre os recursos usados pela população destacam-se a lenha, os materiais de construção (capim, estacas,

cordas) e algumas espécies de plantas que são usadas para alimentação e como produtos medicinais. A lenha é recolhida nas matas e florestas nas proximidades dos povoados e se

destina ao uso doméstico e à venda. A produção de carvão vegetal constitui uma das actividades que contribui para o incremento da renda dos agregados familiares.

Como já referido, quando se instala uma mina de exploração de carvão mineral a céu aberto, alguns minérios escapam e acabam por se fixar nos leitos dos rios, nas matas, nas casas entre outros lugares onde a população pratica suas actividades económicas. Entretanto, a população por ser nativa na zona mineira espera, a todo o custo, que as autoridades governamentais junto às empresas mineiras se pronunciem sobre as condições de reassentamentos entre outras condições ligadas à sua saída para outras zonas seguras.

2.5.6.2. Avaliação do Impacto Ambiental (AIA)

A Lei do Ambiente n.º 20/97, no seu artigo n.º 16 dos números 1 e 2 fazem menção das seguintes questões:

- A avaliação do impacto ambiental tem como base um estudo de impacto ambiental, a ser realizado por entidades credenciadas pelo Governo;
- Os moldes da avaliação do impacto ambiental para cada caso são indicados em legislação específica.

De acordo com ANADARKO (2013), em Moçambique, um processo de Avaliação do Impacto Ambiental (AIA) é uma exigência legal nos termos da Lei do Ambiente (Lei n.º 20/97 de 1 de outubro) para qualquer actividade que possa ter impactos directos ou indirectos sobre o meio ambiente. Estes são descritos pelo Regulamento sobre o Processo de Avaliação de Impacto Ambiental (Decreto n.º 45/2004 de 29 de setembro e pelo Decreto n.º 42/2008 de 4 de novembro, que altera alguns artigos do Decreto n.º 45/2004).

O artigo 2.º do Decreto n.º 45/2004 indica que são regidos por regulamentação específica os Estudos de Impacto Ambiental (EIAs) para as actividades de prospeção, pesquisa e produção de petróleo, gás e indústria extractiva de recursos minerais.

2.5.6.3. Estudo do Impacto Ambiental (EIA)

Segundo o n.º 14 do artigo 1 do capítulo n.º 1 da Lei do Ambiente, o Estudo de Impacto Ambiental é a componente do processo de avaliação do impacto ambiental que analisa técnica e cientificamente as consequências da implantação de actividades de desenvolvimento sobre o ambiente. O Estudo do Impacto Ambiental (EIA) é realizado nos termos da Lei Ambiental (Lei n.º 20/97 de 1 de outubro). Esta lei aplica-se a qualquer

actividade que possa ter um impacto directo ou indirecto sobre o meio ambiente.

Segundo o Relatório de Avaliação do Impacto do PARPA II¹⁰, pode ler-se que:

"É fundamental que a área do Ambiente seja colocada no topo da agenda de desenvolvimento a nível das estratégias dos sectores para enfrentar os desafios das mudanças climáticas, degradação ambiental e gestão sustentável de recursos naturais. Para reforçar a elaboração do próximo documento operacional recomenda-se estabelecimento de maior visão ambiental entre os pilares".

(PARPA II, 2009: 11).

O Plano de Acção para a Redução da Pobreza Absoluta (PARPA), de entre várias propriedades ambientais, define as seguintes:

- Saneamento do meio;
- Ordenamento territorial;
- Prevenção da degradação dos solos;
- Gestão dos recursos naturais, incluindo o controlo das queimadas;
- Aspectos legais e institucionais – educação ambiental, cumprimento da legislação e capacitação institucional;
- Redução da poluição do ar, das águas e dos solos;
- Prevenção e redução dos efeitos das calamidades naturais;

Ainda, segundo o PARPA, para haver uma efectiva gestão ambiental, deve existir:

- Governação ambiental;
- Responsabilidade ambiental face aos assuntos ambientais e sociais;
- Reconhecimento da relação ambiente e pobreza com focalização na educação ambiental, papel do sector da saúde, agricultura e desenvolvimento rural, energia, indústria, turismo, minas, pescas e gestão das zonas.

Os princípios gerais referem que as actividades mineiras devem ser exercidas em conformidade com:

- As leis e os regulamentos em vigor sobre o uso e aproveitamento dos recursos minerais, bem como as normas sobre protecção e preservação do ambiente, incluindo

¹⁰ Plano de Acção para a Redução da Pobreza Absoluta 2006-2009 (PARPA II) do Governo de Moçambique tem em vista alcançar o objetivo de diminuir a incidência da pobreza de 54% em 2003 para 45% em 2009. Este documento sucede ao PARPA I de 2001-2005, mantendo em comum as prioridades em áreas do desenvolvimento do capital humano na educação e saúde, da melhoria na governação, do desenvolvimento das infra-estruturas básicas e da agricultura, do desenvolvimento rural, e de melhoria na gestão macroeconómica e financeira.

os aspectos sociais, económicos e culturais;

- As boas práticas minerais, a fim de assegurar a preservação da biodiversidade, minimizar o desperdício e as perdas de recurso naturais e protegê-los contra efeitos adversos ao ambiente, vide alínea a) e b) do artigo 68 da mesma lei.

A classificação ambiental das actividades mineiras é analisada em três categorias, A, B e C. As actividades realizadas ao abrigo da concessão mineira constituem actividades de categoria A, enquanto as actividades mineiras em pedreiras, actividades de prospecção e pesquisa para projecto-piloto e certificado mineiro constituem actividades de categoria B e, por fim, as actividades minerais realizadas ao abrigo de senha mineira e de prospecção e pesquisa que não empreguem métodos mecanizados constituem actividades de categoria C.

Entretanto, a categoria A é a que se encontra nas empresas que estão a explorar o carvão mineral a céu aberto no distrito de Moatize, n.º 1, 2, 3 e 4 do artigo 69 da mesma lei (PARPA II, 2009). Importa descrever de seguida os instrumentos de gestão ambiental no âmbito da aplicação da presente lei:

1. Estudo do impacto ambiental, para actividades de categoria A;
2. Estudo do impacto ambiental simplificado, para actividades de categoria B e
3. Programa de gestão ambiental, para actividades de categoria C.

O n.º 2 do artigo 70 da Lei de Minas refere que a consulta à comunidade é obrigatória e contínua antes e durante a implementação do respectivo instrumento de gestão ambiental, até ao encerramento da mina.

Encerramento e Reabilitação da Mina. Segundo os n.º 1 a 4 das alíneas a), c) e d) do artigo 71 da Lei nº20/2014 da Lei de Minas, a classificação ambiental das actividades minerais prevê que:

As operações minerais não devem ser encerradas nem abandonadas, sem a execução do programa de encerramento da mina, aprovado pela entidade competente. Quando o titular mineiro tiver terminado as suas actividades mineiras e quando a auditoria ambiental prévia concluir que este cumpriu as suas obrigações de reabilitação e encerramento da mina, o valor da caução financeira é-lhe reembolsado ou devolvido. Terminada a actividade mineira e a auditoria ambiental prévia é necessário concluir se o titular não cumpriu as suas obrigações de reabilitação e encerramento da mina, sendo que o valor da caução financeira é usado pelo Estado para efeitos de reabilitações e encerramento da mina.

Fiscalização Ambiental. No parágrafo único do artigo n.º 72 da Lei n.º 20/2014 da Lei de Minas, sobre a classificação ambiental das actividades minerais, refere-se: *O governo deve continuar a reforçar a sua capacidade de fiscalização ambiental por forma a assegurar a observância rigorosa das normas de protecção e reabilitação ambiental, nos termos da lei convenções e boas práticas internacionais.* Entretanto, de tudo quanto se abordou sobre a legislação mineira em Moçambique, nada consta acerca da distância que deve ser estabelecida entre a mina e as povoações nativas circunvizinhas, bem como qual deverá ser o estado da zona mineira depois de encerramento de uma mina de exploração de carvão mineral.

Protecção da população dos riscos ambientais provocados pela exploração de carvão mineral. Segundo o n.º 1, da alínea g), do artigo n.º 13 da Lei de Minas n.º 20/2014, a competência do Governo é proteger as comunidades onde as actividades de exploração mineira são autorizadas e promover o desenvolvimento sócio-económico em prol do bem-estar das mesmas.

Por sua vez, o n.º 1, artigo 40 da mesma lei, faz referência aos deveres específicos do titular das empresas mineradoras, mencionando que o titular de licença de prospeção e pesquisa tem, entre outros, os seguintes deveres:

- Exercer actividade mineira em conformidade com as leis e regulamentos;
- Respeitar as comunidades locais e contribuir para a preservação dos aspectos socio-culturais das sociedades;
- Executar as actividades de acordo com as boas práticas mineiras e sócio-ambientais;

O Ministério da Saúde, entre outros, tem os seguintes deveres:

- Projectar e desenvolver programas de promoção e protecção da saúde e de prevenção e combate à doença;
- Prestar cuidados de saúde à população através do sector da saúde pública;
- Promover, supervisionar e apoiar um sistema comunitário para a prestação de cuidados de saúde.

A protecção da população dos riscos ambientais resultantes da exploração do carvão mineral, no caso vertente no distrito de Moatize, está directamente na responsabilidade do Governo que serve de árbitro ou mediador entre a população e as empresas mineradoras. Estabelece directrizes e sanciona aos infractores no processo de exploração de carvão mineral. A

população tem o direito de ser informada e auscultada sobre a existência de uma actividade mineira durante as reuniões, também deve ser informada sobre os ganhos e impactos ambientais resultantes de tal actividade e de como se precaver ou proteger-se de futuros impactos ambientais.

Para se proteger, a população precisa de informação e educação direccionadas de modo a conhecer os principais riscos que constituem um atentado à saúde humana. Uma vez que, mesmo convivendo com uma mina de exploração de carvão que está a iniciar e a poluir, a população resiste em abandonar as suas terras de origem, perseverando também questões antropológicas e culturais.

2.5.6.4. Autoridades competentes na protecção ambiental em Moçambique

A exploração de qualquer recurso natural em Moçambique é regulada por dispositivos legais que o Governo analisa e decide por bem deduzir algumas leis, regulamentos e normas de modo a que haja disciplina antes, durante e depois das actividades de exploração dos recursos. As instituições-chave e suas principais funções e responsabilidades, em matéria de protecção ambiental e na indústria extractiva em Moçambique, encontram-se resumidas na Tabela 2.18.

Instituições	Funções e Responsabilidades
Ministério dos Recursos Minerais (MIREM)	O MIREM é responsável pela orientação e implementação de políticas no contexto da investigação geológica, o inventário e a prospecção de recursos minerais incluindo carvão e hidrocarbonetos. Na prossecução destes objetivos, este Ministério, entre outras entidades, é responsável pela inventariação dos recursos subterrâneos em território nacional e na Zona Económica Exclusiva (ZEE), por promover e controlar as actividades de exploração e prospecção geológica e pela utilização racional dos recursos minerais. O MIREM é também responsável por promover e controlar as actividades de produção, separação e processamento de petróleo bruto e gás natural e controlar o transporte destes até ao ponto de entrega para exportação ou pontos de venda comercial em território nacional as licenças necessárias para a extração de material inerte como areia / cascalho são concedidas pelo MIREM a nível provincial (Direcção Provincial dos Recursos Minerais e Energia).

Instituições	Funções e Responsabilidades
<p style="text-align: center;">Ministério para a Coordenação da Acção Ambiental - MICOA</p>	<p>O MICOA é responsável por gerir a execução da política ambiental, ao promover a coordenação, assessoria, auditoria e incentivo ao correcto planeamento e uso dos recursos naturais do país. Na concretização destes objetivos, o Ministério, entre outras entidades, é responsável pela promoção do desenvolvimento, de forma sustentável, no processo de utilização de recursos naturais renováveis e não- renováveis e pela proposta de políticas e estratégias de desenvolvimento ambiental. O MICOA é a autoridade pertinente competente para esta AIA e está representado a nível provincial pela Direcção Provincial para a Coordenação da Acção Ambiental (DPCAA). A entidade responsável pela gestão da Avaliação de Impacto Ambiental com o MICOA é a Direcção Nacional de Avaliação do Impacto Ambiental (DNAIA). A DNAIA é responsável por propor a legislação adequada para implementação direta e gestão ambiental, licenciamento ambiental, por gerir e coordenar o Processo de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), rever os Relatórios de Estudos de Impacto Ambiental (REIA's), promover a monitorização dos impactos ambientais e realizar auditorias e a avaliação ambiental estratégica de políticas, planos e programas. DINAPOT é a Direcção Nacional de Planeamento e Ordenamento Territorial no MICOA. A DINAPOT é responsável, entre outros, por propor políticas e legislação pertinentes, normas, regulamentos e directrizes para as acções de ordenamento territorial; por identificar a melhor localização de empreendimentos e projectos de desenvolvimento de grande vulto; assessorar os órgãos locais na elaboração, implementação, controlo e gestão do uso e aproveitamento da terra; emitir pareceres técnicos sobre os instrumentos de gestão territorial a nível nacional, provincial, distrital e das autarquias locais, bem como sobre os processos de atribuição do direito de uso e aproveitamento de terra para as zonas rurais, povoações, vilas e cidades onde não haja instrumentos de gestão territorial aprovados. A DINAPOT é também responsável por participar nas acções de reassentamento das populações derivadas da implementação de projectos de desenvolvimento e da ocorrência de calamidades naturais.</p>
<p>Ministério da Saúde (MISAU)</p>	<p>Os principais objetivos do Ministério da Saúde são:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Promover e incentivar a resolução de problemas de saúde; • Projectar e desenvolver programas de promoção e protecção da saúde e de prevenção e combate à doença;

Instituições	Funções e Responsabilidades
	<ul style="list-style-type: none"> • Prestar cuidados de saúde à população através do sector da saúde pública; • Promover e apoiar o sector privado e sem fins lucrativos • Promover, supervisionar e apoiar um sistema comunitário para a prestação de cuidados de saúde; e • Estabelecer uma política de formulação farmacêutica e orientação para a sua implementação. • A saúde da comunidade é uma prioridade do MISAU que possui uma Direcção Nacional de Saúde Pública assim como um Departamento de Saúde da Comunidade, estando a desenvolver diversos programas ao nível comunitário, incluindo a prestação de melhores acessos aos serviços de saúde, participação da comunidade, fornecimento de recursos humanos e financeiros e educação/capacitação em cuidados preventivos e curativos. Os focos principais desses programas são a malária e o HIV/SIDA, a saúde infantil e a subnutrição. • O MISAU está representado a nível nacional pela Direcção Nacional • de Saúde, a nível provincial pela Direcção Provincial da Saúde e ao nível distrital pela Direcção Distrital de Saúde.
<p>Ministério da Agricultura (MINAG)</p>	<p>O MINAG é responsável por dirigir, planificar e assegurar a execução das políticas nos domínios da terra, agricultura, pecuária, florestas, fauna bravia e hidráulica agrícola. Na materialização destes objectivos, este Ministério é responsável, entre outros, pela administração, gestão, protecção e conservação dos recursos essenciais à actividade agrícola. O MINAG é particular responsável pelo ordenamento do território, água, florestas, animais domésticos e animais selvagens, a promoção da produção, agro-industrialização e venda comercial de insumos e produtos agrícolas e investigação das ciências agrícolas, extensão rural e assistência técnica para os produtores.</p> <p>A Direcção Nacional de Terras e Florestas (DNTEF) é a entidade dentro do MINAG que tem autoridade, entre outros, para assegurar a implementação da política nacional de terras, e a coordenação, promoção, desenvolvimento, supervisão e monitorização das actividades relacionadas com o registo de propriedade, incluindo o levantamento topográfico de terras em grande escala e armazenamento de imagens de satélite.</p> <p>O MINAG está representado a nível provincial pela Direcção Provincial da Agricultura. Ao nível distrital, as questões</p>

Instituições	Funções e Responsabilidades
	relacionadas com a agricultura encontram-se sob o domínio dos Serviços Distritais de Actividades Económicas
Ministério da Indústria e comércio (MIC)	<p>O MIC é responsável pela fiscalização dos sectores da indústria e comércio.</p> <p>As responsabilidades do MIC incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Fiscalizar a implementação da política de indústria do Estado; • Encorajar, assistir e definir à localização actividades de empreendedorismo no âmbito da indústria nacional de processamento de matéria bruta, em particular com relação à produção com vista à redução da importação ou adicionar valor aos produtos de exportação; • Promoção de iniciativas com vista a recuperação ou actualização do parque industrial nacional existente bem como a aquisição de lucros de novos investimentos; • Fiscalização da política do Estado com respeito ao comércio agrícola, fornecimento e serviços de aprovisionamento; • Promoção de acções necessárias para uma distribuição eficiente de bens de consumo e factores de produção; • Fiscalização e reforço do comércio externo em coordenação com outros organismos do Estado; e • Promoção de uma base empreendedora para exportação no país e encorajamento de iniciativas destinadas ao aumento e diversificação das exportações. <p>O MIC está representado a nível provincial pela Direcção Provincial da Indústria e Comércio. A nível distrital, questões relacionadas com os sectores da indústria e comércio são da responsabilidade dos Serviços Distritais das Actividades Económicas</p>
Caminhos de Ferro de Moçambique - CFM	Os CFM são responsáveis por governar os portos e linhas férreas em Moçambique. O Porto de Pemba encontra-se sob a alçada da divisão CFM Norte, que compreende os portos de Pemba e Nacala e as linhas ferroviárias associadas, servindo o Malawi.
Administração Regional de Águas (ARA)	<p>As ARA são as entidades responsáveis pela gestão dos recursos hídricos em todo o país e incluem a ARA Sul, ARA-Centro, ARA- Zambeze, ARA-Centro Norte.</p> <p>As suas responsabilidades incluem, entre outros, a análise de pedidos para o uso e aproveitamento da água, descarga de afluentes, estação ou uso de águas subterrâneas e emissão de licenças.</p>

Tabela 2. 18: Instituições, funções e responsabilidades.

Fonte: Adaptado em MAE (2005)

As instituições na tabela acima apresentadas são umas das principais de entre tantas instituições que relativamente aos seus objetivos, funções e responsabilidades convergem na matéria de exploração de recursos naturais e no seu impacto no meio ambiente, para os seres vivos, e principalmente no ser humano. Nota-se que existem muitas leis, normas e regulamentos que são conjugados na exploração de recursos naturais, principalmente do carvão mineral, e as consequências desta actividade, caso não seja bem observada, pode perigar o meio ambiente. Deste modo, o pó ou partículas de carvão, pela sua composição química, trazem consigo alguns elementos químicos como é o caso de dióxido de carbono, alumínio, pH, entre outros, que depois de serem inalados, provocam doenças respiratórias, contaminam as águas, o solo, as plantas, as habitações e muitos outros corpos existentes no local de exploração ou de transporte do carvão mineral.

A tabela 2.19 apresenta de uma forma sumária as leis específicas que versam directa ou indirectamente sobre a exploração de minerais, procedendo-se também à identificação dos artigos, regulamentos e normas-chave que consubstanciam a questão do estudo em causa.

Algumas Leis específicas sobre recursos minerais	
Lei nº20/2014 de 18 de agosto.	Lei de Minas.
Lei de Terras nº19/97 de 1 de outubro.	Regulamento da Lei de Terra.
Lei nº20/97, de 1 de outubro	Lei do Ambiente.
Decreto n. °45/2004, de 29 de setembro.	Regulamento do Processo de Avaliação do Impacto Ambiental.
Decreto n. °18/2004, de 2 de junho.	Regulamento sobre os Padrões de Qualidade Ambiental e Emissão de Efluentes.
Decreto n.º 45/2006, de 30 de novembro.	Regulamento sobre a Prevenção da Poluição e Proteção do Ambiente Marinho e Costeiro.
ONU - ODS (2015)	Objectivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Tabela 2. 19: As Leis específicas sobre recursos minerais.

Fonte: Autoria/2018

A legislação é vasta e foi apenas consultada alguma que se considera estar muito ligada à exploração de carvão mineral. Como se pode constatar, a legislação moçambicana sobre a

exploração de recursos minerais, principalmente de carvão mineral, apresenta de uma forma objetiva várias leis que protegem o meio ambiente no processo da mineração desde a propensão até à extração e transporte de carvão para os locais pretendidos. A falta de observância da legislação mineira cria impacto no meio ambiente, o que resulta na contaminação do ar, da água potável, do solo, das árvores e habitações. A função de fiscalização e coordenação das acções neste ramo não pode depender apenas e exclusivamente do Governo, mas sim de todos os sectores da sociedade, como por exemplo, as comunidades ou sociedade civil, as organizações governamentais e não-governamentais, confecções religiosas, entre outras forças vivas.

2.5.6.5. O impacto ambiental na exploração de recursos

Antes de analisar o impacto ambiental, serão apresentados alguns conceitos que são pertinentes para a percepção do efeito em causa. Os recursos naturais são classificados em renováveis e não renováveis. E, portanto, os recursos não renováveis são aqueles formados de combustíveis fósseis finitos, ou seja, que podem acabar. São consideradas energias “não limpas” pois provocam efeitos indesejados ao meio ambiente, como são exemplo:

- Petróleo;
- Carvão;
- Gás natural.

Os recursos renováveis são, por sua vez, fontes inesgotáveis de energia. São consideradas energias “limpas” porque agridem menos o meio ambiente. Os exemplos são bem distintos dos anteriores:

- Raios solares (energia solar);
- Biocombustíveis;
- Vento (energia eólica).

A avaliação das quantidades disponíveis dos recursos não renováveis, os que geralmente não se reproduzem a si próprios na natureza, encontra-se associada à quantidade de matéria que é técnica e economicamente viável extrair. É então um conceito dinâmico, variado com a evolução tecnológica e com as necessidades do mercado, embora exista um limite superior finito para a sua utilização.

Na actividade de exploração de recursos naturais, principalmente do carvão mineral, cada

fase do processo – exploração, perfuração, tortura de carvão através de explosivos, transporte, armazenamento nos portos seco e até o carregamento e descarregamento dos navios para os mercados internacionais ou outras formas – apresenta sérios riscos ambientais e para a saúde pública. Surge um impacto que deve ser avaliado e monitorizado para que não ganhe proporções alarmantes para a população circunvizinha. O impacto tem uma componente especial e uma componente temporal. Pode ser descrito como uma alteração, positiva ou negativa, resultante do efeito de uma acção humana sobre um determinado componente físico, ecológico, cultural, social ou económico num determinado período e num dado lugar ou espaço geográfico, comparada com a situação que ocorrerá se essa acção não vier a ter lugar (Partidário & Jesus, 2003 e Fadigas, 2011). Ainda os mesmos autores comungam a ideia de que para definir impacto há que recorrer a alguns critérios e regras que permitam distinguir o significado dos impactos que:

- violam as leis, regulamentos ou planos existentes;
- provocam uma importante redução no efectivo das populações;
- provocam importantes alterações nos processos ecológicos, afectando significativamente as espécies;
- apresentam riscos para a saúde humana, provocam prejuízos económicos ou perturbações sociais.

1	A ocorrência do impacto (seja benéfico ou adverso).
2	O grau de afetação da saúde ou segurança públicas.
3	As características únicas da área geográfica, tais como a proximidade de património histórico-cultural, áreas naturais, áreas agrícolas de elevada potencialidade, zonas húmidas, rios selvagens e de grande beleza paisagística, ou áreas ecológicas de elevada sensibilidade ou em risco.
4	O grau de controversa associado à afetação da qualidade do ambiente humano.
5	O grau de incerteza ou envolvimento um risco único e/ou elevado associado à afetação da qualidade do ambiente humano.
6	O grau de possível estabelecimento de um precedente para acções futuras com efeitos significativos ou de uma decisão de princípios sobre uma futura acção.
7	A relação com outras acções com impactos individuais não significativos, mas com impactos cumulativos significativos.

8	O grau de possível afectação negativa de locais, estruturas, monumentos e sítios histórico-culturais.
9	O grau de possível afectação negativa de espécies em perigo ou ameaçadas, ou os seus hábitos, de acordo com a respectiva legislação de protecção.
10	O grau de possível afectação negativa de locais, estruturas, monumentos e sítios histórico-culturais.

Tabela 2. 20: Dez critérios de intensidade relativamente à severidade do impacto.

Fonte: Adaptado de Partidário & Jesus (2003).

Segundo a ideia do mesmo autor e também comungada pelo Cunha (2011), a lista de Guias da União Europeia sobre Selecção de Acções é apresentada numa lista de critérios para avaliar o significado dos impactos ambientais. As questões a considerar são:

- Haverá uma grande alteração nas condições ambientais?
- As novas características sairão "fora-da-escala" do ambiente existente?
- O efeito resultante será pouco usual na área ou particularmente complexo?
- O efeito far-se-á sentir numa área muito externa?
- Existe algum potencial impacto transfronteiriço?
- Serão afectadas muitas pessoas?
- Serão afectadas muitos receptores de outro tipo (fauna, flora, negócios, infra-estruturas)?
- Serão afectados recursos ou outros valores escassos?
- Existe risco de padrões de qualidade ambiental serem ultrapassados?
- Existe risco de afectação de sítios, áreas ou valores protegidos?
- Haverá uma elevada probabilidade de ocorrência do impacto?
- O impacto permanecerá por muito tempo?
- O impacto será permanente em vez de temporário?
- O impacto será contínuo em vez de intermitente?
- Se for intermitente, será frequente em vez de raro?
- O impacto será irreversível?
- Será difícil evitar, reduzir, reparar ou compensar o impacto?

Os impactos podem ser classificados de forma diversa, da menor à maior proporção.

Critérios de classificação	Tipo de impactos
Incidência	Directo ou indirecto
Sinal	Positivo, nulo, negativo
Importância	Muito significativo, pouco significativo, irrelevante
Magnitude	Máximo, moderado ou mínimo.
Probabilidade	Certo, provável ou incerto.
Duração	Permanente ou temporal
Dimensão temporal	Imediato, médio prazo ou longo prazo.
Dimensão espacial	Adjacente, local, regional, transfronteiriço, global
Reversível	Reversível, (Total ou parcialmente) ou irreversível
Comutatividade	Simple ou múltiplas

Tabela 2. 21: Critérios de classificação e tipos de impactos.

Fonte: Partidário & Jesus (2003) e Cunha (2011).

2.5.6.6. Desenvolvimento sustentável de recursos e princípio de precaução

Um dos conceitos que entrou definitivamente no campo das abordagens ambientais e, conseqüentemente, na Educação Ambiental, é o de desenvolvimento sustentável. Esta abordagem ganhou uma maior projecção a partir do Relatório Pearce (1989) *apud* Almeida (2002). A ideia central do desenvolvimento sustentado está directamente relacionada com a necessidade de deixar às gerações futuras um conjunto de recursos que lhes possibilite a sua sobrevivência e florescimento. Assim, não faz sentido continuar com um sistema económico de produção onde

o ambiente não é tido em conta. Frequentemente, os investidores, na procura de maximização dos lucros, no mais curto tempo possível, concorrem para a degradação do ambiente, impossibilitando a sua capacidade de renovação natural e acelerando o esgotamento de recursos. O conceito, embora centrado na necessidade de assegurar a qualidade de vida à nossa espécie, não deixa de mencionar que se deve ter igualmente em consideração os outros seres vivos com os quais são partilhados muitos dos recursos, bem como os estragos e destruição ambiental. Mas o principal problema é que a adjectivação sustentado e sustentável se generaliza, se banalizou, e acabou por perder o sentido ao ser utilizada por políticos, autarcas e industriais, mesmo quando a prática se revela antagónica aos princípios enunciados. De facto, a criação de um mundo sustentável sugere que os estilos de vida com

impactos ambientais devastadores têm de ser obrigatoriamente reduzidos através da desaceleração do consumo de recursos finitos.

Ao iniciar qualquer actividade económica na exploração de quaisquer recursos, na transformação de produtos semifinais e finais, há necessidade de observar os padrões da poluição do ar, do solo e da água de acordo com a legislação e ética ambiental. Miller (1998 *apud* Almeida (2002)), apresenta, entre tantas perguntas de partida, as seguintes:

- Será que há cumprimento da legislação e ética ambiental nas actividades humanas?
- São reduzidos os desperdícios tóxicos?
- Reduz ou evita a destruição da camada de ozono?
- Reduz a poluição atmosférica?
- Conduz a menor erosão do solo?
- Protege a biodiversidade do planeta?

Contudo, o princípio da precaução, por vezes evocado no contexto do desenvolvimento sustentado, é igualmente mencionado em situações distintas. Almeida (2002) define-o como constituindo a necessidade de evitar danos ambientais que sejam irreversíveis ou cuja reversibilidade é apenas admitida com enorme dificuldade e esforço. Desta forma, os riscos sempre se configuram prováveis embora incertos, mas a falta de certezas científicas ou de conhecimento não deve ser utilizada como forma de evitar a implementação de medidas preventivas. Tudo o que pode fazer-se deve fazer-se. Há necessidade e urgência de Educar acerca do Ambiente, no Ambiente e pelo Ambiente.

PARTE 3. OPÇÕES METODOLÓGICAS

No capítulo anterior foi apresentado o referencial teórico que fundamenta várias abordagens científicas referentes à questão do impacto ambiental na exploração de carvão mineral. Já neste capítulo segue-se a explicação do percurso metodológico que orienta a investigação, expressando uma visão prospectiva, descritiva e argumentativa sobre como a mesma decorreu. Foram planificados procedimentos metodológicos de modo a responder ao objectivo do estudo e às nove perguntas de partida, anteriormente mencionadas. Este capítulo descreve o tipo de pesquisa realizada, os procedimentos de recolha de dados, sua análise e interpretação e também o local onde o estudo decorreu, contando ainda com os participantes da investigação.

3.1. Área de estudo

O estudo foi realizado no Posto Administrativo de Moatize, distrito de Moatize, província de Tete (figura 3.1.). A área abrangida por este estudo está localizada na Bacia Carbonífera de Moatize, com cerca de 8.455 km² e uma população cerca de 327,437 habitantes (INE, 2015). O distrito de Moatize dista 20 km da cidade de Tete. Localizada a Nordeste da capital provincial, entre os paralelos 15° 37' e 16° 38' de latitude Sul e entre o meridiano 33° 22' e 34° 28' de longitude Leste. A tabela 3.1. abaixo exhibe os limites do distrito.

Distrito	Distrito de Moatize			
	Norte	Sul	Este	Oeste
Limites	Tsangano e Chiuta	Mutarara e Província de Manica (Guru e Tambara)	República do Malawi	Changara e Cidade de Tete

Tabela 3. 1: Localização do distrito de Moatize.

Fonte: MAE (2015)

O mapa a seguir ilustra a localização e limites do distrito de Moatize, que constitui o local da actividade mineira e, portanto, da zona em estudo.

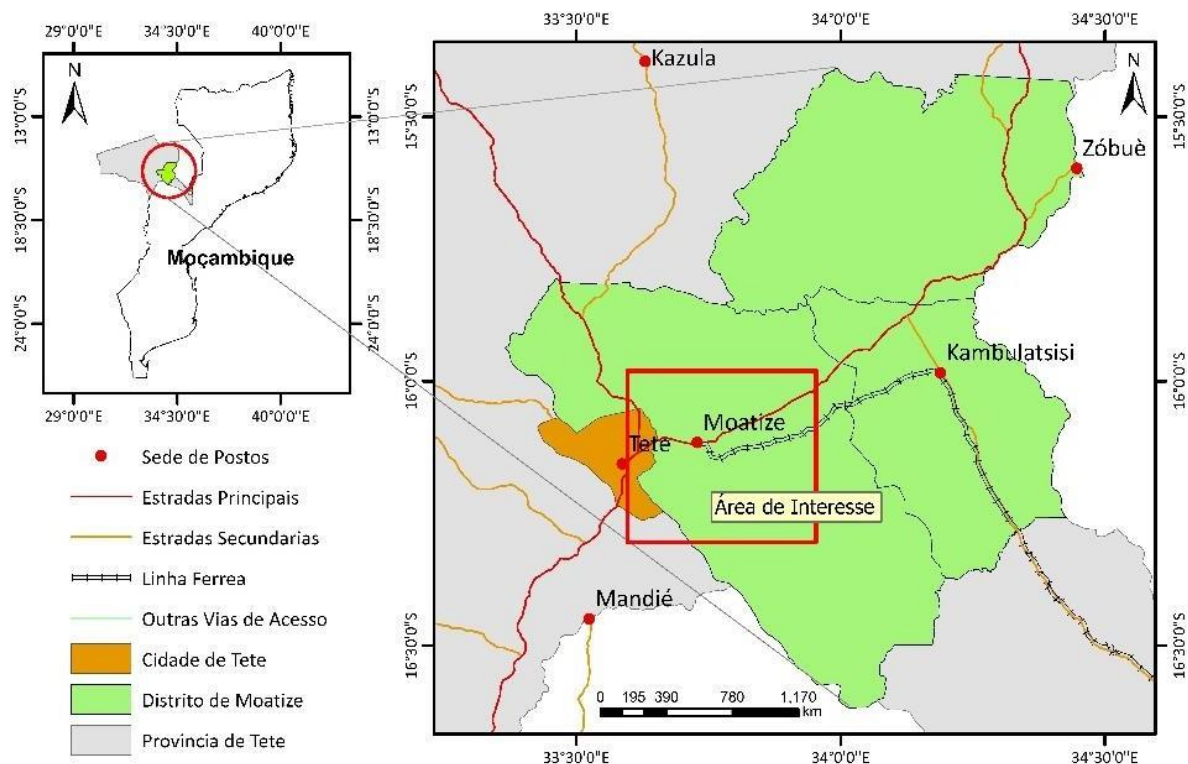


Figura 3. 1: Mapa da localização do distrito de Moatize.
Fonte: Autoria, 2016.

3.2. Tipos de pesquisa e técnicas

Nesta investigação optou-se por uma abordagem metodológica do tipo qualitativa ou fenomenológica e interpretativa, de carácter descritivo pelo facto de se ter como objectivo central interpretar uma realidade em particular, específica e única (Afonso, 2005). Foram utilizadas técnicas de recolha de dados como as entrevistas semi-estruturadas, a observação direta não participante, a análise laboratorial, o Sistema de Informação Geográfica (SIG) na elaboração de alguns mapas de identificação e evolução mineira, a consulta bibliográfica das leis, decretos, artigos científicos, relatórios, entre outros documentos. No entender de Lundin (2016), a pesquisa é um conjunto de acções ou uma proposta sistematicamente preparada para encontrar a solução de um problema apresentado pelo pesquisador ou por outrem, que tem por base procedimentos racionais e sistemáticos. A pesquisa é realizada quando se tem um problema e não se têm (ainda) informações suficientes para tratá-lo/solucioná-lo.

A pesquisa qualitativa considera que existe uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objectivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzida em números absolutos ou relativos. A interpretação dos fenómenos e a atribuição de significados são pilares fundamentais no processo da pesquisa

qualitativa, não requerendo necessariamente o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte directa para a recolha de dados e o pesquisador é o instrumento chave. Ela é descritiva acerca dos factos e os pesquisadores interpretam os seus dados indutivamente (Lundin, 2016).

Sousa & Baptista (2011) comungam a mesma ideia e acrescentam que a investigação qualitativa é indutiva porque o investigador desenvolve conceitos e chega à compreensão dos fenómenos a partir de padrões resultantes da recolha de dados (não recolhe dados para testar hipóteses). Para Creswell (2007), a pesquisa qualitativa é adequada quando o fenómeno de interesse é novo, dinâmico ou complexo, quando as variáveis relevantes não são facilmente identificadas e quando as teorias existentes não explicam o fenómeno. Para consubstanciar o estudo em causa, também se procedeu à pesquisa bibliográfica, que foi realizada a partir do material já publicado (Lundin, 2016). Alves (2012), partilhando do mesmo pensamento, refere que a pesquisa bibliográfica é aquela em que um investigador desenvolve a sua investigação a partir de estudos já efectuados por outros investigadores. Neste sentido, numa fase inicial, o investigador deve identificar e seleccionar a bibliografia de acordo com a temática, cingindo-se a obras especializadas, filtrando e organizando as informações necessárias ao estudo.

Para além das consultas bibliográficas, foram também consultadas algumas leis importantes da mineração e ambiental, tais como: A Lei de Minas (n.º20/2014 de 18 de Agosto) que orienta toda a actividade mineira; Lei de Terras n.º19/97 de 1 de Outubro e Regulamento da Lei de Terras; Lei do Ambiente n.º 20/97 de 1 de Outubro que faz menção aos cuidados da poluição; o Decreto 54/2015¹¹ de 31 de Dezembro que aprova o Regulamento sobre o Processo de Avaliação do Impacto Ambiental (AIA); o Decreto n.º18/2004 de 2 de Junho que regula os

Padrões de Qualidade Ambiental e Emissão de Efluentes; o Diploma Ministerial 180/2004 de 15 de Setembro que preconiza Recursos Aquáticos-Regulamento sobre a Qualidade da Água para o Consumo humano; o Decreto n.º 45/2006, de 30 de Novembro, Regulamento

¹¹ O Decreto n.º54/2015 de 31 de dezembro aprova o regulamento sobre o processo de avaliação do impacto ambiental (aia) e revoga o decreto n.º45/2004, de 29 de setembro. as disposições previstas neste regulamento, aplicam-se a todas as actividades públicas ou privadas que directa ou indirectamente possam influir nas componentes ambientais. a avaliação do impacto ambiental para as actividades petrolíferas e mineiras são regidas por regulamentação específica, que neste caso específico, a actividade mineira é regida pela lei de minas e ademais regulamentos.

sobre a Prevenção da Poluição e Protecção do Ambiente Marinho e Costeiro; Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), principalmente o 12º Objetivo que afirma "assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis". De igual modo, também foram consultados artigos científicos, obras, relatórios governamentais e não-governamentais, entre outros documentos adjacentes à matéria do impacto ambiental na actividade mineira.

3.3. Métodos

Segundo Lundin (2016), os métodos de procedimento indicam os meios técnicos da pesquisa. Neste estudo foi utilizado o método de abordagem indutivo porque o conhecimento é fundamentado exclusivamente na experiência, sem considerar princípios pré-estabelecidos, ou seja, observa-se o facto e compara-se com outro facto conhecido para descobrir a relação entre eles. Este método parte do particular para o geral. Nesta perspectiva, foram colhidas algumas amostras de solo e água e, depois de obtidos os resultados das análises do laboratório, fizeram-se comparações em relação aos valores recomendados e aceitáveis para a saúde humana pelas autoridades competentes (OMS e leis ou decretos referentes aos elementos químicos presentes na água e no solo). Além destes dois tipos de parâmetros, também foi analisado o parâmetro do ar através de Material Particulado Fino, de modo a aferir a contaminação do meio ambiente na zona em estudo. De igual modo, recorreu-se a algumas imagens na base de dados de Sistema de Informação Geográfica (SIG), processadas pelo software ArcGIS, que ajudaram na verificação da evolução da área mineira no distrito de Moatize, entre 2005 e 2015, através dos mapas georreferenciados.

3.4. Técnicas

Lakatos (2003: 174) considera que a técnica é um conjunto de processos que se serve de uma ciência ou arte, utilizando inúmeros procedimentos na obtenção de seus propósitos. Carmo (1998) *apud* Sousa & Baptista (2011) olham os caminhos ou técnicas como procedimentos operatórios rigorosos, bem definidos, transmissíveis, susceptíveis de serem novamente aplicados nas mesmas condições, adaptados ao tipo de problemas e aos fenómenos em causa. O autor ainda refere que a escolha da técnica depende do objetivo que se pretende atingir. Neste âmbito, mais concretamente, para aferir a percepção da população sobre o iminente risco à saúde humana e para compreender a relação entre a comunidade e as empresas mineradoras, resultante da exploração do carvão mineral através de minas a céu aberto, foram usadas diversas técnicas. A figura 3.2. ilustra as técnicas usadas neste estudo.

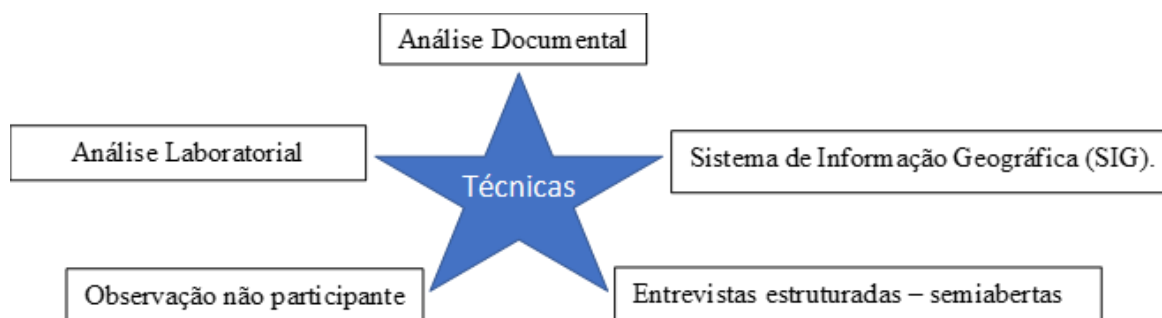


Figura 3. 2: Técnicas usadas no estudo
Fonte: Autoria/2016

3.4.1. Análise documental

Para Lakatos (1979) e Lundin (2016), a análise documental é um processo que envolve selecção, tratamento e interpretação da informação existente em documentos (escritos, áudios ou vídeo) com o objectivo de eduzir algum sentido. Por sua vez, Sousa & Baptista (2011) corroboram com o mesmo pensamento de que esta técnica constitui uma ferramenta importante na investigação qualitativa, seja complementando informações obtidas por outras técnicas, seja através da descoberta de novos aspectos sobre um tema ou problema. Afirmam ainda que o trabalho de análise se inicia com a escolha do tema pois, por vezes, os documentos são as únicas fontes que registam princípios, objectivos e metas. Nesta perspectiva, a análise documental foi a primeira actividade a ser realizada e está presente em todas as etapas do estudo. Para tal, tornou-se necessário, (re)ler e adquirir obras, bem como pesquisar e ler artigos escritos em revistas científicas referentes à mineração, fora e dentro do país, de modo a obter informações sobre a mesma e do seu impacto através da exploração do carvão mineral.

3.4.2. Processamento de dados geográficos

Neste estudo, os SIG (Sistemas de Informação Geográfica) foram usados no mapeamento da evolução das zonas de mineração bem como na identificação das regiões onde existem diferentes amostras de água e solos como indicado na figura 3.3. Do mesmo modo, foram colhidas também algumas imagens que mostram o Material Particulado Fino ($MP_{2,5\mu g/m^3}$) suspenso na atmosfera, de modo a aferir a veracidade da contaminação do ar que está sendo consumido naquela zona de mineração.

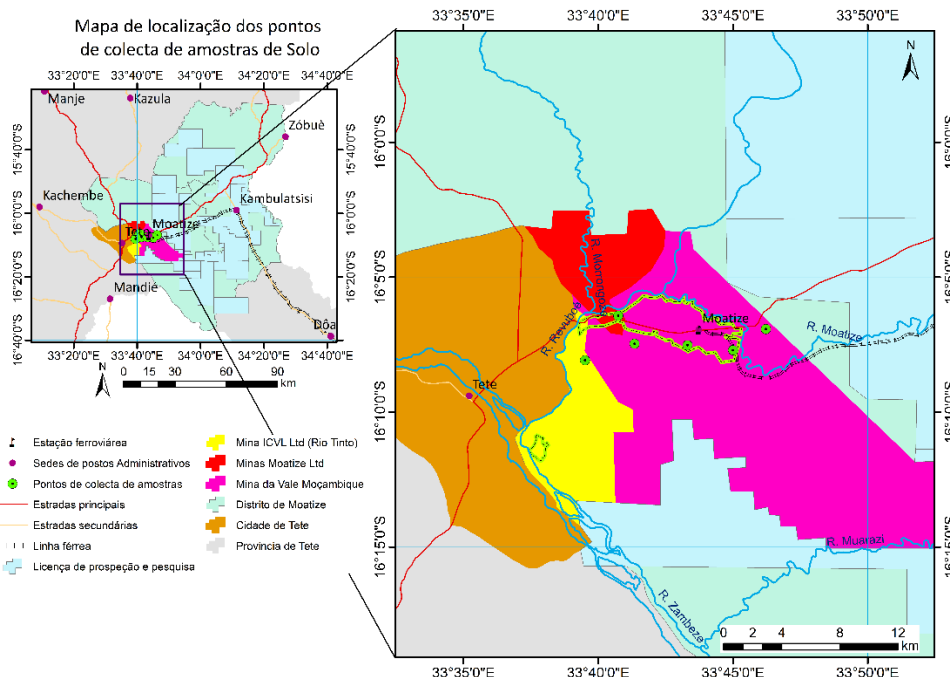


Figura 3. 3: Mapa de localização dos locais de colecta de amostras de solos.
Fonte: Autoria/2019

3.4.2.1. Mapeamento da distribuição espacial das áreas de mineração

A figura 3.4. indica o fluxograma dos procedimentos metodológicos usados para o mapeamento da distribuição espacial das áreas de mineração na região de estudo.

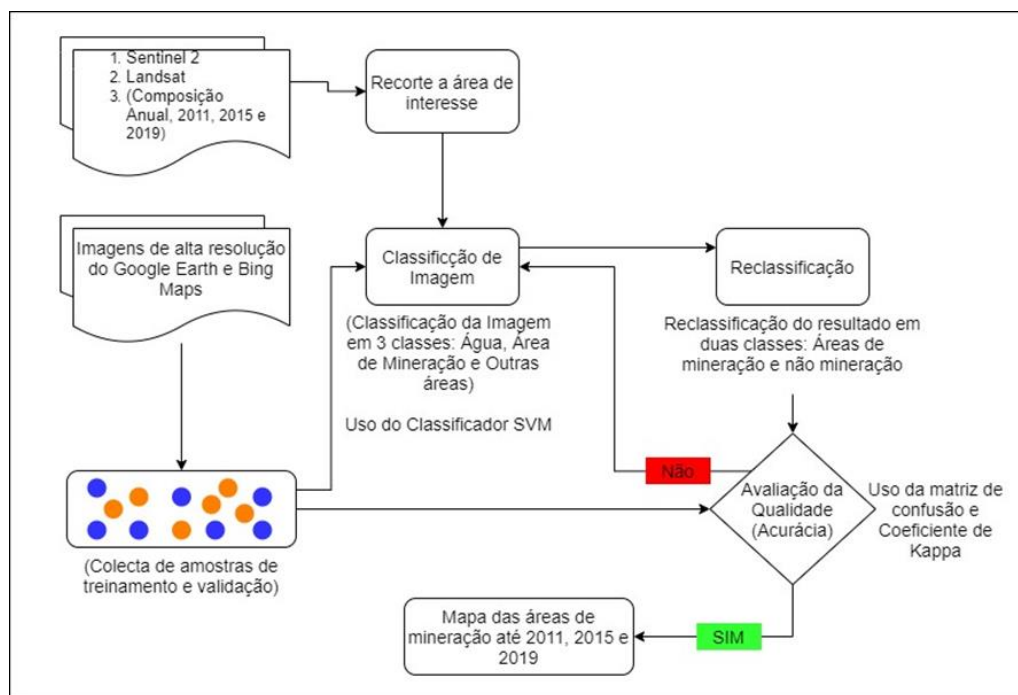


Figura 3. 4: Fluxograma dos procedimentos para a classificação de imagens.
Fonte: Autoria/2020

Para o mapeamento da distribuição espacial das áreas de mineração na região de estudo, foi usada a abordagem de classificação de imagens de orbitais. Para o efeito, foram usadas imagens de dois tipos de satélites, incluindo imagens da colecção Landsat 7 Surface Reflectance Tier 1 (para o ano de 2011), Landsat 8 Surface Reflectance Tier 1 (para o ano de 2019) e o Sentinel-2 MSI: Multi Spectral Instrument, Level-1C (para o ano de 2019). As imagens de Landsat 7 e Landsat 8 são fornecidas pela United States Geological Survey (USGS), numa resolução espacial de 30 m (U.S. Geological Survey 2018), enquanto as imagens de Sentinel-2 são da European Space Agency (ESA), numa resolução espacial de 10 m (ESA, 2015). Estas imagens foram agregadas anualmente. É possível observar na tabela 3.2 o resumo das propriedades das imagens de satélite usadas neste estudo.

Sensor	Fornecedor	Datas	Bandas	Descrição da Banda	Comprimentos de Onda	Resolução espacial
Sentinel-2 MSI Level-1C - TOA	ESA	01 de Janeiro a 31 de Dezembro de 2019	B1	Aerosols	443 nm	60m
			B2	Azul	490 nm	10m
			B3	Verde	560 nm	10m
			B4	Vermelho	665 nm	10m
			B10	Cirrus	1375 nm	60m
			B11	SWIR 1	1610 nm	20m
Landsat 8 Surface Reflectance Tier 1	USGS	01 de Janeiro a 31 de Dezembro de 2015	B2	Azul	0,452-0,512 μ m	30m
			B3	Verde	0,533-0,590 μ m	
			B4	Vermelho	0,636-0,673 μ m	
			B5	Near-Infrared	0,851-0,879 μ m	
			B6	SWIR-1	1,566-1,651 μ m	
			B7	SWIR-2	2,107-2,294 μ m	
Landsat 7 Surface Reflectance Tier 1	USGS	01 de Janeiro a 31 de Dezembro de 2011	B1	Azul	0,452-0,512 μ m	30m
			B2	Verde	0,533-0,590 μ m	
			B3	Vermelho	0,636-0,673 μ m	
			B4	Near-Infrared	0,851-0,879 μ m	
			B5	SWIR-1	1,566-1,651 μ m	
			B7	SWIR-2	2,107-2,294 μ m	

Tabela 3. 2: Características das imagens de satélite usadas para o mapeamento da distribuição espacial das áreas de mineração.

Fonte: Adaptado de Bofana (2020)

Na região em estudo, as grandes mineradoras tais como a Vale Moçambique e a ICVL (Rio Tinto, Ltd) começaram as suas actividades de exploração mineira nos princípios do ano de 2011, o que fez com que não fosse possível ter a distribuição espacial das áreas de mineração

durante o ano de 2005, baseando-se em imagens de satélites, como indica o mapa da figura 3.5.

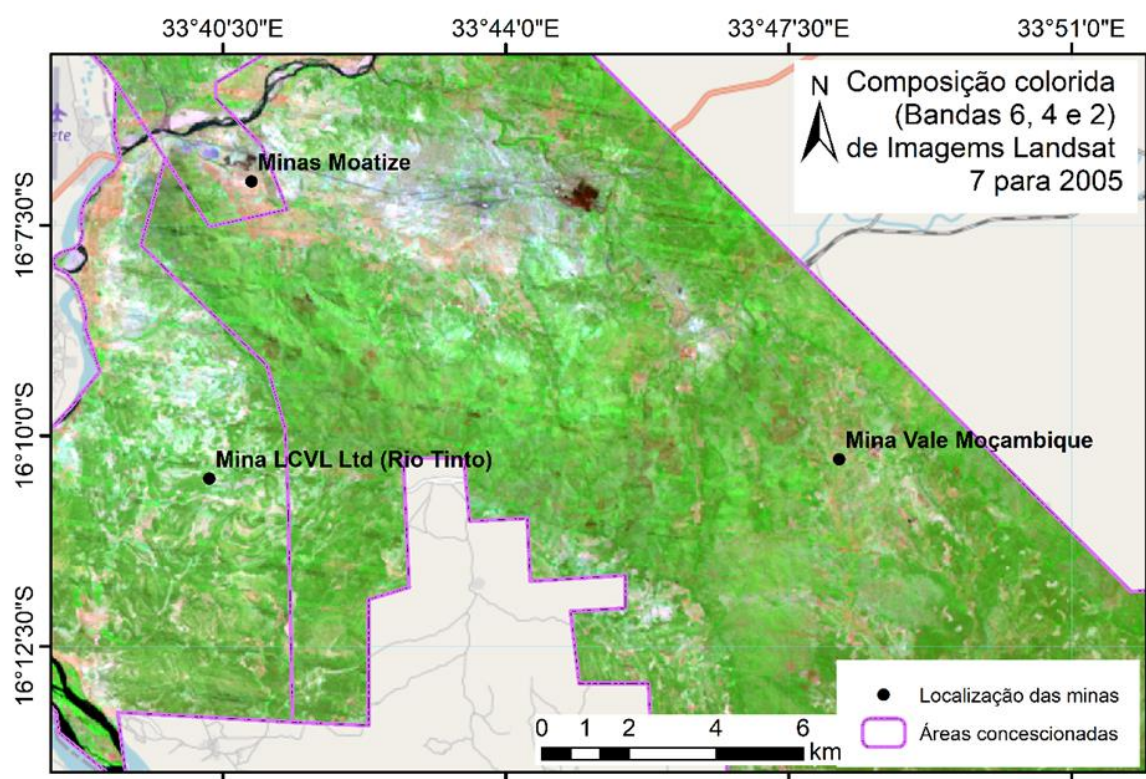


Figura 3. 5: Composição colorida de imagem de Landsat 7 para o ano de 2005 na região em estudo.

Fonte: Aatoria/2021

Para a classificação das imagens, usando imagens de alta resolução do Google Earth e Bing Maps, foram colhidas diversas amostras representando as características da região de estudo. Estas amostras foram classificadas em 3 classes: água, áreas de mineração e outras (incluindo áreas habitacionais, áreas de vegetação e solo exposto). No total, cerca 259 amostras foram colhidas e usadas para treinar o modelo de classificação (figura 3.6.).

Para cada ano, 100 amostras correspondentes a áreas de mineração e áreas de não mineração também foram colhidas. Estas amostras foram usadas para verificar a qualidade dos mapas usando matriz de confusão, que consiste na tabulação cruzada que compara as classes mapeadas com as classes observadas no campo (Foody, 2002). O Coeficiente de Kappa (k), determinado pela equação 3.1., também foi usado como indicador da qualidade da classificação.

$$K = \frac{\sum_{i=1}^k X_{ii} - \sum_{i=1}^k (X_{i+} x X_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^k (X_{i+} x X_{+i})} \quad (\text{Equação 3. 1})$$

Onde: k = número de linhas e colunas na matriz de confusão; N = número total de observações, X_{ii} = observações na linha i e coluna i ; X_{i+} = total marginal da linha i ; e X_{+i} = total marginal da coluna i .

Por definição, o Coeficiente de Kappa reflecte a diferença entre a concordância actual da concordância esperada (Banko, 1998; Story & Congalton 1986). Como em muitos outros testes estatísticos, o Coeficiente de Kappa varia de -1 a +1. Valores situados abaixo de zero indicam que não há nenhuma concordância entre os aspectos observados e os esperados. Zero indica o nível de concordância que pode ser obtido por escolhas aleatórias e 1 representa a concordância perfeita dos dados (Banko, 1998).

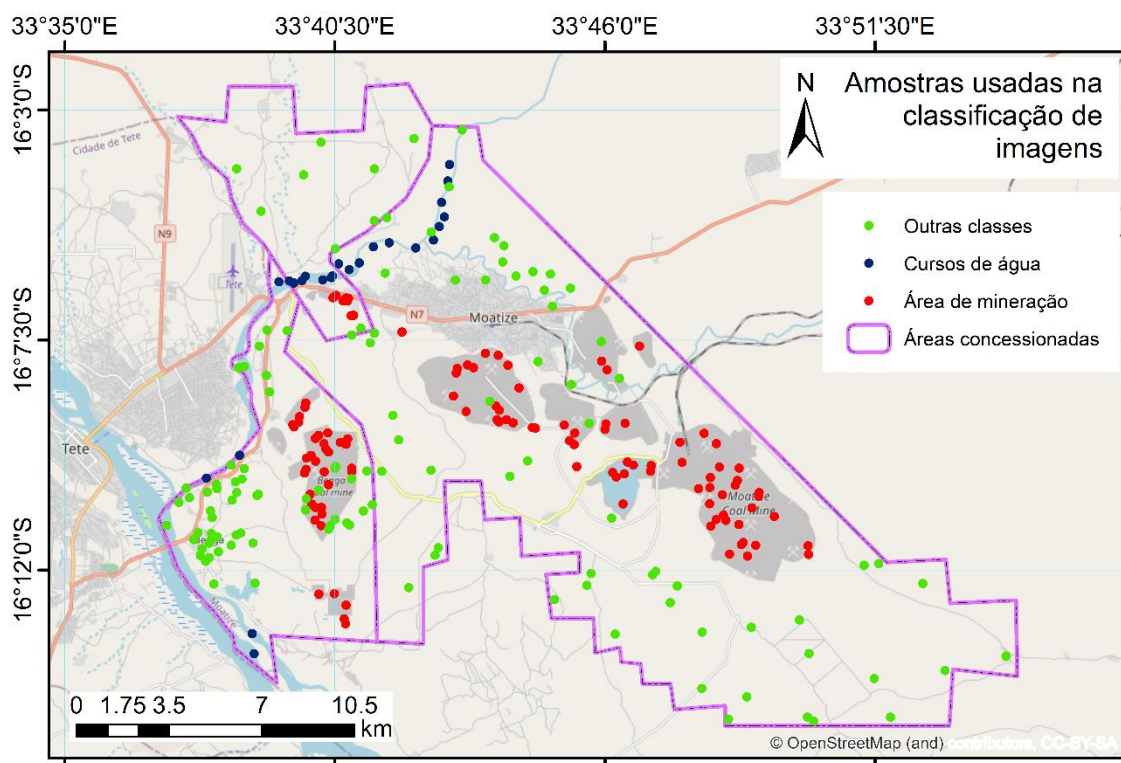


Figura 3. 6: Mapa de distribuição das amostras usadas para a classificação das imagens.

Fonte: Autoria/2021

O processo de classificação foi feito usando o classificador Support Vector Machine (SVM). O SVM é um classificador baseado em aprendizagem de máquina (Nitze et al., 2012) que foi usado diversas vezes para o reconhecimento de características ópticas (Huang et al.,

2002) bem como para produzir resultados de classificação melhorados. Este é um método de classificação supervisionado não paramétrico. Contudo, o SVM minimiza o erro de classificação dos dados não visíveis (Mountrakis et al., 2011).

3.4.2.2. Análise espacial da poluição do ar

Para efetuar a análise da distribuição espacial da poluição do ar em Moatize, foram baixados dados globais de concentração de PM_{2,5} no formato *raster grids*, com resolução de 0,001 graus na plataforma da SEDAC¹², resultante dos satélites MODIS, MIR e Sea WiFs Aerosol Optical Depth. Os dados baixados são dos anos de 2005 a 2016.

Com recurso à ferramenta *extract by mask* do software ArcGIS foram obtidos os raster que mostram a distribuição espacial dos níveis de poluição com base em PM_{2,5} para vila de Moatize, área de estudo. O *raster* foi depois reclassificado em 4 classes usando o classificador Natural breaks do ArcGIS de modo a que se obtivesse para cada ano em estudo um mapa de Moatize com as diferentes classes de PM_{2,5}. O *raster* foi convertido para o formato vectorial para serem possíveis as áreas para cada classe de PM_{2,5} e, ainda, construir os respectivos gráficos.

3.4.3. Análise laboratoriais

Para além de outros tipos de técnicas de investigação ou de recolha de dados acima citados, e para comprovar se existe a poluição do impacto ambiental resultante da exploração do carvão mineral através de minas a céu aberto, foram colhidas amostras em vários pontos no distrito de Moatize. Sobretudo nas povoações, junto às minas de carvão, se retiraram amostras de solos e água, que foram submetidas ao Laboratório de Higiene de Água e Alimentos da Direcção Provincial de Saúde de Sofala e ao Instituto de Investigação Agrária de Moçambique – Centro Zonal Nordeste¹³ na província de Nampula, para o seu processamento e posterior análise da quantidade dos elementos químicos e físicos emersos da água e do solo, respetivamente.

¹² <https://sedac.ciesin.columbia.edu/data/set/sdei-global-annual-gwr-pm2-5-modis-misr-seawifs-aod/data-download#close>

¹³ Trata-se do Centro de Laboratório Regional de Análise de Solos e Plantas, localizada na província de Nampula na zona Norte de Moçambique. É Estatal com profissionais com larga experiência na matéria de análises desta natureza.

3.4.3.1. Análise laboratoriais de água

Foram, portanto, colhidas amostras de água para o estudo. Num dos quatro poços sem bomba (a céu aberto) nos rios Moatize e Revubué, nos bairros de Capanga, Chithatha (Nhacolo), 1.º de Maio e de Liberdade, onde alguma parte da população obtém água para o seu consumo. Os instrumentos utilizados para a colheita das amostras foram garrafas plásticas de água mineral de 1,5 litro e sem nenhum produto. No acto de colheita, foram lavadas três vezes com água de poço local identificado para colheita e sem qualquer tipo de líquido de sabão. Em cada local da colheita da amostra, foram marcadas coordenadas geográficas da localização de cada poço através do aparelho *Global Positioning System (GPS)* que ajudou na elaboração de um mapa de localização.

Foram analisados os padrões de água potável no que diz respeito às análises físicas e organolépticas, análises químicas e microbiológicas e, por fim, fez-se a comparação dos parâmetros das análises das amostras em relação aos padrões pré-fixados pela Legislação Moçambicana MISAU e OMS referente à potabilidade de água para consumo humano. As análises foram feitas no Laboratório de Higiene de Água e Alimentos da Direcção Provincial de Saúde de Sofala, ref. 10/08/2020, registo nº 867/2020 e, ainda, realizada a comparação a partir do Diploma Ministerial nº180/2004 de 15 de setembro, série I.

3.4.3.2. Análise laboratoriais de solos

3.4.3.2.1. Recolha de amostras de solo

De acordo com as características da área em estudo, pela heterogeneidade do tipo de solos, a amostragem destinada à análise nesta pesquisa foi estratificada. Para o estabelecimento dos pontos amostrais, inicialmente procedeu-se à consulta de dados secundários, base de dados de solos da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) que posteriormente se sobrepôs à base administrativa do distrito de Moatize. Após a sobreposição e classificação da área de estudo, foram definidos os estratos de solos e marcados pontos amostrais proporcionais a cada tipo de solo, através de SIG (*Software ArcGIS 10.2.1*), cujas coordenadas espaciais foram registadas e introduzidas posteriormente por recetor GPS (*Global Positioning System*) com a orientação UTM (*Universal Transversal Mercator*) e WGS (*84 World Geodetic System*) zone 36S para a localização dos pontos no campo.

Na definição dos pontos amostrais foram considerados um total de seis, onde foram colhidas 100% (seis) das amostras, consideradas representativas dos estratos e distribuídas aleatoriamente em cada tipo de solo, de forma a garantir uma maior representatividade. Para a divisão da área de estudo foi utilizado o critério associado ao tipo de solo. Foram coletadas amostras numa camada arável de 0-20 cm.

A adoção das amostragens na profundidade, até 20 cm, vem sendo comumente adotada em sistemas de cultivo convencional (o solo sofre revolvimento a esta profundidade), em que a preparação do solo, para a sementeira da cultura anual, consiste numa lavoura e duas gradagens (Machado et al., 1998). Ela apresenta vantagens na uniformização de procedimento, permitindo comparar resultados obtidos no passado, visando a constituição de um histórico da fertilidade química, possibilitando a comparação com resultados de análise de solos de outros locais, bem como a disponibilidade de nutrientes. Para a recolha das amostras foram efetuadas caminhadas entre os pontos onde foram identificadas e anotadas as características morfológicas do solo e posterior colecta das amostras para a validação laboratorial.

A quantidade das amostras do solo foram colectadas usando o trado holandês, que se baseou em picareta e pá (por possuir bom desempenho em qualquer tipo de solo, apesar de exigir grande esforço físico). As amostras foram também levadas ao laboratório do Instituto de Investigação Agrária de Moçambique-Posto Agronómico de Nampula (IIAM-PAN), numa quantidade de 500 gramas cada (para permitir eventuais repetições), tendo sido colocadas em sacos plásticos limpos bem identificados (n.º da amostra, data e período da amostragem, coordenadas do local colhido, profundidade, tamanho da área amostrada) (Prezotti & Guarçoni, 2013).

3.4.3.2.2. Pré-tratamento das amostras

Após a coleta, as amostras de solo foram espalhadas sobre uma mesa com superfície lisa de material não contaminante. A secagem ao ar, à sombra, em que torrões grandes e mais frágeis foram quebrados manualmente e, em seguida, fez-se o revolvimento da amostra para agilização da secagem e peneiradas num crivo de 2 mm (denominada terra fina seca ao ar – TFSA). Depois

foram analisadas para determinar a condutividade eléctrica: granulometria (areia fraccionada, limo e argila), pH em água e com KCl, teores trocáveis de potássio (K), teores

disponíveis de fósforo (P), matéria orgânica (MO), capacidade de troca catiónica (CTC), saturação por base (V). A TFSA foi colocada num pacote de plástico, tendo sido protocoladas, registadas, com um número de identificação do laboratório e preparadas para as determinações analíticas.

3.4.3.2.3. Análise física do solo

Foi feita a análise física das amostras do solo de dois atributos físicos do solo, designadamente: textura e condutividade eléctrica (CE). A determinação da condutividade eléctrica (CE) foi feita através de um Condutímetro GLP 32), onde se pesou 10g de cada amostra de Terra Fina Seca ao Ar (TFSA) e se adicionou 25 ml de água destilada, tendo em conta antes a calibragem do aparelho medidor da CE com soluções tampão de 1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 12,88 $\mu\text{S}/\text{cm}$, constituindo-se desta forma como reagentes para este tipo de análise. Os mesmos tratamentos de solo foram também realizados para a leitura de pHmetro.

A análise textural ou granulométrica foi determinada pelo método do densímetro (Bouyoucos), cuja separação de areias, muito grossa e grossa, foi realizada com o crivo de 0,2 mm, sendo que a separação das restantes partículas (areias media, fina e muito fina, limo e argila) foi submetida ao processo de densímetro, com a determinação da velocidade de queda das partículas que estavam em suspensão numa solução de 1 litro de água destilada (Moniz & Valadares, 2009).

Através da análise de frações granulométricas (da Silva, Barreto, Pérez, & Silva, 1998) foram pesadas 20g de cada amostra de TFSA, cujas frações de areia, limo e argila foram agrupadas em classes texturais, obtidas pelos triângulos para a classificação adotada pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (EUA, 1975, *apud* Moniz & Valadares, 2009) e pelo Sistema Internacional ou Atterberg, desenvolvido pela Sociedade Internacional de Ciência do Solo (ISSS). Esses dois sistemas são considerados os mais importantes. A figura 3.7. apresenta o triângulo que possibilita classificar a textura de solo.

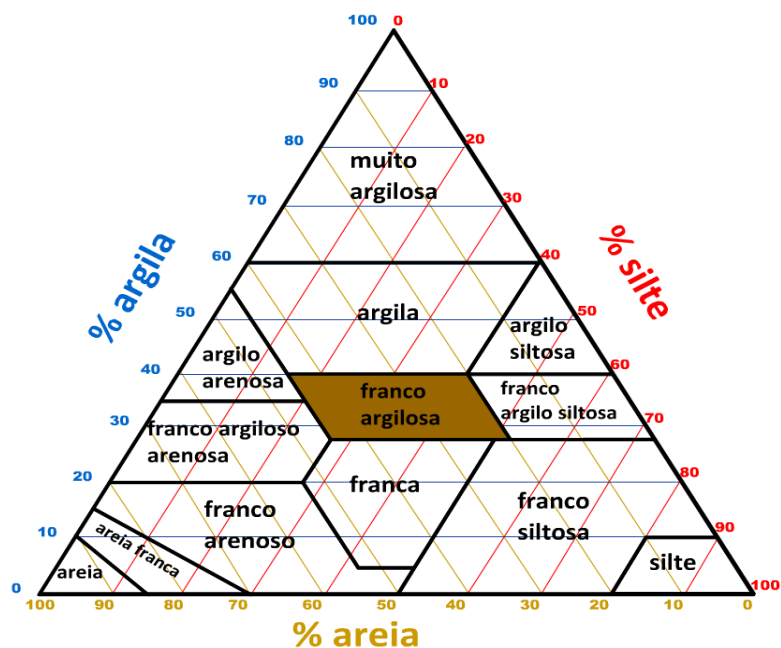


Figura 3. 7: Triângulo de textura do solo.

Fonte: EUA (1975) *apud* Moniz, Jorge & Valadares (2009)

3.4.3.2.4. Análise química do solo

Foi feita a análise química das amostras do solo de seis dos seus atributos químicos, designadamente: fósforo (P), potássio (K), capacidade de troca catiónica (CTC), matéria orgânica (MO), saturação por bases (V) e pH. A determinação do fósforo (P) foi feita por método Mehlich-1. Utilizaram-se 2g de cada amostra de terra fina seca ao ar (TFSA) em 50 ml do extractante e um tempo de agitação de 30 minutos, onde o fósforo extraído foi determinado espectroscopicamente, ou seja, através da leitura da intensidade da cor do complexo fosfomolibdico, que fora produzido pela redução do molibdato com o ácido ascórbico (Silva et al., 2008).

O potássio (K) foi determinado mediante o uso do método de fotometria de chama, considerado como um método rápido e com precisão satisfatória em relação a outros métodos. O elemento foi doseado por espectroscopia de emissão de chama, baseado na emissão de energia (Silva et al., 2008). Foram dissolvidos 77,08g de $\text{NH}_4\text{AcO}^{14}$ (1M)¹⁵ 16 em 800 ml de água destilada, ajustando o pH a 7 e acertando o volume de água a 1litro.

¹⁴ Acetano de Amónio

¹⁵ Um Molar

Foram pesados 10g de solo em um tubo centrífuga e adicionados 25 ml da solução de NH₄AcO (1M) (Helmke & Sparks, 1996, apud Medeiros et al., 2014).

A determinação da capacidade de troca catiónica foi realizada mediante o uso do método Kjeldahl, a partir do qual foram dissolvidos 77,08 g de NH₄AcO (1M) em 800 ml de água destilada, ajustando o pH a 7 e elevando o volume de água a 1 litro. Também foram dissolvidos 74,56 g de KCl em 800 ml de água destilada, elevando o volume a 1 litro de água destilada. Foram pesados 10 gramas de TFSA de cada amostra de solo em um tubo centrífuga e adicionados 25 ml da solução de NH₄AcO (1M).

A matéria orgânica foi determinada usando o método volumétrico pelo bicromato de potássio (K₂Cr₂O₇), no qual o carbono da matéria orgânica de cada amostra foi oxidado a CO₂ e o crómio (Cr) da solução extratora foi reduzido da valência + 6 (Cr+6) à valência + 3 (Cr+3). Consequentemente, fez-se a titulação do excesso de bicromato de potássio pelo sulfato ferroso amoniacal (Walkley & Black, 1934, apud Moniz, Jorge & Valadares, 2009).

Para a análise do pH, foram usados 10 gramas de TFSA de cada amostra e, posteriormente, foi feita a determinação potenciométrica do pH do solo em água. Mediu-se a variação do potencial em um eléctrodo de vidro, com a variação da actividade hidrogeniônica da solução em que ele foi mergulhado, usando um eléctrodo de referência tendo em conta a calibragem com as soluções-tampão para pH 4,0 e pH 7,0 e água destilada (Moniz, Jorge & Valadares, 2009).

3.4.4. Observação

Segundo os autores Sousa & Baptista (2011), a observação é uma técnica de recolha de dados que se baseia na presença do investigador no local, podendo o mesmo usar instrumentos de registo com base em categorias estruturadas ou até mesmo de uma forma mais descritiva ou narrativa, podendo ainda tirar partido de métodos com categorias, descritivas ou narrativas. Para o presente estudo, interessa mais a observação usando métodos narrativos porque estes se baseiam na elaboração de um registo escrito dos dados numa linguagem corrente, do quotidiano. Este registo pode fazer-se no momento de observação de acontecimentos que decorreram num determinado período. Usou-se a observação não participante visto que o investigador observa o fenómeno do "lado de fora", não participa no decorrer das acções relacionadas com o mesmo – é um "actor externo". Foram coletadas algumas imagens ou fotografias que dão a ver as fissuras e o cúmulo de poeiras nas casas, na superfície, nas folhas

das árvores, como resultado da evaporação do pó de carvão mineral no processo de trituração de carvão, através de explosivos e no processo de transporte para o porto seco.

3.4.5. Entrevistas

Para constituir, a amostra de sujeitos a serem entrevistados optou pelo critério não probabilístico da conveniência e da intencionalidade.

Com base nestes critérios, o pesquisador dirigiu-se intencionalmente a indivíduos cuja opinião era relevante para obter dados, por estes possuírem um ou vários atributos que desenvolvem a investigação. Tendo em conta que a abordagem qualitativa desta investigação dispensa critérios amostrais estatísticos, os indivíduos que constituem a amostra de sujeitos entrevistados foram selecionados por apresentarem certas características em comum, associadas ao tópico, e por serem elementos-chave relativamente à recolha de informação referente à mineração. Desta forma, foram definidos, intencionalmente selecionados, trinta indivíduos como respondentes às questões da investigação colocadas a partir do guião da entrevista semi-estruturada no universo que são as populações circunvizinhas das mineradoras Vale Moçambique, Minas Moatize Lda. e ICVL. Aqui também se incluem as instituições governamentais e instituições de ensino que lidam com a matéria da mineração e do meio ambiente. Neste último caso, primeiro procedeu-se à escolha do caso único, consistindo na escolha de um local para fazer uma análise intensiva, do tipo estudo de caso, e depois foram selecionados os indivíduos com as características para responder à questão de investigação. Assim, houve preocupação de reunir e agregar estes indivíduos pelo seu percurso profissional e alguma experiência relevante em relação ao conhecimento da mineração, do reassentamento e outras matérias em causa. Neste contexto, os participantes da entrevista, estão discriminadas na tabela n.º 3.1.

No entender de Marconi & Lakatos (2003), a entrevista é muito útil para um contacto directo entre o pesquisador e o pesquisado pois através de uma conversação, mais ou menos estruturada, é possível obter, deste último, informações pertinentes (fontes primárias). Para Lundin (2016), a entrevista estruturada é uma entrevista com questões dirigidas ao entrevistado. Ela é aplicada com a existência de um guião de questões e respondido com rigor. O pesquisador segue a ordem

das questões do questionário e o entrevistado responde. Por sua vez Ketele (1999) *apud* Sousa & Baptista (2011) consideram a entrevista como sendo um método de informação que

consiste em conversas orais, individuais ou de grupos, com várias pessoas cuidadosamente seleccionadas, cujo grau de pertinência, validade e fiabilidade é analisado na perspectiva dos objectivos da recolha de informações. O mesmo autor afirma ainda que, previamente, a entrevista carece de um propósito bem definido (tema, objectivo e dimensões) e é essencial ter uma imagem do entrevistado, procurando caracterizar sucintamente a sua pessoa. De seguida, selecciona-se a amostra dos indivíduos a entrevistar segundo um método representativo da população ou de oportunidade.

Neste estudo foi usada a técnica de entrevista estruturada semi-aberta, visto que continha questões fechadas, mas o entrevistado tinha espaço para qualificar (justificar, dar exemplos, etc.) a resposta escolhida. Este tipo de entrevista consiste na abordagem de temas através de questões previamente determinadas e que são consideradas importantes para os objectivos deste trabalho, por procurarem o apuramento de factos. As perguntas foram estruturadas e ordenadas. Neste contexto, os participantes da entrevista estão discriminados de acordo com a tabela 3.3.

Ord.	Local de entrevista	Ocupação dos participantes	Nº
1	Governo Distrital de Moatize	Área do Meio Ambiente	1
2	Conselho Municipal da Vila de Moatize	Vereação do Meio Ambiente	1
3	Hospital Rural de Moatize	Direcção Distrital de Saúde	1
4	Instituto Médio de Geologia e Minas-Moatize	Direcção Pedagógica	1
5	Bairro Capanga	A Rainha do bairro e 4 residentes	5
6	Bairro Nhacolo	O secretário e 4 residentes	5
7	Bairro 25 de Setembro (Chipanga)	5 Residentes	5
8	Bairro Bagamoio	Secretário e 4 residentes	5
9	Direcção Provincial da Terra; Ambiente e Desenvolvimento Rural (DPTADR)	Técnico de Meio Ambiente	1
10	Direcção Provincial dos Recursos Naturais e Energia (DPRNE)	Engenheiro de Minas	1
11	Universidade Católica de Moçambique - Faculdade de Gestão de Recursos Naturais e Mineralogia (UCM-FAGRENM);	1 Engenheiro do Ambiente e 02 Engenheiros de Minas	3
12	Direcção Provincial do Trabalho (DPT).	Técnico de trabalho	1
TOTAL			30

Tabela 3. 3: Participantes das entrevistas.

Fonte: Autoria/2018

Pode dizer-se que a cada instituição (individualmente) era dirigida uma entrevista e assim respondida pela pessoa envolvida ou conhecedora da matéria em causa, escolhida pela direcção da mesma. Nas povoações, os secretários dos bairros eram os mesmos que respondiam e/ou indicavam também outros elementos para o efeito. As entrevistas foram dirigidas nos quatro Bairros da vila de Moatize, nomeadamente: Capanga; Chithatha (Nhacolo), Bagamoio e Chipanga, também nalgumas instituições que lidam e/ou tutelam a área mineira, como o caso da Direcção do Governo Distrital (DGD); Conselho Municipal da Vila de Moatize (CMVM); Hospital Rural de Moatize (HRM) e Instituto Médio de Geologia e Minas (IMGM). Na cidade de Tete foram aplicadas nas seguintes instituições: Faculdade de Recursos Naturais e Mineralogia da Universidade Católica de Moçambique UCM-FAGRENM); Direcção Provincial dos Recursos Naturais e Energia (DPRNE); Direcção Provincial da Terra; Ambiente e Desenvolvimento Rural (DPTA) e Direcção Provincial do Trabalho (DPT). O desenho metodológico relativo a este estudo é mostrado na figura 3.8.

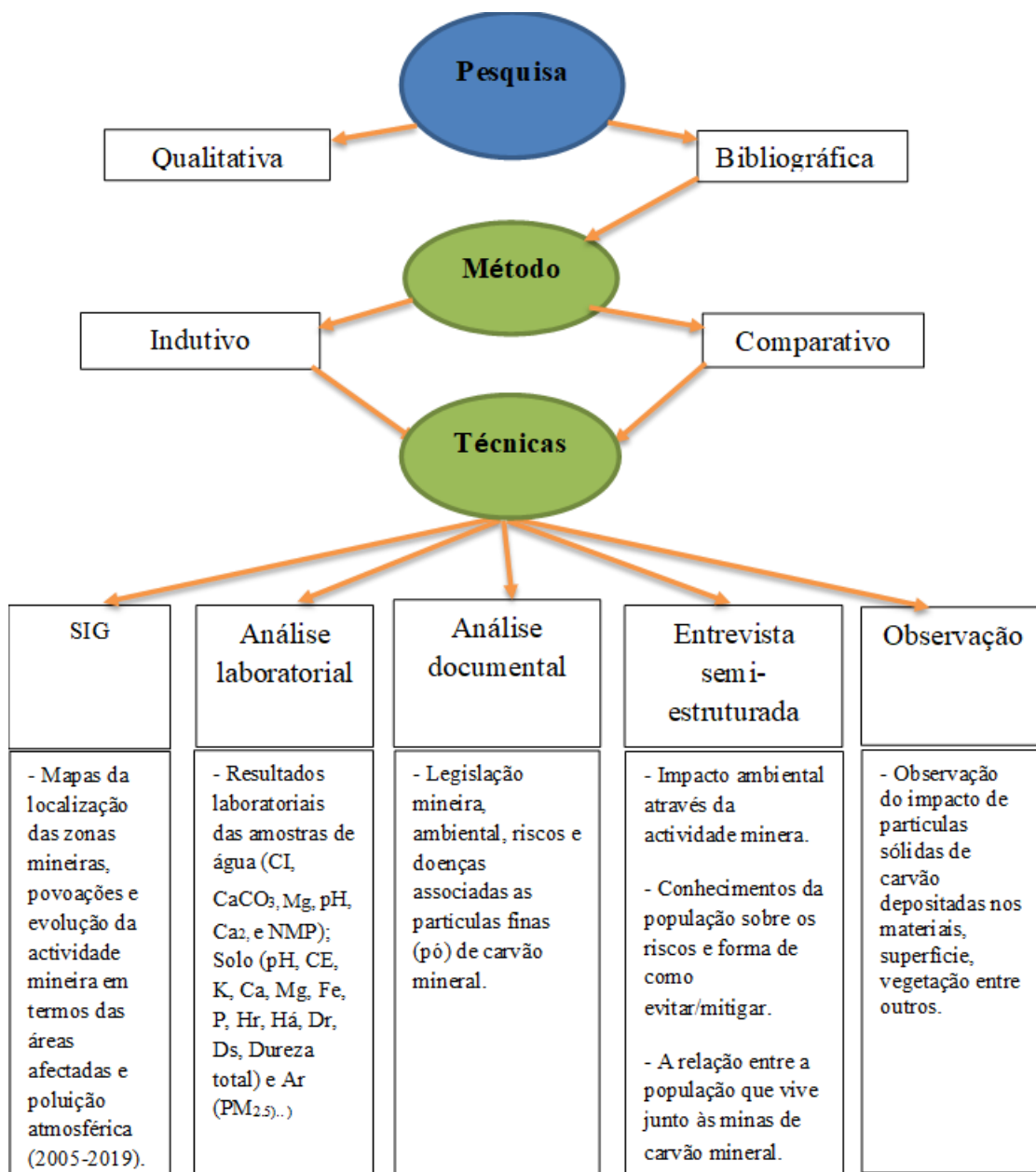


Figura 3. 8: Desenho metodológico

Fonte: Autoria/2021

PARTE 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Depois dos procedimentos metodológicos apresentados no capítulo anterior, apresenta-se agora a análise dos dados de acordo com os objetivos específicos previamente definidos para aferir as implicações e a percepção da comunidade local sobre os riscos ambientais em virtude da exploração de carvão mineral a céu aberto, no distrito de Moatize, província de Tete. Para o efeito, conforme Gil (2002), Gomes (2004) e Ludke et al. (1986), foram determinadas seis categorias e subcategorias de análises inspiradas no impacto ambiental e outros indicadores que descrevem o campo semântico do estudo.

4.1. A exploração de carvão em Moatize

4.1.1. Distribuição espacial das áreas afectadas pela mineração nos anos de 2011 até 2019

Até 2011, a capacidade de exploração de carvão era reduzida, pois as áreas afectadas ou exploradas foram apenas 1.124,40 Mtpa. Tratava-se de uma fase de instalação do processo, implementação e execução da actividade mineira. Mas até 2015 as áreas aumentaram de 1.124,40 para 2.731,50 ha. Esta evolução foi muito notória devido à Vale e a ICVL. Até 2019 as áreas tiveram um aumento galopante comparativamente com as de 2011 que passaram de 1.124,40 para 3.760,48 ha. Esta evolução massiva também é proporcional ao aumento do impacto ambiental sobre o mesmo espaço urbano em estudo visto que as mineradoras se localizam junto da população não reassentada. Como se pode notar, com o esforço empreendido pelas mineradoras, as zonas de exploração vão-se alargando e, com o transporte de carvão no processo da mineração até aos portos seco, é notório também que algumas partículas comecem a se espalhar contaminando assim o ar, o solo e água, dando origem à poluição.

Não menos importante, é a necessidade de reconhecer que os bairros nas periferias crescem de forma desordenada, sem que a oferta de serviços básicos (educação, saúde, saneamento, etc.) aumente ao mesmo ritmo. Existe uma importante pressão sobre o solo, nas zonas de maior aumento demográfico, assim como na concessão de terras para exploração mineira. Estas novas dinâmicas acarretam impactos ambientais, pois a maior pressão é exercida sobre os recursos naturais em Moatize. A degradação ambiental é um fenómeno que se vem agravando, quando se adota o modelo do capitalismo na exploração de recursos naturais. Uma gestão e ocupação sustentáveis do espaço, bem como a redução no crescimento económico, podem levar a uma conservação e preservação da biodiversidade.

Para demonstrar como foi realizado parte deste processo de alteração da dinâmica de ocupação do espaço físico, que ocorreu até 2019 em Moatize, enfatiza-se a utilização das técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento, o mapeamento das mudanças ocorridas no uso e cobertura do solo entre 2005 e 2019. Ao mesmo tempo em que a actividade de mineração aumentava, também se estendia em direcção às áreas habitacionais. Houve de facto um aumento da área habitacional, mostrando que a actividade de exploração mineral teve impactos significativos na ocupação do território. Para o efeito, utilizando dados de satélite, Sentinel-2 para o ano de 2019, Landsat 8 para o ano de 2015 e Landsat 7 para o ano de 2011, a evolução da área explorada para a mineração de carvão foi mapeada e obtidos os seus dados estatísticos. A tabela 4.1. resume a precisão global e o Coeficiente de Kappa obtido em cada um dos mapas das secções 4.1.1.1., 4.1.1.2. e 4.1.1.3 que mostram os resultados obtidos em cada um dos anos em que o mapeamento foi efectuado.

Ano	Precisão global	Kappa
2011	95%	0,90
2015	98%	0,96
2019	94%	0,88

Tabela 4. 1: Precisão Global e do Coeficiente de Kappa dos mapas de exploração mineira nos diferentes anos.

Fonte: Autoria/2021

4.1.1.1. Áreas exploradas ou afectadas pela mineração até 2011

Entre 2005 e 2010, o carvão no porto seco da Carbomoc. E. E. era vendido e transportado através de camiões para os países vizinhos, Malawi e Zâmbia. Neste período houve várias empresas que concorreram a licenças de exploração de carvão mineral. Com a aprovação e atribuição de licenças para algumas mineradoras, a actividade de exploração começou a concretiza-se. As áreas afectadas até aos finais de 2011 pelas mineradoras são ilustradas pela figura 4.1. e tabela 4.2. A área total afectada foi de 1.124,4 ha. Entre estas, 838,7 ha são da Vale Moçambique que corresponde a 74,6%, seguido-se a ICVL com 272,9 ha que corresponde a 24,3% e, por fim, 12,8 ha da Minas Moatize Lda com a participação percentual de 1,1%.

Importa referir que a Vale Moçambique possui a maior área de exploração, seguida da ICVL. Isto deve-se ao facto de ter investido em grande escala em equipamento e por ter subcontratado outras empresas, tendo expandido com rapidez a sua capacidade de produção. Para além das quantidades numéricas acima apresentadas, também se podem observar as

áreas afectadas no mapa abaixo. Até 2011 as mineradoras estavam na fase inicial de instalação de equipamentos, dos meios envolvidos na produção, sendo uma fase embrionária de exploração do carvão.

Zona de mineração	Área (ha)	% da área total
Minas Moatize Lda	12,8	1,1%
Vale Moçambique	838,7	74,6%
ICVL (Rio Tinto)	272,9	24,3%
Total	1.124,4	100,0%

Tabela 4. 2: Resumo estatístico da área total exploradas ou afectada pela mineração até 2011.

Fonte: Aatoria/2021

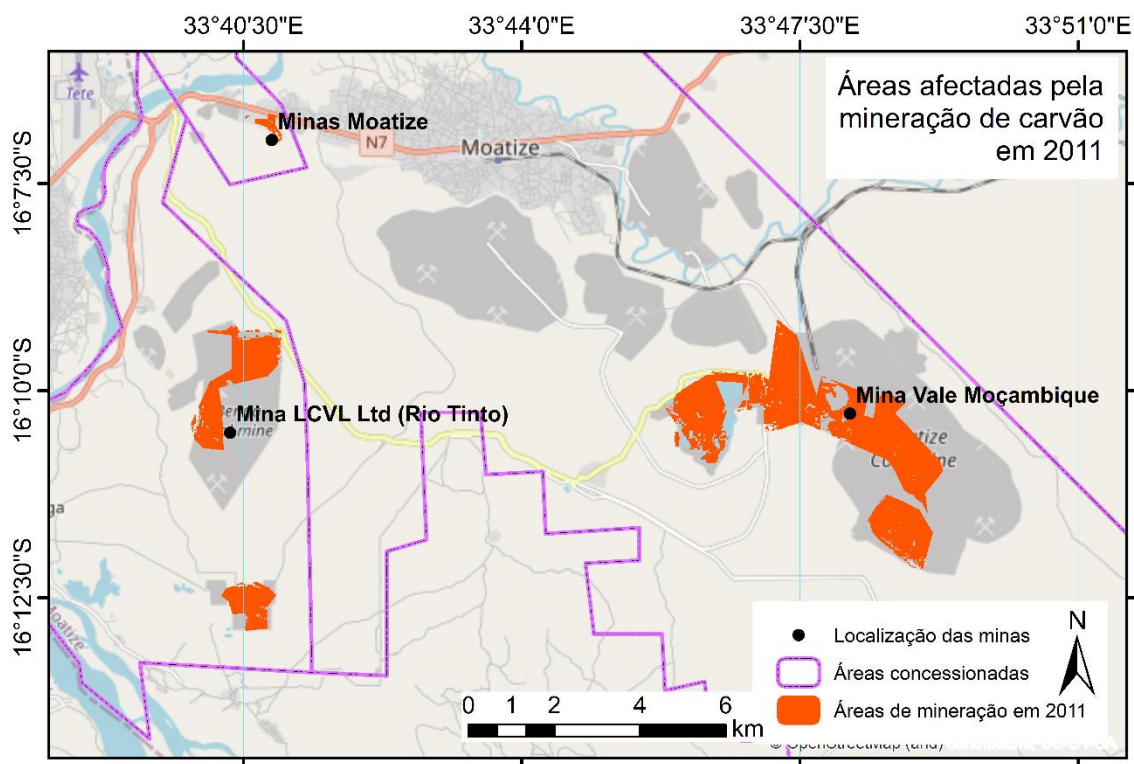


Figura 4. 1: Áreas exploradas ou afectadas pela mineração até 2011.

Fonte: Aatoria/2021

Em 2011 arrancaram as duas Minas das empresas Vale Moçambique e Beacon Hill (Minas Moatize Lda), apesar de haver também a Minas de Benga da extinta Rio Tinto que, posteriormente, vendeu a mina para a ICVL, que iniciou a actividade de exploração em 2012.

4.1.1.2. Áreas exploradas ou afectadas pela mineração até 2015

A reabilitação da Linha Férrea desde Moatize a Nacala, passando pelo país vizinho, Malawi, impulsionou o engajamento massivo de exploração de carvão. As mineradoras aumentam a sua capacidade de produção e de escoamento do carvão para o porto de Nacala. Contudo, até 2015, a área total afectada era de 2.731,6 ha, das quais, a Vale Moçambique possuía 1.743,8 ha que corresponde a 63,8% em relação a ICVL com 960,2 ha que representava 35,2% e, por fim, 27,5 ha da Minas Moatize Lda. que corresponde a 1%, como ilustra a tabela 4.3.

Zona de mineração	Área (ha)	% da área total	Diferença (ha) (2011)	% da Diferença (2011)
Minas Moatize Lda	27,5	1,0%	14,8	53,6%
Vale Moçambique	1.743,8	63,8%	905,1	51,9%
ICVL (Rio Tinto)	960,2	35,2%	687,3	71,6%
Total	2.731,6	100,0%	1607,2	58,8%

Tabela 4. 3: Resumo estatístico da área total exploradas ou afectada pela mineração até 2015.

Fonte: Autoria/2021

Na figura 4.2. é possível ver-se a evolução da área de exploração mineira, notando-se o aumento nas três minas referidas. Em termos estatísticos a evolução está na ordem de: 2011 até 2015 a Vale Moçambique aumentou a sua área de produção em 905,1 ha que corresponde a 51,9%, a ICVL com 687,3 ha que corresponde a 71,6% e por fim a Minas Moatize Lda com 14,8 ha com um aumento de área de exploração de 53,6%. Portanto, a diferença da área total afectada foi de 1.607,2 ha, podendo presumir-se que houve uma evolução acentuada de produção das três mineradoras

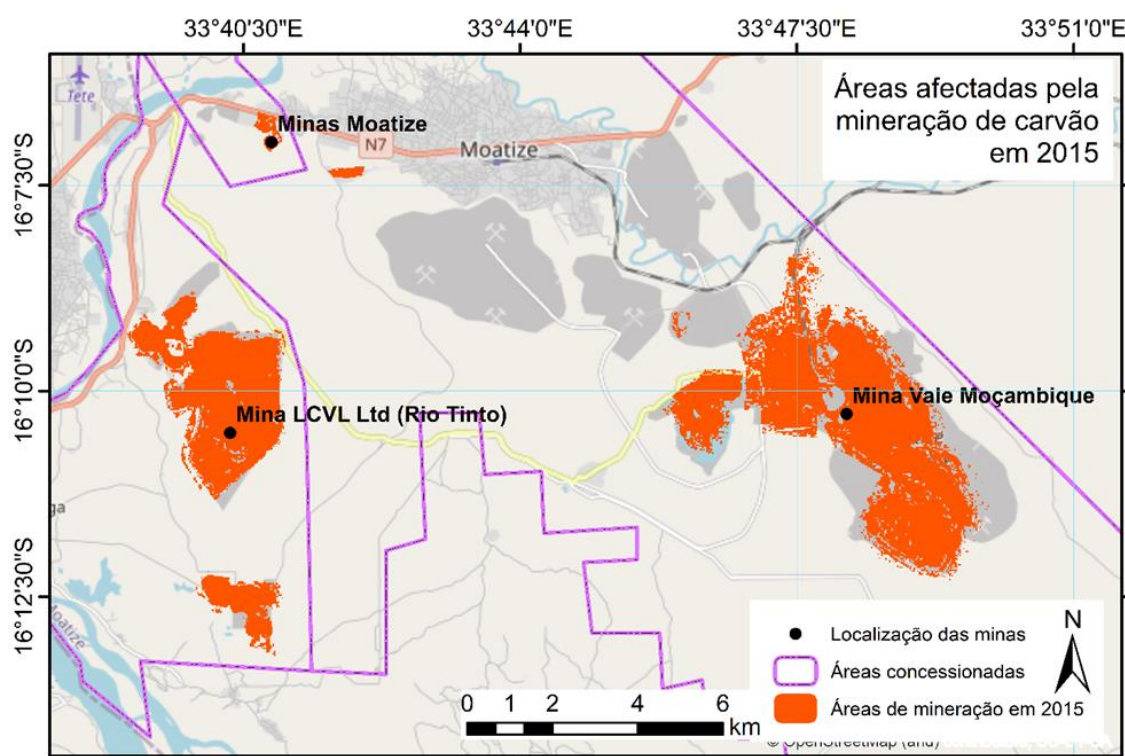


Figura 4. 2: Áreas exploradas ou afectadas pela mineração do carvão até 2015.

Fonte: Autoria/2021

4.1.1.3. Áreas exploradas ou afectadas pela mineração até 2019

Com a procura do carvão mineral no mercado internacional e, conseqüentemente, com o aumento do preço de venda do mesmo, as mineradoras cada vez mais intensificaram a sua capacidade produtiva e aumento da oferta no mercado, pelo que as áreas afectadas também aumentaram. Nota-se que de 2015 até 2019 a área total foi de 3.760,48 ha, das quais, a Vale Moçambique com 2.703,9 ha equivalente a 72% seguido da ICVL com 1.012,33 ha que representa 27% e, por fim, 44,25 ha da Minas Moatize Lda. que corresponde a 1%, como ilustrado na tabela 4.4.

Zona de mineração	Ano de 2019					
	Área até 2019 (ha)	% da área total 2019	Diferença (ha) (2015)	% da Diferença (2015)	Diferença (ha) (2011)	% da Diferença (2011)
Minas Moatize Lda	44,25	1%	16,71	37,8%	31,5	71,1%
Vale Moçambique	2.703,9	72%	960,06	35,5%	1.865,2	69,0%
ICVL (Rio Tinto)	1.012,33	27%	52,12	5,1%	739,5	73,0%
Total	3.760,48	100%	1.028,89	27,4%	2.636,11	70,1%

Tabela 4. 4: Resumo estatístico da área total exploradas ou afectada pela mineração até 2019.

Fonte: Autoria/2021

A figura 4.3. revela a evolução mineira até 2019. Os aumentos das áreas afectadas pela mineração são muito significantes em relação aos anos de 2011 e 2015 em todas as minas em estudo. Regista-se uma diferença de 2015 a 2019 em 960,06 ha da Vale Moçambique que correspondem ao aumento da sua área de produção em 905,1 ha que corresponde a 35,5%. A ICVL possui 52,12 ha que correspondem a 5,1% e, por fim, a Minas Moatize Lda. com 16,71 ha que representam 37,8%. A diferença da área total afectada foi de 1.028,89 ha.

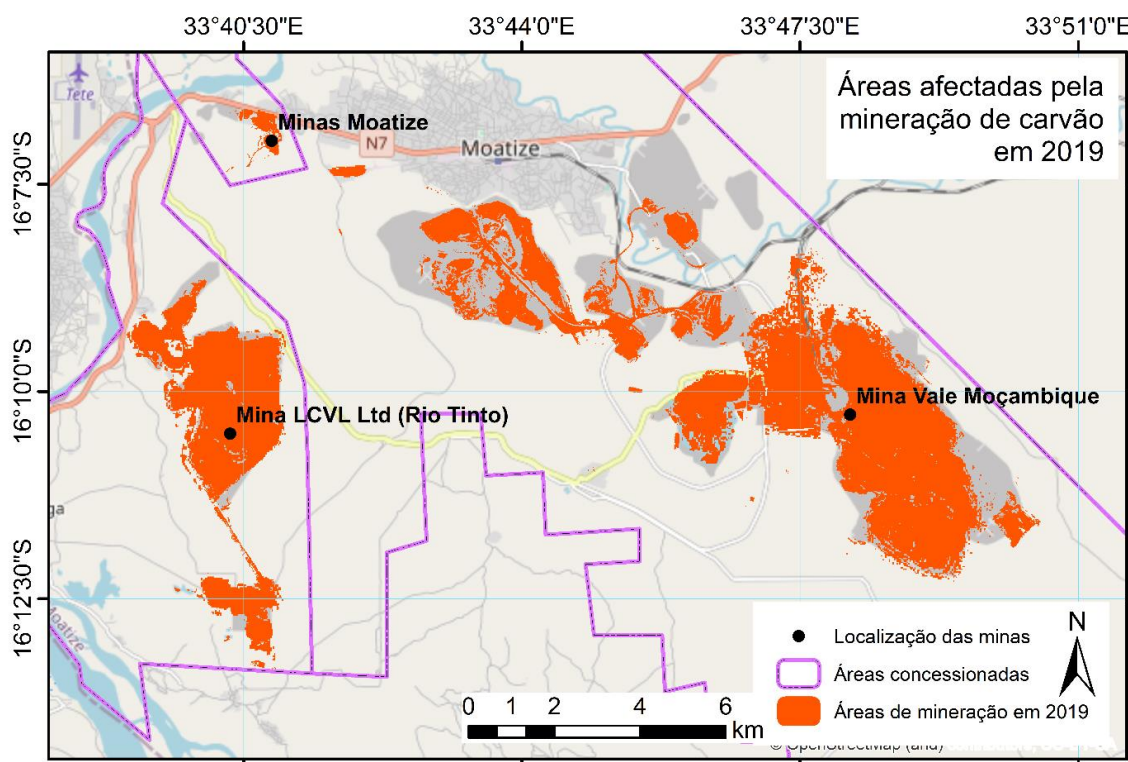


Figura 4. 3: Áreas exploradas ou afectadas pela mineração até 2019.

Fonte: Autoria/2021

4.1.1.4. Projecção das áreas afetadas até 2051

Segundo o MAE (2005), referente ao Perfil do Distrito de Moatize, Moçambique possui vários jazigos de carvão, sendo o mais conhecido o de Moatize (Bacia Carbonífera de Moatize), na província de Tete. Este é considerado um dos maiores jazigos de carvão do mundo, com reservas estimadas em pouco mais de 2,5 biliões de toneladas. Por sua vez, o distrito de Moatize possui uma superfície total de 8.428 km², equivalente a 842.800 ha de terra.

Fazendo uma comparação entre as áreas afetadas de 2011 a 2019, volvidos 8 anos de actividade de exploração de carvão mineral no distrito, pode-se prever a projecção mineira, tendo como base o ano de 2011. Se a área afetada até 2011 foi de 1.124,40 ha e até 2019 foi de 3.760,48 ha, então a diferença é 2.636,08 ha. Portanto, considerando a diferença como a percentagem de 100% e havendo uma ponderação de 24% devido a outros factores, tais como o preço de carvão no mercado internacional, redução de mão-de-obra e preço dos equipamentos entre outros, teremos: 2.003 ha (2.636,08 ha * 100%-24% = 2.003 ha) como coeficiente de projecção. Adicionada a área de 2019 ao coeficiente de projecção de 8 em 8 anos, ou seja, 2027, 2035, 2043 e 2051, a área total afectada até 2051 será de 11.772,48 ha, equivalente a 117.72 km³, como ilustrado na tabela 4.5.

Anos	Até 2011 (Ano base)	Até 2019	Diferença	Projecção da actividade mineira			
			2019-2011	2027	2035	2043	2051
Áreas afectadas (ha)	1.124,40	3.760,48	2.636,08	5.763,48	7.766,48	9.769,48	11.772,48

Tabela 4. 5: Projecção das áreas afectadas até 2051.

Fonte: Autoria/2021

Para melhor perceber, um campo de futebol com *standard* internacional possui 10.800m² que correspondem a 120mx90m. A área total que será afetada pela exploração de carvão mineral até 2051 será 11.772,48 ha, portanto equipara-se a 117 campos de futebol (11.772,48 ha/100). De salientar que até 2019 a área afectada equiparava-se a 37 campos. Sabendo que as minas estão localizadas junto de povoações e também entre elas (perto umas das outras), com a pressão exercida num raio não superior a 20 km, pode deduzir-se que até 2051 haverá uma maior área afetada e, conseqüentemente, o impacto no meio ambiente será maior. Não se pode esquecer que as escavações de grandes volumes de solo rochoso geram impactos

ambientais bem visíveis na cobertura vegetal e fauna, responsáveis pela degradação de largas áreas e poluição visual, sendo ainda de destacar a intensificação dos processos erosivos.

Se não houver intensificação da fiscalização nesta actividade mineira de modo a perseverar o meio ambiente, o distrito de Moatize irá, primeiro, ser totalmente explorado, com cavas de carvão mineral como se pode ver nas tabelas e nos mapas das áreas afetadas, que são apenas resultantes dos 8 anos de exploração de carvão. Uma vez que este mineral não é um recurso renovável e os seus mananciais e reservas de água subterrânea, localizados numa das maiores bacias hidrográficas da África Austral, serão contaminadas pela actividade mineira. Isto poderá prejudicar, em grande medida, o meio ambiente e, conseqüentemente, causar problemas à saúde pública e variados danos a outros níveis.

4.2. Análise das amostras de água

4.2.1. Locais de colheita das amostras de água

Segundo o documento intitulado Estatísticas do Distrito de Moatize - Novembro de 2012 do Instituto Nacional de Estatística, diz que 36,6% da população do distrito de Moatize aproveita água dos poços sem bombas (céu aberto) para o seu consumo doméstico, como ilustra a tabela 4.6.

Fonte de Água	Distrito		Província	
	Número	%	Número	%
Água Canalizada dentro de casa (rede)	297	0,6	3.667	0,9
Água Canalizada fora de casa (rede)	5.028	10,5	15.437	3,9
Fontenário	2.581	5,4	25.934	6,5
Poço / Furo protegido	6.657	13,9	86.590	21,8
Poço sem bomba (céu aberto)	17.506	36,6	159.310	40
Rio / Lago / Lagoa	15.331	32	105.644	26,5
Água da chuva	135	0,3	372	0,1
Água mineral	1	0	20	0
Outros	337	0,7	1.097	0,3
Número total agregados familiares	47.873	100	390.071	100

Tabela 4. 6: Agregados familiares segundo o acesso a água potável no Distrito.

Fonte: INE (2012).

Como se pode ver, os poços sem nenhuma bomba e, portanto, a céu aberto são os que possuem maior número de consumidores. Nesta perspectiva, foram colhidas algumas amostras de água para o estudo nos poços dos rios Moatize e Revubué nos bairros de Capanga, Chithatha (Nhacolo), 1º de Maio e de Liberdade, onde alguma parte da população obtém água para o seu consumo.



Figura 4. 4: Instrumento de marcação das coordenadas geográficas.

Fonte: Aatoria/2018

ID	Local	Latitude	Longitude	Altitude
1	Bairro Capanga	568655	8215804	125m
2	Bairro Chithatha (Nhacolo)	571764	8219222	127m
3	Bairro da Liberdade	580916	8218248	155m
4	Bairro 1º de Maio, (Chipanga 3)	580658	8217445	155m

Tabela 4. 7: Coordenadas geográficas dos locais de colecta das amostras de água.

Fonte: Aatoria/2018

Com base nas coordenadas geográficas da tabela 4.7, foi elaborado um mapa que mostra os pontos de colheitas das amostras de água nos poços dos rios Revubué e Moatize na zona de estudo, distrito de Moatize, província de Tete. A figura 4.5. revela alguns dos lugares ou pontos onde foram colhidas as amostras.



Figura 4. 5: Fonte de água para uso doméstico.

Fonte: Aatoria/2018

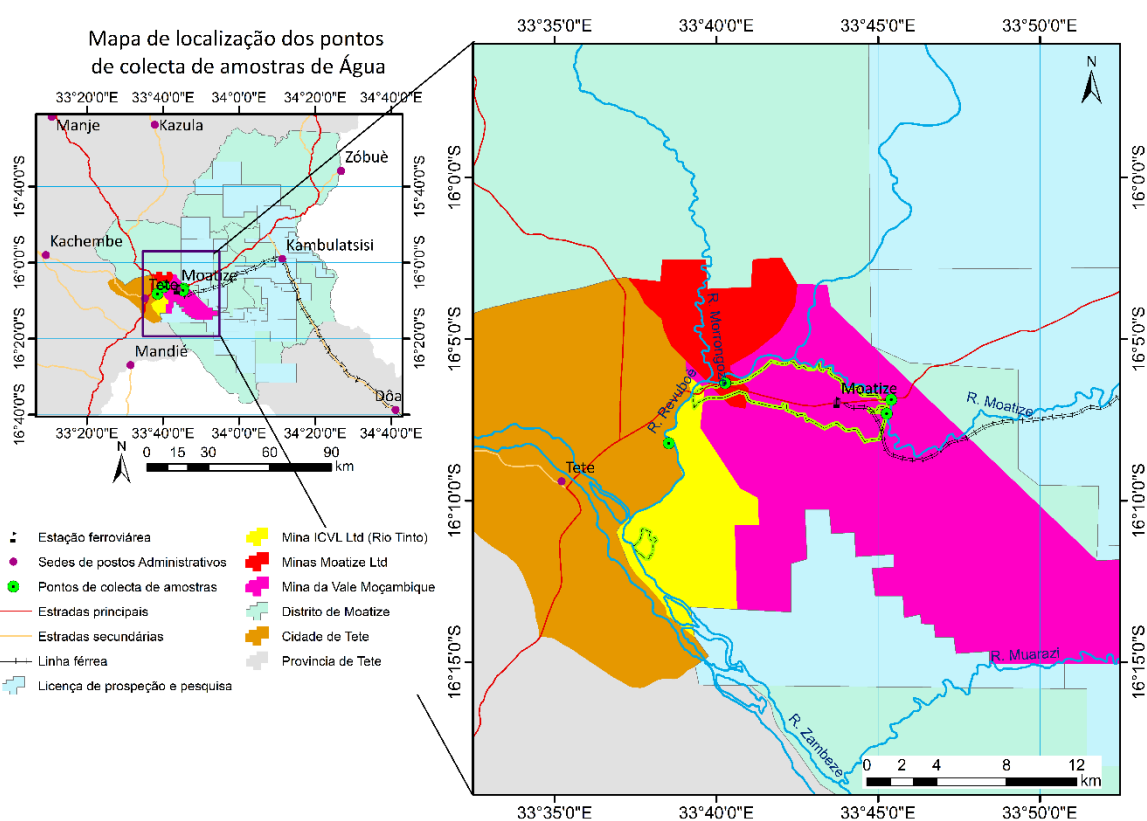


Figura 4. 6: Mapa de colheita das amostras de água.

Fonte: Aatoria/2020

Os quatro pontos verdes no mapa da figura 4.6. indicam a localização de alguns poços dos rios Moatize e Revubué nos quais uma parte da população busca água para consumo, em rios localizados nas proximidades ou a jusante das minas de exploração de carvão a céu aberto das empresas Vale Moçambique, Minas Moatize Lda, ICVL e também portos secos

de carvão mineral das referidas minas. Indicam também a localização da empresa Jindal que explora o carvão mineral em Chirodzi, distrito de Marara e Changara, na mesma província. As minas também estão representadas no mapa pelas cores. A cor vermelha representa a empresa Vale Moçambique, a amarelo está representada a Mina ICVL e, em último, a Minas Moatize Lda. que está representada pela cor roxo.

4.2.2 Análise laboratorial das amostras de água

As tabelas 4.8, 4.9 e 4.10. revelam os parâmetros dos padrões de água que permitem o consumo, tendo em conta o nível dos elementos químicos contidos e o resultado laboratorial referente às amostras de água dos quatro pontos de colheita na zona em estudo. As tabelas abaixo apresentam os resultados dos parâmetros e as suas características físicas e organoléticas que decorrem de análises químicas e microbiológicas das amostras de águas superficiais colhidas em alguns poços junto aos rios Revubué e Moatize na Bacia Carbonífera de Moatize a jusante as minas da Vale Moçambique, Minas Moatize Lda e Minas ICVL. As tabelas também potenciar a comparação dos parâmetros das análises das amostras em relação aos padrões pré-fixados pela Legislação Moçambicana MISAU e OMS referente à potabilidade de água para consumo humano.

Parâmetros (Unidades)	Método usado	Limite Máximo Admissível (MISAU)	Resultados			
			Bairro de Liberdade	Bairro Chithatha (Nhacolo)	Bairro Capanga	Bairro 1º de Maio
Cor	Visão	Incolor	Ligeiramente corada	Incolor	Incolor	Incolor
Cheiro	Olfacto	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora
Depósito	Visão	Ausente	Presente	Presente	Presente	Presente
pH	Medidor de pH	6,5 - 8,5	7,3	7,8	7,3	7,8
Turbidez (NTU)	Turbidímetro	5	25,06	4,27	3,80	5,07
Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Condutímetro	0,05-2	0,00250	0,1667	0,1798	0,00349

Tabela 4. 8: Resultados laboratoriais das amostras e os padrões de água potável (Características Físicas e Organoléticas).

Fonte: Adaptado em Boletim de Análise do Laboratório de Higiene de Água e Alimentos da Direcção Provincial de Saúde de Sofala, ref. 10/08/2020, registo n.º 867/2020 e também Diploma Ministerial nº180/2004 de 15 de setembro, série I.

Com base nos resultados apresentados na tabela 4.8. referente às características físicas e organolépticas, os parâmetros apresentavam o seguinte quadro:

- **A cor**

A água é uma substância essencialmente incolor de tom levemente azulado. No entanto, a visualização dessa coloração depende de um processo emitido pela luz, que se chama absorção. É uma medida que indica a presença de substâncias dissolvidas ou finamente divididas (e material coloidal) na água; neste contexto, no poço do bairro de Liberdade, a cor da água é ligeiramente corada.

- **Depósito**

Durante a colheita das amostras de água, houve cuidado de colher água apenas do meio, deixando água de superfície e de fundo dos poços visto que estas duas partes são as que conservam depósitos. Em todos os bairros onde foram colhidas amostras, tendo-se registado a presença de depósitos na água. São matérias suspensas com dimensão e densidade que, pela ação da gravidade se depositam no fundo; esta água para consumo humano deve ser tratada visto que, ao ser ingerida sem o devido preparo, pode trazer algumas implicações severas à saúde.

- **pH**

Apesar dos valores do pH se apresentarem no padrão estabelecido, há alguma variação nos lugares próximos das Minas ICVL, Minas Moatize Lda. e Vale Moçambique. Geralmente um pH muito ácido ou muito alcalino está associado à presença de efluentes industriais, sendo que este último é típico nas áreas mineiras.

- **Turbidez**

A turbidez da água deve-se à presença de substâncias e/ou partículas coloidais, finamente divididas que pela sua dimensão se mantêm em suspensão – podem ser argilas, limo, areias, matérias orgânicas e inorgânicas, plâncton e outros organismos microscópicos, que obstruem

a transmissão da luz através da água. Mas a turbidez não é uma medida directa da matéria em suspensão. Como os microrganismos (bactérias, vírus e protozoários) se encontram, geralmente, aderidos a estas partículas, a remoção das partículas/substâncias que levam à turbidez pode reduzir significativamente a contaminação microbiológica da água. Entretanto, nos bairros de Liberdade e 1.º de Maio, a turvação apresenta o valor de 25,06 de cinco pontos do valor máximo admissível. Portanto, para remover os materiais causadores de turvação, para a água servir para consumo humano deverá, antes da desinfeção, ser sujeita a processos de clarificação após desestabilização química.

Parâmetros (Unidades)	Método usado	Limite Máximo Admissível	Resultados			
			Bairro de Liberdade	Bairro Chithatha (Nhacolo)	Bairro Capanga	Bairro 1º de Maio
Cloreto (mg/L de Cl)	Titulação com AgNO ₃	250	354,5	17,72	17,72	709,0
Dureza Total (mg/L CaCO ₃)	Titulação com EDTA	500	430	50	60	1.720
Cálcio (mg/L Ca ₂)	Titulação com EDTA	50	64,93	13,62	14,43	212,42
Magnésio (mg/L Mg)	Por cálculo	50	89,08	8,88	11,12	367,85

Tabela 4. 9: Resultados laboratoriais das amostras e os padrões de água potável (Análises Químicas).

Fonte: Adaptado do Boletim de Análise do Laboratório de Higiene de Água e Alimentos da Direcção Provincial de Saúde de Sofala, ref. 10/08/2020, registo nº 867/2020 e também do Diploma Ministerial nº180/2004 de 15 de setembro, série I.

Depois da colheita das amostras de água, processadas no laboratório atinentes às análises químicas, os resultados laboratoriais acima mostram o seguinte:

- **Cloreto (mg/L)**

Os bairros de Liberdade e 1.º de Maio apresentam 354,05 e 709 de Cloreto (mg/L), respectivamente, acima de 250, o valor máximo admissível. As concentrações de cloretos acima de 250 mg/L na água destinada ao consumo humano podem alterar as suas características organolépticas. Assim, a água fica salobra, mas este valor dependerá sempre dos catiões associados. A presença de cloretos pode aumentar a condutividade eléctrica da água, podendo provocar a corrosão de tubagens metálicas, com o consequente aumento dos níveis de metais. Para os humanos, a presença de cloretos na água para consumo não

apresenta consequências directas para a saúde, podendo apenas levar à rejeição do consumo desta água devido ao sabor e outros incómodos que podem advir que são a possibilidade de aparecimento de incrustações e a necessidade de utilização de mais sabão ou detergente.

- **Dureza Total (mg/L CaCO₃)**

Nos poços do bairro 1.º de Maio, a água apresenta Dureza Total (mg/L CaCO₃), 1720 em relação a 500 como valor máximo admissível. Portanto, a dureza de uma água refere-se à quantidade de bicarbonatos, carbonatos, sulfatos ou cloretos de cálcio e magnésio dissolvidos nela, ou seja, quanto maior a quantidade desses sais dissolvidos na água, mais dura ela é considerada. Podem-se apontar alguns contratempos e complicações resultantes da sua utilização: (1) manchas em roupas, vasilhas, outros acessórios e utensílios lavados; (2) pele e cabelos muito secos, ocasionados pelo banho desta água; (3) corrosão acelerada de metais e componentes eléctricos. Entretanto, é preciso purificar a água antes de a utilizar ou adicionar sais adequados para reduzir a sua dureza, sendo este o primeiro passo para a economia, durabilidade dos aparelhos, melhor saúde e qualidade de vida também.

- **Cálcio (mg/L)**

Os bairros de Liberdade e 1º de Maio apresentam 64,93 e 212,42 de Cálcio (mg/L), respectivamente. Como se sabe, o cálcio é um dos eletrólitos do organismo, que são minerais que carregam uma carga eléctrica quando dissolvidos em líquidos corporais, como o sangue; porém, a maioria do cálcio do organismo não está na forma iónica. Aproximadamente, 99% do cálcio do organismo é armazenado nos ossos, mas também pode ser encontrado nas células musculares e no sangue; serve para (1) formação dos ossos e dentes; (2) contração muscular;

(3) funcionamento normal de várias enzimas; (4) coagulação sanguínea e ritmo cardíaco normal. Para manter um nível normal de cálcio no sangue sem enfraquecer os ossos, a pessoa precisa consumir pelo menos 1.000 a 1.500 miligramas de cálcio por dia. Mas também o consumo excessivo de cálcio pode provocar complicações à saúde.

- **Magnésio (mg/L)**

Os bairros de Liberdade e 1º de Maio apresentam valores de 89,08 e 367,85 de Magnésio (mg/L), respectivamente acima de 50 como padrão recomendado pelo Diploma Ministerial nº180/2004 de 15 de setembro, série I. Este aumento provavelmente está relacionado, por um

lado, com a proximidade do ponto em relação ao terminal de carvão da empresa Jindal, através do qual algumas substâncias lixiviadas do carvão podem percolar até atingir curso de água e, por outro lado, aos afluentes domésticos dos residentes da vila de Moatize.

Sabe-se que magnésio é um mineral essencial e abundante no corpo humano. Ele tem a função na metabolização da glicose e em outros processos de produção de energia. Actua na formação da estrutura óssea, na síntese de DNA, RNA e glutatona, é o principal antioxidante no combate aos radicais livres e na recuperação celular. Em relação ao cérebro, aumenta a elasticidade dos neurónios e a actividade cerebral na zona da memória, colaborando para a aprendizagem e a memória (de curto e de longos prazos). Pode até ajudar no combate a crises de asma, agindo também sobre os vasos sanguíneos do crânio, prevenindo a enxaqueca e outros tipos de dor de cabeça e, ainda, alivia o stresse, a ansiedade e a depressão, bem como diminui o risco de hipertensão e doenças cardíacas. Apesar das inúmeras vantagens do magnésio, a carência de magnésio no corpo humano pode agravar inúmeras doenças devido à sua actuação junto de outras substâncias necessárias para o funcionamento do mesmo. Já o excesso do magnésio pode agravar doenças, tornando o quadro clínico mais grave ainda. Este mineral tem como principal função a regulação de diversas reações e actua como cofactor¹⁶ enzimático¹⁷ de muitas vias metabólicas necessárias.

4.2.3. Análise microbiológica

A análise microbiológica revelou que o nível de Coliformes fecais (NMP/100 ml), onde o valor máximo admissível é 10, é ultrapassado nos bairros de Liberdade e Chithatha que apresentam valores de 15 e 11 m (Tabela 4.10.).

Parâmetros (Unidades)	Método usado	Limite Máximo Admissível	Resultados			
			Bairro de Liberdade	Bairro Chithatha (Nhacolo)	Bairro Capanga	Bairro 1º de Maio
Coliformes fecais ((NMP/100ml)	Tubos múltiplos	10	15	11	<3	<3

Tabela 4. 10: Resultados laboratoriais das amostras e os padrões de água potável (Análises Microbiológicas).

¹⁶ Os cofactores são substâncias inorgânicas necessárias ao funcionamento das enzimas, como exemplo as mostradas no quadro abaixo. Se um "cofactor" for orgânico, recebe o nome de coenzima.

¹⁷ Enzimas são grupos de substâncias orgânicas de natureza normalmente proteica com actividade intra ou extracelular que têm funções catalisadoras, catalisando reações químicas que, sem a sua presença, dificilmente aconteceriam.

Fonte: Adaptado em Boletim de Análise do Laboratório de Higiene de Água e Alimentos da Direcção Provincial de Saúde de Sofala. Ref. 10/08/2020, registo nº 867/2020 e também Diploma Ministerial nº180/2004 de 15 de Setembro, série I.

Os coliformes fecais também conhecidos como “termotolerantes” por suportarem uma temperatura superior a 40°C, convivem em simbiose com humanos, bois, gatos, porcos e outros animais de sangue quente. São excretados em grande quantidade nas fezes e normalmente não causam doenças quando estão no trato digestivo. Como indicador de contaminação fecal tem-se a *E. coli*, por ser uma enterobactéria. Ao ingerir alimentos contaminados pela *E. coli*, podem ocorrer diarreias acompanhada de vômitos, febre e dores abdominais. A sua presença indica que a água está em condições de higiene insatisfatórias.

Os resultados laboratoriais acima apresentam alguns parâmetros que se encontram mais elevados do que o padrão admissível pela Legislação Moçambicana e pela OMS. A água dos poços está contaminada, portanto, a água não é recomendável para o consumo directo sem primeiro passar pelo tratamento ou purificação. Há necessidade de realizar um tratamento com o cloro, que é um agente bactericida, com o objetivo de eliminar bactérias e outros microrganismos que podem estar presentes na água, sendo que a concentração mínima exigida tem de ser igual a 0,2 mg/l (miligramas por litro) de cloro residual.

Os parâmetros das amostras de água – cor, depósitos, pH, turbidez, cloreto (mg/L), dureza Total (mg/L), cálcio (mg/L) e magnésio (mg/L) colhidos nos poços dos bairros de Liberdade, Chithatha (Nhacolo), Capanga e 1º de Maio – registam a alteração da qualidade da água, apresentando valores que estão além dos limites estabelecidos pela legislação.

Provavelmente são influenciados pelas actividades antrópicas, nomeadamente, a agricultura familiar junto aos rios Moatize e Revubué e pela actividade mineira que liberta partículas sólidas em suspensão que podem percolar até atingir os corpos hídricos. De referir que relativamente ao parâmetro coliformes fecais (NMP/100ml), o valor nos poços dos bairros Liberdade e Nhacolo comprovou a existência de indicadores mais altos em relação aos limites estabelecidos, tal pode dever-se ao facto da população partilhar os mesmos poços com o seu gado, visto que o poço não tem bombas e está a céu aberto.

Outro impacto associado à mineração subterrânea é o rebaixamento do lençol freático, o que pode contribuir para a extinção de fontes e ter impacto na rede hidrológica superficial. Portanto, os resultados mostraram que a água está contaminada e é imprópria para o consumo

doméstico. Não havendo política de expansão da água canalizada pelo Fundo de Investimento e Património do Abastecimento de Água (FIPAG) e estando a população continuamente a consumir água dos poços e dos rios Revubué e Moatize, respectivamente, a curto, médio e longo prazos, esta irá sofrer de várias doenças, entre elas, diarreicas.

4.3. Análise das amostras de solo

4.3.1. Recolha das amostras e processamento

Em virtude da heterogeneidade do tipo de solos, a amostragem destinada à análise nesta pesquisa foi estratificada. Para o estabelecimento dos pontos amostrais, inicialmente, procedeu-se à consulta de dados secundários, numa base de dados de solos da FAO que, posteriormente, sobrepôs-se à base administrativa do distrito de Moatize. Após a sobreposição e classificação da área de estudo, foram definidos os estratos dos solos e marcados pontos amostrais e proporcionais a cada tipo identificado (figura 3.3.).

Foram considerados um total de seis pontos amostrais e colhidas as amostras, consideradas representativas dos estratos, distribuídas aleatoriamente em cada tipo de solos, de forma a garantir uma maior representatividade. Para a divisão da área de estudo foi utilizado o critério do tipo de solo. Foram colectadas amostras numa camada arável de 0-20 cm.

Para a recolha das amostras foram identificadas e anotadas as características morfológicas do solo para a validação laboratorial. As quantidades das amostras do solo foram coletadas com ajuda do trado holandês (por possuir bom desempenho em qualquer tipo de solo, apesar de exigir grande esforço físico) e levadas ao laboratório do Instituto de Investigação Agrária de Moçambique-Posto Agronómico de Nampula (IIAM-PAN), em Nampula, numa quantidade de 500 gramas cada (para permitir eventuais repetições), tendo sido ainda colocadas em sacos de plástico limpos e bem identificados (n.º da amostra, data e período da amostragem, coordenadas do local colhido, profundidade, tamanho da área amostrada).

4.3.2. Resultados laboratoriais

Depois de processamento das amostras colhidas em zona de estudo, os resultados são mostrados na tabela 4.11 que fazem confrontação ou comparação com as literaturas apresentadas na parte de enquadramento teórico.

Parâmetros	Limite Máximo Admissível	Pontos e Bairros (P e B)					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
		B.9	B. Chipanga	B. Liberdade	B. Capanga	B. Nhacolo	B.4
Dap (g/cm ³)	1–1,7 a 1,4-1,8g/cm ³	2,54	2,65	3,09	2,85	2,55	3
pH	5,5-8,5	7,82	7,43	7,38	7,47	8,04	8,38
CE (µS/cm)	>4000	378	92	128	212	150	1042
Textura	Argilosa	Arenosa e fraca	Arenosa e fraca	Arenosa e fraca	Arenosa e fraca	Arenosa e fraca	Arenosa e fraca
K (mol/Kg)	0,008 – 0,64mol/kg	0,0138	0,0064	0,0092	0,0338	0,0258	0,0396
P (ppm)	>40ppm	47	126	146	436	481	425
MO (%)	1,2 a 5%	1,66	1,49	3,32	3,32	2,16	1,83
V (%)	75%	97	95	96	97	93	97

Tabela 4. 11: Resultados de análise de solo.

Fonte: Adaptado de Cesca (1978); Casanellas et al. (1982) e Josep et al. (1995)

- **Densidade aparente ou Densidade do solo (Dap ou Ds)**

Começando pelo parâmetro da densidade aparente (Dap ou Ds), na perspectiva de Casanellas (1982), o Dap ronda entre 1-1,7g/cm³ e, em solos cultivados, está entre 1,4-1,8 g/cm³. Em todos os seis pontos em estudo, os resultados encontrados estão muito acima desses valores, o que configura a existência de solos não apropriados para a prática da agricultura. São solos pesados. Estes resultados remetem-nos para uma reflexão e estudos aprimorados sobre a relação da textura e densidade aparente. O normal e, por característica, natural. Solos com maior densidade aparente implicam solos muito compactos, finos, argilosos e nunca arenosos. Portanto, há um contraste, a textura é arenosa, mas a densidade aparente indica serem solos pesados e, por conseguinte, deviam ser de textura argilosa. Possivelmente, devido à actividade mineira, resultante da exposição dos solos que recebem o pó de carvão, e também devido às chuvas e às máquinas compactarem os solos. Assim, estes evidenciam características de solos pesados e de textura argilosa, que se reflectem na sua densidade.

- **Potencial Hidrogeniónico (pH)**

Cesca (1978) afirma que um pH extremamente ácido ou extremamente alcalino impede a disponibilidade dos nutrientes para as plantas, uma vez que nos valores encontrados em todos os seis pontos, o pH está à volta de 7,30 a 8,38 na classificação, isto usando a tabela de Cesca (1978) e Porta et al. (1986). Esses valores encontram-se na faixa de medianamente

básico a moderadamente básico. Os valores de pH entre 5,5 a 8,5 favorecem a agricultura pois é o intervalo em que os nutrientes estão disponíveis para as plantas e estas melhor os integram. Para os valores extremos de 5,5 e 8,5 praticam-se culturas tolerantes à acidez ou basicidade, como é o caso de mapira e mexoeira que são culturas praticadas naquelas zonas. Valores abaixo de 5,5 considera solos ácidos e valores acima de 8,5 solos alcalinos, o que para agricultura não é recomendado sem antes passar pela correção de solo.

Portanto, os solos tropicais geralmente encontram-se na faixa dos ácidos devido à sua génese pedogenética. No entanto, esses solos em estudos, sendo do distrito de Moatize, província de Tete, zona tropical, apresentam-se um pouco alcalinos. Sabe-se que os solos tropicais geralmente são ácidos, ou seja, têm o valor de pH abaixo de 7 devido a altas precipitações que provocam lavagem das bases e maior matéria orgânica que revela alta actividade microbiana. Mas os solos em estudo, apesar de serem solos tropicais, apresentam o pH acima de 7, o que contraria o expectável. Tal pode justificar-se com a acção mineira, estando a área desvegetada, reduzindo assim o teor de matéria orgânica e levando à obtenção de valores abaixo e na média.

- **Conductividade Eléctrica (CE) e Salinidade do Solo (SS)**

O problema com a salinidade tem sido a seca fisiológica, toxicidade específica e degradação da estrutura do solo (com Na). A partir do 1º ao 6º ponto, os valores da Conductividade Eléctrica rondam em torno dos 92 a 1042 MicroSiemen por Centímetro. Na classificação de Josep et al. (1995), esses solos são considerados não salinos, pois a salinidade já é considerada se tiver valores acima de 4000 MicroSiemen por centímetro. Por não serem solos salinos, o risco de seca fisiológica das culturas é nulo e a degradação da estrutura também não se vai observar. Se dependesse somente desse parâmetro dir-se-ia que são solos aptos para agricultura, isto é, seriam bons solos para a agricultura.

- **Textura**

Do 1.º ao 6.º ponto em estudo, os solos da zona em análise são de textura arenosa a arenosa-franca. Essa característica de textura pode influir noutros parâmetros, como baixa capacidade de reserva de água, alta capacidade de infiltração, drenagem e maior permeabilidade.

- **Potássio trocável (K)**

Os valores de potássio trocável estão em torno de 0,64 mol/kg a 0,0396-0,64 mol/kg de argila. Segundo Josep et al., o potássio acima de 0,008-0,64 mol/kg representa solos com valores muito elevados de K. Os valores são todos elevados, o que significa que o solo tem elevado teor de K, isto é, são solos ricos em potássio, um dos macronutrientes de que as plantas necessitam.

- **Fósforo (P)**

Os valores mínimos que se encontraram em todos pontos em estudo foi de 47 ppm. Segundo os classificadores acima de 40 ppm, são considerados solos com elevado teor de P. Apesar de os solos terem maior teor de fósforo este pode, em certas circunstâncias, não estar disponível para as plantas, porque o P facilmente se complexa com o Fe ou Al.

- **Matéria Orgânica (MO)**

A matéria orgânica situou-se em torno de 1,49% como o mínimo e 3,33% como o máximo encontrado. Esses valores com base nos classificadores situam-se entre baixo a médio teor da matéria orgânica. Portanto, os classificadores colocam os valores de 1-2% como baixo teor de MO e 2,1-5% como médio teor de MO. Os valores obtidos no laboratório encontram-se neste intervalo.

- **Saturação por bases trocáveis (V)**

Pode observar-se que, em todos pontos, os valores encontrados estão acima de 75%, portanto muitos elevados. O nível muito alto de saturação por norma não é um sinónimo prejudicial, pelo contrário. Maior valor de saturação pode significar maior fertilidade de solos para a prática agrícola.

- **A alteração dos solos em Moatize**

A exploração de carvão mineral nas zonas junto às povoações no distrito de Moatize provocou a alteração da superfície topográfica e da paisagem, perda por erosão e destruição de solos superficiais férteis. Pela actividade mineira os solos foram expostos aos fenómenos da dinâmica superficial (erosa). Os resíduos de carvão ao penetrarem no solo impermeabilizaram-no, impedindo o escoamento da precipitação pluviométrica normal e

ocasionando inundações de áreas ribeirinhas agricultáveis. Portanto, a remoção de vegetação reduziu a matéria orgânica que é reserva nutricional do solo, com a sua redução houve também a redução de nutrientes na reserva e, conseqüente, o empobrecimento do solo para agricultura.

4.4. Poluição do ar na vila de Moatize 2005-2016

Os Materiais Particulados (PM) na atmosfera são gerados a partir de fontes naturais e antrópicas, cujas características se reflectem na sua composição, sendo que o tamanho das suas partículas está relacionado com tempo de permanência na atmosfera e o nível de penetração no aparelho respiratório humano (Ferreira et al., 2018). Consiste numa mistura heterogénea de partículas sólidas e líquidas de diversos tamanhos que se mantêm suspensas no ar. Estas podem interferir na visibilidade, na quantidade de radiação que atinge o solo e na formação de nuvens, pois pode actuar como núcleo de condensação da água (Kim et al., 2015). Na saúde humana os materiais particulados são vistos como fonte de vários problemas, incluindo morte prematura para as pessoas com doença cardíaca ou pulmonar, ataques cardíacos não fatais, batimentos cardíacos irregulares, asma agravada, função pulmonar diminuída e aumento dos sintomas respiratórios, como irritação das vias aéreas, tosse ou dificuldade em respirar (Correia et al., 2013). A figura 4.7. mostra a distribuição espacial das médias anuais de concentração de PM_{2,5} nos anos de 2000, 2005 e 2016.

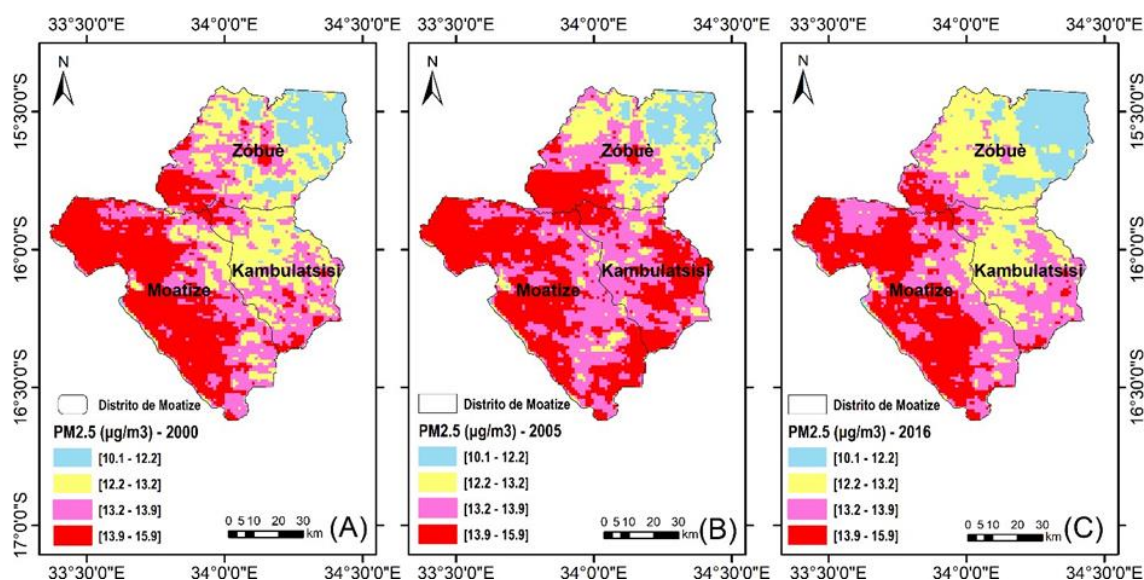


Figura 4. 7: Mapa da média anual de material particulado (PM_{2,5}) no distrito de Moatize. a) ano de 2000, b) ano de 2005 e c) ano de 2016.

Fonte: Autoria/2021

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, a concentração de $PM_{2,5}$ não deve ultrapassar a média anual de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (WHO, 2006) e, como se pode observar dos mapas da figura 4.7, associados à tabela 4.12., nos anos em referência, as concentrações do Material Particulado $PM_{2,5}$ estiveram acima do recomendado. Estes resultados mostraram-se estar abaixo da média anual padrão recomendada pela União Europeia, que não deve ser superior a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (European Union, 2008).

Apesar de os valores de concentrações de $PM_{2,5}$, nos três anos em destaque, estarem acima do recomendado pela Organização Mundial da Saúde, o Posto Administrativo de Moatize, que apresentou valores mais elevados (ex. intervalos de $[13,9-15,9] \mu\text{g}/\text{m}^3$) quando comparado com os demais Postos, como o caso do Posto Administrativo de Zóbuè, a norte do distrito, onde os valores de concentração de $PM_{2,5}$ estiveram localizados nos intervalos de $10,1-13,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De salientar ainda que esta é uma zona caracterizada pela ausência de actividades de mineração.

$PM_{2,5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Área em 2000 (ha)	Área em 2005 (ha)	Variação (2005-2000)		Área em 2016 (ha)	Variação (2016-2005)		Variação (2016-2000)	
			Área	%		Área	%	Área	%
[10,1 – 12,2]	66,7	47,7	-19	-28,5	85,1	37,4	78,4	18,4	21,6
[12,2 – 13,2]	188,1	102,5	-85,6	-45,5	201,1	98,6	96,2	13	6,5
[13,2 – 13,9]	217,6	251,8	34,2	15,7	222,2	-29,6	-11,8	4,6	2,1
[13,9 – 15,9]	239,9	310,3	70,4	29,3	203,9	-106,4	-34,3	-36	-17,7

Tabela 4. 12: Área ocupada por diferentes classes das médias anuais de material particulado ($PM_{2,5}$) no distrito de Moatize (ano de 2000 e 2016).

Fonte: Autoria/2021

Em termos de área total ocupada por cada uma das classes de concentração de $PM_{2,5}$ constatou-se uma diminuição ao comparar-se o ano de 2005 com o ano de 2000 para as classes com concentrações de $PM_{2,5}$ de $[10,1 – 12,2] \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $[12,2 – 13,2] \mu\text{g}/\text{m}^3$ em 19000 ha e 85.600 ha (cerca de 28,5% e 45,4%) respectivamente. Contrariamente, as actividades mineiras que começaram a desenvolver-se no ano de 2005, levaram a um incremento na área total das classes com concentrações de $PM_{2,5}$ de $[13,2 – 13,9] \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $[13,9 – 15,9] \mu\text{g}/\text{m}^3$ em 34.200 ha e 70.400 ha (cerca de 15,7% e 29,3%) respectivamente.

No ano de 2016, constatou-se que em termos de áreas ocupadas pelas classes com concentrações de $PM_{2,5}$ menores que $13,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ foram maiores quando comparadas com as

mesmas classes no ano de 2005, em que a área total em cada um dos anos foi de 286.200 ha e 150.200 ha, respectivamente. Contudo, comparando as classes com concentrações de $PM_{2,5}$ acima de $13,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, maiores áreas foram encontradas em 2005 comparativamente com o ano de 2016. Nestas classes, as áreas totais foram de 562.100 ha e 426.100 ha para os anos de 2005 e 2016, respectivamente. Apesar da área das classes com concentrações de $PM_{2,5}$ acima de $13,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ter sido menor no ano de 2016, a maior parte desta área está concentrada no Posto Administrativo de Moatize, onde a actividade de mineração é intensificada.

Apesar dos resultados das concentrações do material particulado aqui apresentados serem acima daquilo que é recomendado pela Organização Mundial da Saúde, o relatório divulgado pela IQ Air/2017 indica que estes valores estão abaixo das médias anuais de $PM_{2,5}$ registados em cidades como Luanda (em Angola), Kampala (no Uganda) e Accra (em Gana) (com valores de $15,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $21,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ and $30,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente) (IQAir, 2017). Contudo, comparativamente a cidades como Lisboa (em Portugal), Quito (no Equador) e Helsinki (na Finlândia) (com valores de $9,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $8,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $6,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente), os valores encontrados são considerados muito elevados (IQAir, 2017).

4.5. Considerações finais sobre a poluição

Actualmente com o avanço da indústria, produção de bens e serviços e transporte de pessoas e cargas, aumenta cada vez mais a pressão sobre o impacto ambiental. As implicações são várias e nefastas à saúde humana, de animais e danos aos materiais. Como forma de diminuir ou estancar, houve muitas resoluções e conferências, mas mesmo assim, parece que ainda está longe de estancar ou deixar que recursos sejam explorados e utilizados sem que neste processo haja impacto ambiental. Das amostras de água, solo e ar processadas e analisadas, apresentadas acima, observou-se o seguinte:

A água dos poços sem bombas (céu aberto), que é usada para o consumo doméstico pelo 36,6% da população do distrito de Moatize, verificou-se que existe alguma contaminação: a cor, depósito e turbidez (NTU) estão acima do padrão recomendados; as análises químicas os elementos Cloreto (mg/L de Cl), Dureza Total (mg/L CaCO_3), Cálcio (mg/L Ca_2) e Magnésio (mg/L Mg), estão acima do padrão; as análises microbiológicas, no que diz respeito a Coliformes fecais (NMP/100 ml), são elevados junto às Minas Moatize Lda e Porto Seco da mineradora Jindal.

As amostras dos solos analisados mostraram que a Densidade aparente ou densidade do solo (Dap Ds) em 6 pontos de colheita das amostras estão acima do recomendado; apesar do pH estar dentro do padrão mas a Condutividade Eléctrica (CE) CE $\mu\text{m}/\text{cm}$ ou salinidade do solo está dentro do padrão; a textura é arenosa fraca o que significa que serve principalmente para culturas que resistem muito ao calor como é o caso de mapira ou sorgo e meixoeira-legumenosa ambos seu nome científico é *Sorghum bicolor Moench*, amendoim entre outras e é provável que a actividade mineira tenha impacto nestes solos; Potássio trocável (kmol/kg); Fósforo P (ppm) e Saturação por bases encontram-se acima do padrão recomendado e por fim, Matéria Orgânica MO (%) se situou em torno de 1,49% como mínimo e 3,33% como o máximo encontrado. Esses valores com base nos classificadores se situam entre baixo a médio teor da matéria orgânica, dizer que os valores laboratoriais se encontram inseridos neste intervalo.

A análise do ar foi feita através do Material Particulado Fino (MP $_{2,5\mu\text{g}/\text{m}^3}$) em 3 postos administrativos: Zóbuè, Cambulatsitsi e Moatize. Notou-se que neste último, há maior área afectada, principalmente na Vila de Moatize na zona da exploração de carvão mineral. Pode-se afirmar que as minas de carvão mineral estão a contribuir com maior percentagem na concentração de material particulado fino.

4.6. Entrevistas

4.6.1. Participantes do estudo

Depois das análises laboratoriais de água, solo e também do ar através das imagens satélites acima apresentadas e analisadas, segue-se a apresentação dos dados resultantes das entrevistas. Para seleccionar uma amostra, o primeiro passo é definir a unidade de análise e saber-se sobre o quê ou quem serão colectados os dados. Isto é, dependendo do tipo de pesquisa escolhido, se é quantitativo, qualitativo ou misto, e também dependendo da formulação do problema a ser investigado (Sampieri et al., 2013). Esta investigação prende-se com as implicações da percepção das comunidades circunvizinhas às empresas mineiras relativamente ao risco que a sua acção representa para a saúde humana, devia à exploração de carvão mineral a céu aberto no distrito de Moatize, em Tete. Os entrevistados neste estudo foram as populações em risco, as entidades governamentais e outras instituições que lidam com a matéria da mineração e do meio ambiente.

A respeito do universo e da amostra, Sampieri et al. (2013) afirmam que, em pesquisas qualitativas, a amostra é uma unidade de análise ou um grupo de pessoas, contextos, eventos, factos e/ou comunidades sobre os quais deverão ser coletados dados, sem que sejam necessariamente representativos do universo que se investiga. Não se deve entender o conceito de amostra nesta investigação no “sentido estatístico e probabilístico, que integra a ideia de representatividade de uma amostra em relação a uma população” (Amado, 2014: 125). Dado o facto de a investigação ter um formato qualitativo, na definição dos indivíduos de investigação usou-se o critério não probabilístico da conveniência e o critério da intencionalidade.

Na base destes critérios, o pesquisador dirige-se intencionalmente a indivíduos cuja opinião deseja obter, por possuírem um ou vários atributos que ajudem a desenvolver a investigação (Sampieri et al., 2013). Tendo em conta que o formato qualitativo desta investigação dispensa critérios amostrais estatísticos, foram definidos intencionalmente 30 indivíduos como respondentes às questões da investigação que foram colocadas a partir do guião de entrevista semi-estruturada no universo que são as populações circunvizinhas das mineradoras Vale Moçambique, Minas Moatize Lda. e ICVL e também as instituições governamentais e instituições de ensino que lidam com a matéria da mineração e do meio ambiente como já se referiu acima, tendo em conta o seguinte: primeiro, procedeu-se a escolha do caso único, consistindo na escolha de um “local para fazer uma análise intensiva, do tipo estudo de caso” (Guerra, 2006: 44), depois foram selecionados os indivíduos com características para responder à questão de investigação. Portanto, ao nível da seleção destes indivíduos houve preocupação de reuni-los atendendo ao seu percurso profissional e a alguma experiência relevante em relação ao conhecimento da matéria em causa.

O foco da pesquisa qualitativa é entender o comportamento do consumidor, ao invés de mensurar ou medir. Por isso, esse método de pesquisa não apresenta dados quantitativos, e a coleta de dados pode ser feita de maneiras variadas, como por exemplo por meio de grupos de discussão (*focus groups*), entrevistas qualitativas individuais em profundidade e observação de comportamentos. A amostra é geralmente pequena, e os respondentes são selecionados para suprir um assunto específico. Dentre tantas vantagens, destaca-se as seguintes: entender as motivações de um grupo; compreender e interpretar comportamentos e tendências; identificar hipóteses para um problema e descobrir opiniões e expectativas de

indivíduos (Godoy, 1995). Nesta perspectiva, as entrevistas foram conduzidas para 30 indivíduos tirados de um grupo conhecedor da questão em causa, dos quais, 22 homens e 8 mulheres, como ilustra a tabela 4.13.

Entrevistados	Número	%
Homem	22	73
Mulher	8	27
Total	30	100

Tabela 4. 13: Distribuição dos participantes por sexo.

Fonte: Autoria/ 2018

Os indivíduos da investigação foram seleccionados por apresentarem certas características em comum e características associadas ao tópico investigado por serem elementos-chave da informação referente à temática da mineração em estudo. Dos 30 entrevistados o maior número foi de homens, com um peso de 73 e 27%, respectivamente. A reduzida representatividade das mulheres em relação à dos homens provém da indicação dos secretários dos bairros em escolher pessoas com informação da situação antes e depois da mineração na zona e os conflitos que a população estava encarando perante as empresas mineiras e, na parte das instituições, a indicação dos participantes dependeu do departamento que lida com a matéria em estudo.

4.6.2. Nível de escolaridade dos participantes.

A tabela 4.14 mostra o número de níveis dos entrevistados num total de 30 destes, 22 são populações afetadas e 8 são das direcções das instituições governamentais e privadas que lidam com a matéria das minas de carvão mineral e meio ambiente, respetivamente. A tabela abaixo apresenta os entrevistados numa forma discriminada em termos de escolaridade.

Quantidade	Níveis	Sequência das entrevistas
1	Não frequentou	11
3	Elementar	16, 17 e 18.
11	Básico	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 15 e 19.
8	Médio Geral e Técnico	3, 10, 12, 13, 20, 21, 22 e 25.
7	Superior	23, 24, 26, 27, 28, 29 e 30.

Tabela 4. 14: Níveis de escolaridade.

Fonte: Autoria/2019

Quando questionados sobre o seu nível de escolaridade: 1 respondeu que não frequentou escola (Ent.11); 3 disseram que o seu nível eram elementares (Ent.16, Ent. 17 e Ent.18); 11 que possuía o nível básico (Ent.1, Ent.2, Ent.4, Ent.5, Ent.6, Ent.7, Ent.8, Ent.9, Ent.11, Ent.15 e Ent.19), 8 que possuíam o nível médio e técnico profissional (Ent.3, Ent.10, Ent.12, Ent.13, Ent.20, Ent.21, Ent.22 e Ent.25) e por fim, 7 referiram possuir o nível superior (Ent.23, Ent.24, Ent.26, Ent.27, Ent.28, Ent.29 e Ent.30).

O número dos entrevistados abarcou quase toda a representatividade em termos de nível de escolaridade desde não escolarizado até ao nível superior. Os níveis de escolaridade da população em geral eram mais baixo do que os níveis de escolaridade dos restantes entrevistados, pertencentes a instituições do Estado, instituições de ensino médio de Geologia e Faculdade de Gestão de Recursos Naturais e Mineralogia da UCM.

É verdade que a população é nativa daquelas zonas onde estão instaladas as minas de carvão, embora não possuem Título de Uso e Aproveitamento de Terra, vulgo (DUAT). Os indivíduos entrevistados das instituições do Estado são os que fazem cumprir as leis da mineração e do meio ambiente e, por sua vez, os entrevistados do Ensino Médio de Geologia e Minas e também da Faculdade de Gestão de Recursos Naturais e Mineralogia da Universidade Católica de Moçambique, considera-se que estes indivíduos são especialistas com conhecimento suficiente e ensinam as matérias de mineração e do meio ambiente. Portanto, considera-se que os 20 indivíduos entrevistados constituem elementos-chave tendo em conta o seu envolvimento do assunto em estudo. A figura 4.8 mostra o local e o momento da primeira entrevista no bairro de Capanga onde o chefe da família respondia, com seriedade, às questões dirigidas.



Figura 4. 8: Local e momento da primeira entrevista.

Fonte: Autoria/2018

4.6.3. Idade e local dos entrevistados

As entrevistas foram conduzidas pelo autor do estudo com auxílio do Engenheiro de Minas, Zito Lopes, docente da Universidade Católica de Moçambique - Faculdade de Gestão de Recursos Naturais e Mineralogia; foram dirigidas justamente às povoações circunvizinhas das empresas mineradoras nos bairros de Capanga, Nhacolo, Bairro 4, Chipanga e Bairro 12 e também nas Direções Distritais e Provinciais; Instituto Médio de Geologia e Minas e Faculdade de Gestão de Recursos Naturais e Mineralogia da Universidade Católica de Moçambique. de (20-35), (36- 50), (51-67) e (68-83), ou seja, entre 20 e 83 anos de idade. As idades dos entrevistados estavam compreendidas em quatro grupos: A faixa etária dos 20 anos englobou jovens que conhecem a forma como vivem e ouvem os parentes a falar sobre a forma como têm estado a viver em relação ao passado, ao passo que até aos 83 anos de idade, considerou-se serem indivíduos que viveram o suficiente a vida naquelas zonas e que possuíam muita informação. Têm o antes e o depois dos seus usos e costumes da zona, são detentores ou proprietários das terras entre outros recursos naturais da zona em estudo. A tabela 4.15 apresenta idade dos entrevistados.

Idade	Entrevistados	%
20-35	9	30
36-50	6	20
51-67	11	37
68-83	4	13
Total	30	100

Tabela 4. 15: Idade dos entrevistados.

Fonte: Aatoria/2018

Dos 30 entrevistados, 9 são da faixa-etária compreendida entre 20-35 anos de idade (Ent.2, Ent.3, Ent.5, Ent.7, Ent.8, Ent.9 e Ent.15), os da faixa-etária 36-50 foram 6 indivíduos (Ent.4, Ent.11, Ent.17 e Ent.20), 11 indivíduos foram da faixa-etária compreendida entre 51-67 anos de idade (Ent.1, Ent.10, Ent.12, Ent.13, Ent.14, Ent.16, Ent.18 e Ent.19) e por sua vez, 4 entrevistados foram da faixa-etária compreendida entre 68-83 (Ent.6). A tabela 4.16 e a figura 4.9, mostram a descrição dos entrevistados e a sua localização geoespacial, respectivamente.

Bairros	Entrevistados	Instituições	Entrevistados
Nhacolo	5	Instituto Médio de Geologia e Minas	2
Capanga	5	Direcção Provincial de Recursos Minerais e Energia	1
Bagamoio (Bairro 4)	5	Direcção Provincial de Terra, Ambiente e Desenvolvimento Rural	1
Chipanga (25 de Setembro)	5	Conselho Municipal da Vila de Moatize	1
		Governo Distrital de Moatize	1
		Serviços Distritais de Saúde, Género, Criança e Acção Social	1
		Universidade Católica de Moçambique – Faculdade de Gestão de Recursos Naturais e Mineralogia (AGRENM)	3
Subtotal	20		10
Total		30	

Tabela 4. 16: Local e instituições dos entrevistados.

Fonte: Aatoria/2018

As entrevistas foram dirigidas pelo autor nos bairros de Capanga, Nhacolo, Chipanga (25 de Setembro) e também nas instituições do Governo que lidam com a matéria da mineração e

as instituições pública e privada do ensino ilustradas na tabela 4.16 acima. A tabela 4.17 mostra as coordenadas dos locais das entrevistas da população. As entrevistas as instituições não foram mapeadas.

ID	Bairro	Latitude	Longitude	Altitude
1	Capanga	16° 8'8,45"S	33°39'4,90"E	136
2		16° 8'0,16"S	33°39'6,91"E	134
3		16° 8'6,47"S	3°38'59,80"E	137
4		16° 7'48,57"S	33°39'4,20"E	137
5		16° 8'35,76"S	33°39'8,68"E	134
6	Nhacolo (Pedreira)	16° 6'25,53"S	33°40'11,29"E	141
7		16° 6'28,12"S	33°40'18,42"E	146
8		16° 6'36,14"S	33°40'45,93"E	148
9		16° 6'38,48"S	33°40'52,82"E	147
10		16° 6'44,26"S	33°40'58,25"E	151
11	Chipanga (25 de Setembro)	16° 6'26,04"S	33°42'10,89"E	167
12		16° 6'32,50"S	33°42'36,30"E	172
13		16° 6'40,15"S	3°42'25,70"E	167
14		16° 6'36,65"S	33°42'19,27"E	170
15		16° 6'25,99"S	33°42'27,75"E	169
16	4 (Bagamoio)	16° 7'41,92"S	33°43'54,86"E	184
17		16° 7'46,98"S	33°44'11,85"E	194
18		16° 7'36,70"S	33°43'38,44"E	177
19		16° 7'44,05"S	33°43'21,40"E	175
20		16° 7'30,02"S	33°42'48,65"E	170

Tabela 4. 17: Coordenadas da localização das entrevistas nos bairros.

Fonte: Aatoria/2020

Os quatro bairros onde foram conduzidas as entrevistas, são bairros que se localizam junto às minas de exploração de carvão mineral. Como por exemplo, o bairro de Capanga localiza-se junto à da Mina ICVL, cuja população ainda não foi reassentada; o bairro de Nhacolo (Pedreira) localiza-se junto à Minas Moatize, Lda, a população ainda não foi movida e reassentada; e o bairro de Bagamoio (vulgo bairro 4) localiza-se junto à Mina da Vale Moçambique, também a população ainda não foi movida e reassentada e, por fim, o bairro de Chipanga (25 de Setembro) que se localiza na Vila de Moatize, onde foram reassentadas 288 famílias consideradas suburbanas, embora prevaleçam conflitos entre a Vale Moçambique e a população atinente ao tipo e qualidade das casas atribuídas e outros benefícios não justos adjacentes ao processo de reassentamento. O mapa da figura 2, mostra

os bairros onde foram dirigidas as entrevistas às populações em referência. Os pontos vermelhos no mapa acima, mostram a localização onde as entrevistas tiveram lugar.

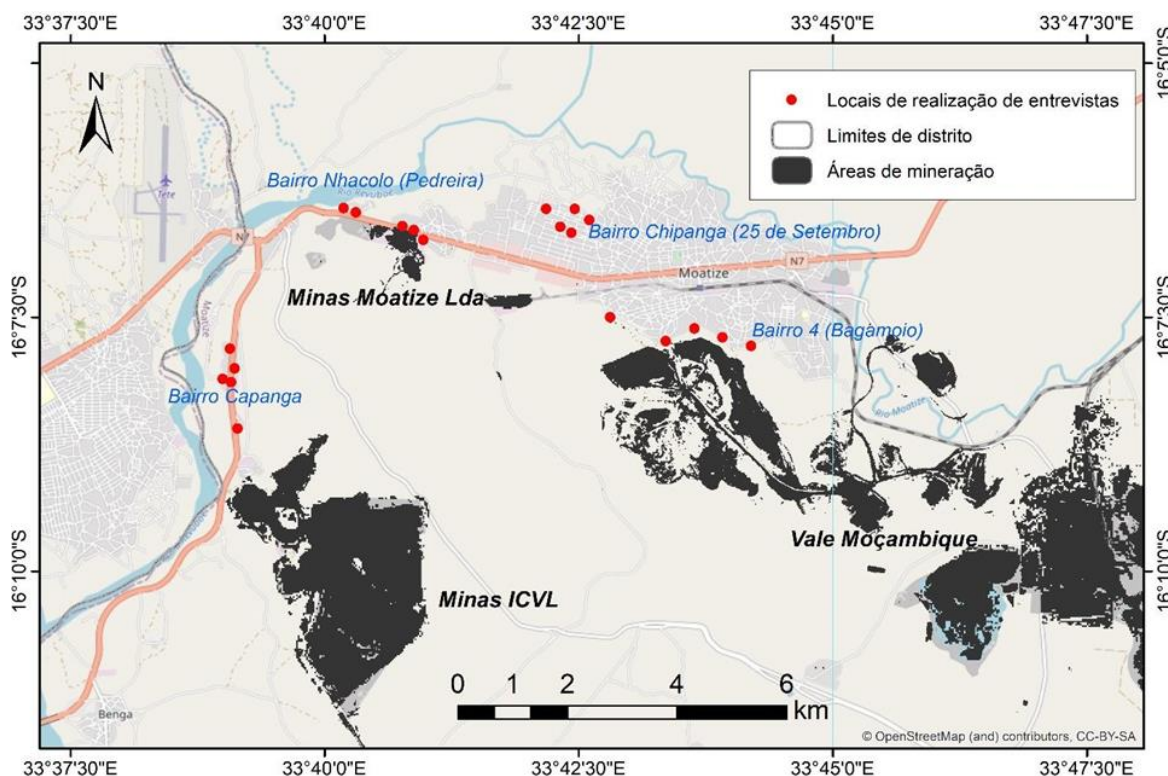


Figura 4. 8: Localização dos bairros onde as entrevistas foram efetuadas.

Fonte: Autoria/2020

Na faixa-etária compreendida entre 51-67 anos de idade com 11 entrevistados, procurou-se fazer uma comparação entre o antes e o depois da actividade mineira desenvolvida no distrito em termos sócio-económicos, político, ambiental entre outros. Depois seguiu-se com 9 entrevistados da faixa-etária entre 20-35 anos de idade, jovens curiosos, querendo exprimir o que sentem sobre o seu futuro, procurando a todo o custo conquistar o espaço para que a sua voz seja ouvida. Seguiu-se a faixa-etária dos 36-50 anos de idade perfazendo o número de 6 entrevistados, estes apoiam-se nos jovens e nos adultos. E por fim, foram entrevistados 4 indivíduos da faixa-etária dos 68-83 anos de idade, provavelmente pode-se dizer que, esta faixa-etária aceita que os jovens e outros adultos expressem em seu nome, dando assim espaço aos que ainda estão na parte da população activa. As entrevistas às direcções públicas e privadas foram direccionadas com base em áreas de conhecimento, ou seja, são instituições que estudam, ensinam, lidam e regulam a actividade mineira.

4.6.4. Conhecimento sobre as minas de carvão

Em resposta à pergunta “tem conhecimento de existência de alguma mina na sua zona de residência?” Todos os entrevistados responderam que sim, conheciam a existência de minas de carvão mineral em Moatize. Dentre estes, 2 apontaram a existência de Minas Moatize (Ent.2 e Ent.17); 1 apontou a Vale Moçambique (Ent.11), 25 apontaram a Vale Moçambique, Minas Moatize e ICVL (Da Ent.1 a Ent.30 excepto as Ent.2, Ent.6, Ent.11, Ent.17 e Ent.19). É provável que estes, como são maioritariamente pessoas que possuem níveis elevados de escolaridade e também como pertencem às direcções públicas e privadas, lidam com esta matéria e por sua vez, 2 apontaram a existência da mina ICVL (Ent.6 e Ent.19), portanto são pessoas que vivem junto àquela mina.

Quando questionados relativamente à exploração do carvão mineral também poder ser realizada por cada uma das pessoas como forma de subsistência ou apenas pela empresa, a totalidade dos entrevistados respondeu que esta actividade é apenas realizada pelas empresas mineradoras especializadas (Ent.1 a Ent.30).

A actividade de extração de carvão mineral é praticada pelas empresas por ser complexa, onerosa e é muito diferente das actividades de extração de pedras preciosas. Se ficarmos atentos aos requisitos de atribuição dos títulos mineiros, pode-se ver que a Lei de Minas 20/2014 de 18 de agosto no seu artigo 7 do Capítulo I do número 2, diz que: os requerentes de títulos mineiros, constituídos sob forma de sociedade, devem, no acto da submissão do pedido, juntar o documento comprovativo de constituição de sociedade, incluindo a identificação dos titulares de participações e o respectivo valor do capital social subscrito. Apreciando atentamente a lei, vemos que pela sua exigência, um cidadão pacato e desprovido de recursos financeiros não pode exercer esta actividade. Mesmo assim, a lei recomenda que havendo interesse de algumas pessoas por esta actividade, devem constituir uma associação, reunindo outros requisitos necessários para requererem o título mineiro.

Em relação à forma como é feita a extração do carvão mineral, todos os entrevistados referiram conhecer dois métodos: subterrâneo e a céu aberto, dependendo da profundidade e do tipo de solo sob o qual o minério se encontra. Se a camada que recobre o carvão é estreita ou o solo não é apropriado à perfuração de túneis (por exemplo, areia ou cascalho), a opção é a mineração a céu aberto e se, pelo contrário, o mineral está em camadas profundas ou se apresenta sob veios de rocha, há necessidade da construção de túneis. Razão pela qual,

em Moatize as mineradoras usam minas a céu aberto. Para possuir o carvão, extrai-se o solo da superfície, a céu aberto, e depois retira-se o carvão através de tapete rolante ou de camiões.

4.6.5. Conhecimento da importância do Carvão Mineral

Também relativamente à importância do carvão mineral todos os entrevistados responderam estarem cientes da sua importância. Disseram que o carvão mineral contribui para: I) Aumentar a economia local (Ent.1 a Ent.6 e Ent.13 a Ent.15.) (9 entrevistados); II) Aumentar a taxa de emprego da população local (Ent.2, Ent.5, Ent.7, Ent.8 a Ent.17 e Ent.19 a Ent.30) (15 entrevistados); III) impulsionar a qualificação da população local em termos de recursos humanos (Ent.13, Ent.19 Ent.30) (16 entrevistados) e IV) Promover o desenvolvimento local (Ent.1, Ent.3, Ent.4, Ent.6 a Ent.9, Ent.12, Ent.10 a Ent.12, Ent.14 a Ent.19, Ent.30) (16 entrevistados).

4.6.6. Conhecimento das implicações e percepção da população local dos riscos ambientais em virtude da exploração de carvão mineral a céu aberto

Os entrevistados foram questionados sobre quem se tinha instalado primeiro na zona, eles ou a mina, ao que 22 deles, habitantes nos bairros circunvizinhos, responderam que foram eles os primeiros a residirem naquela zona, ou seja, todos eram nativos. Disseram ainda que nasceram aí e que inclusivamente os seus bisavôs nasceram, morreram e foram enterrados naquelas zonas. Portanto, a instalação das minas implicou a retirada de uma parte das comunidades que viviam nas áreas onde existe o carvão. Esta situação alterou a relação social das comunidades com a natureza no espaço e potenciou a destruição de um passado, sacralizado na identidade que as mesmas reproduziram ao longo do tempo.

Em resposta à pergunta de terem sido ou não reassentados, dos 22 populares entrevistados, 15 disseram que sim (Ent.11 e Ent.15). Os que disseram que ainda não tinham sido reassentados são daquelas comunidades que aguardam a sua acomodação em zonas seguras em termos de riscos e os que disseram que sim são, de facto, os que foram reassentados no Bairro Chipanga (25 de setembro) na Vila de Moatize. De referir que foram entrevistadas as povoações junto às minas ou que vivem em zonas de risco. Razão pela qual, os 22 entrevistados na parte da população, estavam distribuídos por bairros diferentes, apenas no bairro de Chipanga é que a população foi reassentada. A figura 4.10. revela a situação das povoações em termos de reassentamento. De salientar que esta pergunta não foi dirigida às

8 instituições que lidam com a matéria de mineração por não se tratarem de pessoas singulares ou em situações de risco.

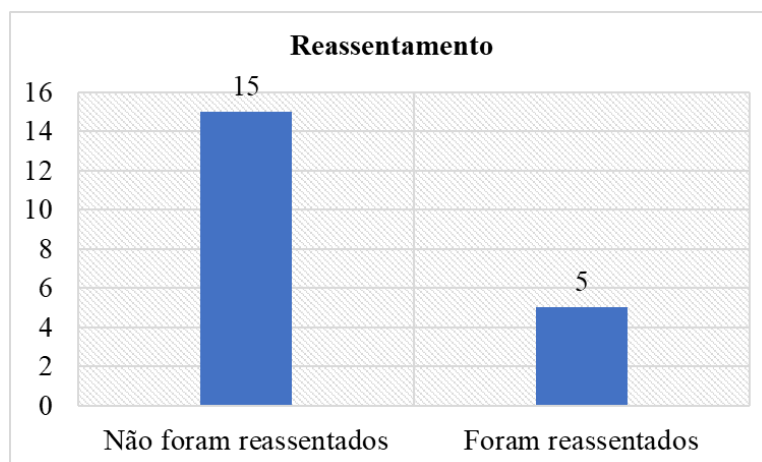


Figura 4. 9: Reassentamento

Fonte: Aatoria/2018

No processo de reassentamento, a Vale Moçambique removeu 1.313 famílias. Entre estas, 717 foram reassentadas na zona de Cateme 288 no Bairro 25 de Setembro na Vila de Moatize, sendo que 308 preferiram receber dinheiro para que pudessem proceder à construção pelos seus próprios meios. Em contrapartida, a ICVL, a então Rio Tinto, também removeu 408 famílias da zona de Benga e reassentou em Mualadzi em número de 400, e Nhamitsatsi em número de 8 famílias, como ilustra a tabela 4.18. abaixo. Ainda falta remover e reassentar as populações do Bairro 4 (Bagamoio), Capanga e Nhacolo, visto que estes dividem o mesmo espaço com as mineradoras.

Posto Administrativo	Bairros de Proveniência	Zonas reassentadas	Nº de famílias	Famílias reassentadas	Empresas mineradoras
Cambulatsitsi	Bairro 11 (Chipanga)	Cateme	717	717	Vale Moçambique
	Benga	Mualadzi	400	400	ICVL (Rio tinto)
Moatize	Bairro 11 (Chipanga)	25 de Setembro (Bairro Chipanga)	288	288	Vale Moçambique
	Benga	Nhamitsatsi	8	8	ICVL (Rio tinto)
Moatize	Bairro 4		-	Ainda	Vale Moçambique

Posto Administrativo	Bairros de Proveniência	Zonas reassentadas	Nº de famílias	Famílias reassentadas	Empresas mineradoras
	Capanga		-	Ainda	ICVL (Rio tinto)
	Nhacolo		-	Ainda	Vale Moçambique
Total de reassentados	1.413				

Tabela 4. 18: Reassentamento da população no distrito de Moatize.

Fonte: Adaptado de CIP (2010) e DPTADER – Tete (2010)

É verdade que parte da população foi reassentada, mas ainda existe outra que não foi. Este processo foi caracterizado por uma enorme contestação das realidades pelos membros e lideranças das comunidades afectadas, bem como pela sociedade civil. Ainda existem erros graves no processo de reassentamento em Tete, principalmente em Moatize. Além de ter sido lento, conflituoso e com falta de diálogo, até com a ausência do Governo no processo, as comunidades não foram devidamente informadas sobre os seus direitos. As autoridades governamentais reconhecem que existem algumas famílias do Bairro 4 (Bagamoio), Capanga e Nhacolo que ainda não foram abrangidas pelo reassentamento, aguardando que as mineradoras terminassem com o processo. A figura 4.11. é um exemplo de uma das casas do centro de reassentamento, onde se pode verificar a falta de fundação ou bases sólidas da casa. Foi construída sem ferros, portanto sem seguir o mínimo padrão pré-estabelecido pela construção civil.



Figura 4. 10: Exemplo de uma das casas do centro de reassentamento.

Fonte: Aatoria/2018

Os afectados alegam que no princípio não foram consultados sobre os locais de reassentamento, sobre o tipo de casas que iriam receber nem sobre a dimensão das áreas para a prática de agropecuária que, em alguns casos, eram inadequadas para a recuperação de meios de sobrevivência. A população foi reassentada em terras improdutivas, pedregosas e inadequadas para a prática da agricultura e da pastorícia como, por exemplo, a zona de Cateme e Mualadzi, longe de fontes de água e de serviços básicos. Este tipo de processo foi uma autêntica imposição em violação à legislação moçambicana como ilustra a figura 4.12.



Figura 4. 11: Alguns dos problemas na zona de reassentamento.

Fonte: Autoria/2018

Matos e Medeiros (2012) constataam que os diversos casos de reassentamentos existentes no país revelam as muitas fragilidades que o processo traz consigo. A perda de identidade, por vezes, é supostamente minimizada com a melhoria da qualidade de vida dos reassentados, mas este é um processo que não é observado por quem tem o dever de o fazer.

De realçar que no início do processo de mineração apenas 5 entrevistados foram convidados para uma reunião de auscultação, tendo a maioria dos entrevistados (15) respondido que não forma convidados. Sobre os que foram convidados, cinco vivem no bairro de reassentamento de Chipanga, portanto, foram reassentados. A maioria, os quinze que não foram convidados, apenas viram as empresas mineradoras a instalarem-se junto às suas casas e também em zonas de agricultura e de pastagem do seu gado.

Entretanto, a Lei de Minas 20/2014 sobre a justa indemnização das pessoas abrangidas em zonas de mineração menciona, no seu número 1 do artigo 31, capítulo II, que a Justa Indemnização dos direitos pré-existentes abrangidos pela actividade mineira referida no artigo anterior abrange, entre outros:

- a) Reassentamento em habitações condignas pelo titular da concessão, em melhores

condições que as anteriores. Apreciando atentamente a lei acima citada e fazendo uso dos depoimentos das populações em zonas de risco e da literatura consultada, pode-se dizer que, para os reassentados, as casas são de baixa qualidade. No momento da sua entrega já apresentavam fissuras nas paredes, não apresentam vigas, nem pilares como suporte ou resistência das mesmas.

- b) Na altura da instalação das empresas de extração mineira, segundo a maioria dos entrevistados (16 - Ent.1... Ent.10, Ent.13...Ent.14, Ent.16...Ent.18 e Ent.20), a população não foi informada relativamente aos riscos ambientais ou sobre os efeitos que a exploração de carvão mineral a céu aberto pode causar na saúde humana. Apenas 4 entrevistados (Ent.11, Ent.12, Ent.15 e Ent.20) referem ter sido informados, apesar de este aspecto não ter sido muito realçado ou enfatizado.

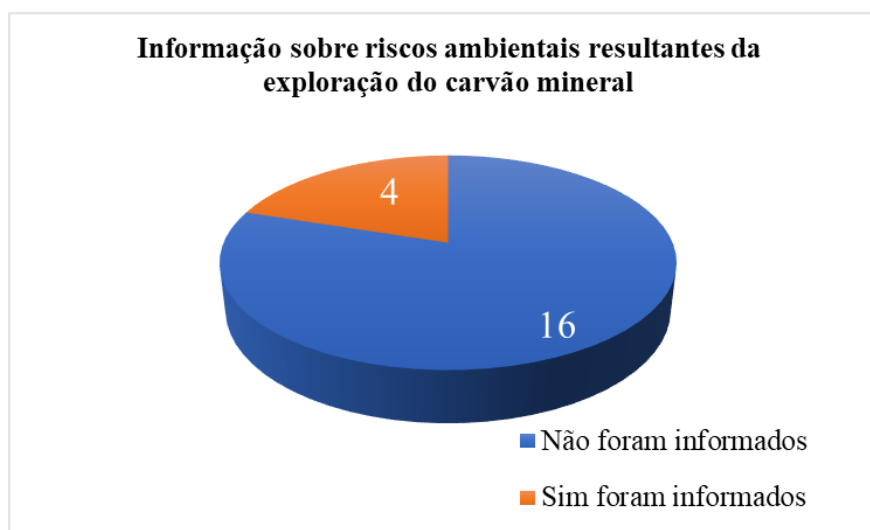


Figura 4. 12: Informação sobre riscos ambientais resultantes da exploração do carvão mineral.

Fonte: Aatoria/2018

Constata-se assim que a maioria da população, no início, não foi informada sobre os riscos resultantes do impacto ambiental através da exploração de carvão mineral a minas a céu aberto. À população apenas foi prometida melhoria de qualidade de vida no que concerne ao emprego, ao acesso a diversas formações para os jovens, aos centros de saúde, a uma habitação condigna em relação às antigas, a oportunidades de comércio, entre outros benefícios.

De entre tantos projectos de exploração de recursos, mesmo de transformação ou produção

de produtos semi ou acabados, na fase de implantação dos mesmos, geralmente, a população não é informada sobre os riscos ambientais resultantes dessas actividades na sua execução. Isto porque em Moçambique é difícil o acesso a informação fiável, completa e em tempo útil, sobre a indústria extrativa e, também, a informação veiculada pelo Governo acontece na medida do interesse das empresas que a fornecem, acrescentando-se ainda o facto de o Governo não possuir mecanismos autónomos de verificação da veracidade dessa informação. Como consequência da ausência desta informação a tempo útil, surgem conflitos e estes acabam minando a relação entre as populações circunvizinhas e os projectos. O Governo aprecia muito os benefícios que os projectos trazem para o cofre do Estado e pouco se preocupa em estancar o problema em causa. Com base nas respostas dos participantes, pode concluir-se que as empresas que estão a explorar o carvão mineral em Moatize, estão mais ocupadas com a exploração de carvão em quantidade e nos seus lucros e menos com os impactos ambientais que atentam a saúde pública daquela população que vive na zona de exploração.

As respostas à pergunta se *nos últimos cinco anos, notaram alguma diferença provocada pela actividade mineira e a que níveis?* estão patentes na tabela 4.19. que surge imediatamente abaixo.

Opções	Entrevistados (Ent.)																				Res.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Aumento de poeiras	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	20
Circulação dos camiões de transporte	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	18
Contaminação dos solos	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	18
Contaminação da água	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X					X				12
Qualidade do ar	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	20
Outras																					0

Tabela 4. 19: Percepção sobre a diferença provocada pela actividade mineira.

Fonte: Autoria/2018

Apreciando atentamente a tabela acima, pode verificar-se que 20 entrevistados responderam que de facto existe "aumento de poeiras" em termos de poluição ambiental provocada pela actividade mineira (Ent.1 a Ent.20). Por outro lado, as opções "circulação de camiões de transporte" e "contaminação dos solos" foram escolhidas por 18 entrevistados, respectivamente (Ent.1 a Ent.3 e Ent.6 a Ent.20) e (Ent.1 a Ent.3; Ent.5 a Ent.17 e Ent.19 e

Ent.20). Relativamente à opção que mencionava a contaminação de água, responderam 18 entrevistados e, ainda, sobre a qualidade do ar, obteve-se uma resposta por unanimidade, ou seja, entre todos entrevistados, os 20. Por sua vez, a última opção que referia a possibilidade de existirem outras situações provadas pela actividade mineira foi nula, pois ninguém seleccionou ou escreveu sobre esse ponto. Na parte dos profissionais entrevistados, todos foram unânimes em afirmar que a actividade mineira no distrito está a provocar muita diferença em termos da modificação da paisagem, do solo e do ar embora esteja no início.

Relativamente à poluição da água, a legislação relevante (Lei de Águas - Lei n.º 16/91, de 3 de agosto) estabelece que, por regulamento, serão estabelecidos padrões da qualidade de efluentes, dos corpos hídricos receptores, sistemas tecnológicos e métodos para tratamentos conjuntos e individuais de águas, podendo ser suspensas as actividades contaminadoras ou encerrados estabelecimentos enquanto não forem implementadas essas medidas. Por outro lado, o artigo n.º 55 da mesma lei dispõe que: Quem para além dos limites consentidos provocar a contaminação ou degradação do domínio hídrico, independentemente da sanção aplicável, constitui-se na obrigação de, à sua custa, reconstituir a situação que existiria se não se tivesse verificado o evento que obriga à reparação, Sulemane (2015).

A ganância do poder económico tomou conta de Moatize, onde as riquezas do subsolo tornaram-se mais importantes que as riquezas do “espaço habitado” (Santos, 2008), sofrendo metamorfoses movidas pelo poder do capital estrangeiro, o que modificou significativamente a paisagem e o *modus vivendi* do sub-distrito.

O que será de Moatize se mais de 60% do seu território estiver completamente explorado e com cavas de carvão mineral, visto que não é um recurso renovável? O que será dos seus mananciais e reservas de água subterrânea, pois este sub-distrito localiza-se numa das maiores bacias hidrográficas da África Austral? Estas perguntas somente serão respondidas se o Estado tomar medidas rigorosas de gestão sustentável dos recursos naturais que Moatize possui e quando se tiver uma visão mais social dos impactos provocados pela actividade, o que já se verifica.

Os entrevistados foram unânimes ao responder que consideram que a actividade mineira acarreta riscos para a saúde humana das comunidades circunvizinhas, dizendo que a principal restrição à utilização do carvão é o forte impacto sócio-ambiental provocado em todas as etapas do processo desde a produção, combustão, assim como também no consumo.

É verdade que a extração, por exemplo, provoca a degradação das áreas de mineração. Na dessulfuração, antes da combustão, na queima para geração de eletricidade (termoelétricas). E, portanto, Se medidas não forem tomadas, esse processo pode aumentar a emissão de gases poluentes no distrito de Moatize pelas empresas,

Pode observar-se que os processos de mineração (indústria metalúrgica e hidrometalúrgica) são, por natureza, grandes consumidores de água. Em locais onde haja riscos potenciais ao património ambiental, incluindo os recursos hídricos, a mineração deve ser, obrigatoriamente vedada, apesar do aprimoramento das práticas mineiras, em termos ambientais, nestes anos, já serem notórios, bem como os riscos ambientais derivados da actividade de mineração. Os entrevistados possuem conhecimentos relativamente aos efeitos nefastos para a saúde a vários níveis.

Opções	Entrevistados (Ent.)																				Res
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Aparelho respiratório - tosse, bronquites, dificuldades em respirar e asma.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	20
Visão - olhos irritados/vermelhados, conjuntivite.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	20
Audição - perda.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	20
Pele - irritação, pele seca, erupções cutâneas.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	20
Outras, quais?															X					X	2

Tabela 4. 20: Percepção sobre a problemática de saúde na comunidade.

Fonte: Autoria/2018

Referiram também que a problemática reside mais no aparelho respiratório (tosse, bronquites, dificuldades em respirar, asma), na visão (olhos irritados/vermelhados, conjuntivite), na audição (perda da mesma) e, ainda, na irritação e secura da pele, também com erupções cutâneas. Dois entrevistados disseram que por estarem a beber água contaminada acabam obtendo problemas abdominais e diarreias. Disseram que o pó de carvão mineral que escapa no processo de mineração acaba de certa forma por pousar na superfície, nas paredes e tectos das casas, nas folhas das árvores e entre outros objectos ao ar livre. Mencionaram que o mesmo acontece quando, por exemplo, se quer colher folhas de batata-doce, de abóbora ou uma outra verdura para fazer caril ou até quando se estende roupa lavada para secar, pois esta acaba por ficar preta. As respostas foram as mesmas dos outros profissionais entrevistados. É verdade que, para este estudo, não foi possível obter dados

hospitalares que possam sustentar as afirmações dos entrevistados em zonas de risco devido à limitação na aquisição dos dados em causa. As autoridades de saúde não disponibilizam este tipo de dados, presume-se que podem não os possuir.

No seguimento já referido anteriormente, a totalidade dos entrevistados (30) responderam que acreditavam no impacto negativo que a actividade de extração do carvão mineral representa para o ambiente. Neste sentido, as competências do Governo jogam um papel preponderante segundo a Lei de Minas 20/2014, capítulo I, artigo 14 alínea g), entre tantas competências, o Governo tem de proteger as comunidades onde as actividades de exploração mineira estão autorizadas e promover o desenvolvimento sócio-económico em prol do bem-estar das mesmas. Por sua vez, a estrutura e organização do quadro legal fundamental do ambiente, o documento intitulado «O Meio Ambiente em Moçambique» de Serra, Dondeyne & Durang (2012) afirma que a Constituição, em primeiro lugar, eleva o ambiente à categoria de bem jurídico fundamental da comunidade, ao lado de outros bens clássicos, como a vida, a integridade física, as diferentes liberdades, entre outros. Fazendo uma analogia da Lei de Minas e do documento, ambos vêem a comunidade como uma questão que tem que ser perseverada e tratada da melhor forma antes do início de qualquer actividade, independentemente de que índole for. Mas as entrevistas revelam o contrário daquilo que está plasmado como direito das comunidades. Ainda assim, olhando para a Lei de Minas 20/2014 no seu n.º 1, artigo 40, faz-se referência aos deveres específicos do titular das empresas mineradoras. Entre outros deveres, refere-se que o titular de licença de prospeção e pesquisa deve (a) exercer actividade mineira em conformidade com as leis e regulamentos, (b) respeitar as comunidades locais e contribuir para a preservação dos aspectos sócio-culturais das sociedades, (c) executar as actividades de acordo com as boas práticas mineiras e sócio-ambientais;

O Ministério de Saúde, por sua vez, responsável pela saúde pública, tem também a missão de (I) projectar e desenvolver programas de promoção e protecção da saúde e de prevenção e combate à doença, (II) prestar cuidados de saúde à população através do sector da saúde pública (III) e promover, supervisionar e apoiar o sistema comunitário para a prestação de cuidados de saúde. No contexto vigente, a população tem o direito de ser informada e auscultada sobre a existência duma actividade mineira, também deve ser informada através

de quaisquer tipos de média sobre os ganhos e os impactos ambientais resultantes de tal actividade e, ainda sobre como se precaver ou proteger-se de futuros fenómenos ambientais. Quando questionados sobre as áreas em que esse impacto ambiental é mais visível, todos os entrevistados responderam que a actividade da exploração do carvão mineral em Moatize tem o seu impacto nas áreas de agricultura, paisagem e habitação, como ilustra a figura 4.14. abaixo, no bairro de Capanga, junto às Minas ICVL. O entrevistado número 16 apontou também a poluição ambiental, mas se formos a ver, esta já se enquadra nas áreas acima citadas.



Figura 4. 13: O impacto do pó de carvão nos materiais.

Fonte: Aatoria/2018

A mineração de carvão constitui uma das actividades que altera o estado do meio ambiente, quer em forma de contaminação hídrica, poluição do ar, visual, do solo, assim como alteração geomorfológica (Dick, 2000; Figueredo, 2000; Campos et al., 2010; Davide e Selemene, 2012). Os efeitos ambientais estão presentes em todas as etapas, na fase de prospeção e pesquisa podem ser significativos, pois durante a abertura de trincheiras, poços e caminhos para equipamentos de geofísica e perfuração, afectam a vegetação e fauna, alteram a paisagem e aceleram processos de erosão. Na fase de extração de minério, podem causar danos na habitação, vegetação e paisagem, nas lavras a céu aberto, etc., Figueredo (2000), ambos autores citados em Macie (2015).

Para além do impacto visível a olho nu, todos os entrevistados (Ent. 1 a Ent.30) também foram unânimes em afirmar que tem havido ruído e vibrações da terra devido aos explosivos acionados nas minas que torturam ao partirem rochas e o carvão mineral. As explosões acontecem duas ou três vezes ao dia, em um ou dois dias por semana, dependendo da

necessidade na mina. Não existe um plano que um singular pode prever com toda a certeza o dia e da hora a que pode acontecer e as empresas não avisam ou não dão alerta sobre a ocorrência. Para este estudo, não foi possível obter os dias, as horas exatas e a intensidade de ruídos visto que as explosões, visíveis do lado de fora, são acompanhadas por casualidades. Junto à delimitação das minas existem, seguranças vigiam 24h por dia. Não é permitido a entrada de pessoas alheias para obter informações dentro das minas.

Sabe-se que o ruído é um agente contaminante de tipo físico. É um som indesejável e, desta forma, incómodo. Contudo, não é só no domínio físico que o ruído actua. A sua influência no domínio intelectual, principalmente na capacidade de atenção, reduz o rendimento do trabalho do indivíduo, tanto intelectual como físico. Entretanto, o efeito do ruído sob o ponto de vista sociológico leva em conta a irritação geral (incómodo), a perturbação na comunicação (conversação, telefone, rádio e televisão), o prejuízo em relação ao repouso e relaxamento, ora dentro ora fora da residência, a perturbação do sono, a perturbação da concentração e da performance, o surgimento de sentimentos como o medo e a ansiedade, a mudança na conduta social e, ainda, as restrições na vida doméstica, entre muitas outras.

A vibração hoje tornou-se um invasor não somente das residências localizadas perto das indústrias (produto de crescimento desordenado), mas também a todo o tipo de construção, seja residencial, comercial ou industrial, por causa da multiplicidade de fontes que, em determinadas operações ou estado de manutenção, produzem vibrações, transmitindo-as para a edificação. Os efeitos não afectam somente o Homem, mas também os materiais e constitui, ainda, um binómio ruído-vibração no contexto da preservação do meio ambiente e da qualidade de vida.

Segundo Gandhi *apud* Mucanheia & Macanhengane:

"O que destrói a humanidade: a política, sem princípios; o prazer, sem compromisso; a riqueza, sem trabalho; a sabedoria, sem carácter; os negócios, sem moral; a ciência, sem humanidade e a oração, sem caridade"

Gandhi (1948) *apud* Mucanheia & Macanhengane (2016: 47)

Prevenir-se contra estes sete erros do mundo seria a melhor maneira de prevenir-se ou prevenir a sociedade de chegar a um ponto de violência ou de degradação ambiental que periga a biodiversidade do planeta.

Também em relação à informação sobre a actividade mineira e os seus impactos nas comunidades circunvizinhas, uma vez mais, a maioria dos entrevistados (25) responderam

que não tem havido qualquer tipo de informação sobre a actividade mineira (Ent.1 a Ent.21 e Ent.23 e Ent.26) enquanto os restantes responderam afirmativamente (Ent.22 a Ent.24 e Ent.30) como mostra a figura 4.15.

Segundo Selemane (S/d) no seu Relatório SEKELEKANE, o acesso à informação, principalmente comercial, na área da indústria extractiva em Moçambique é difícil e, mesmo assim, a pouca informação existente revela uma assimetria de dados entre as empresas e o Governo. Esta realidade coloca o Governo numa situação de dependência da entidade que, na verdade, deveria fiscalizar. Isto porque a informação na posse do Governo é aquela fornecida pelas empresas. Assim, não existe um mecanismo independente capaz de aferir a veracidade e a fiabilidade da informação que lhe é fornecida. Se o Governo possui pouca informação sobre a indústria mineira, a população não possui quase nada.

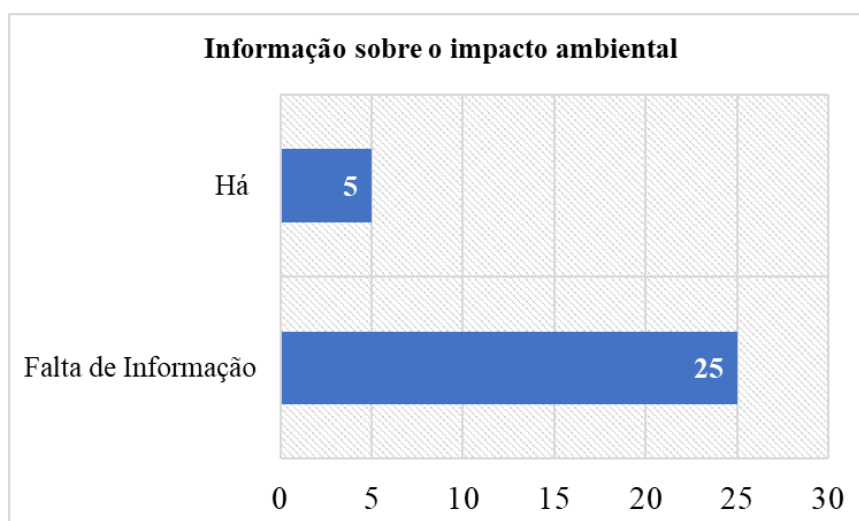


Figura 4. 14: Divulgação da actividade mineira e seu impacto ambiental.

Fonte: Aatoria/2019

Para proteger-se, a população precisa de uma informação e educação direccionada de modo a conhecer os principais riscos que constituem um atentado à saúde humana. No entender da mesma, ainda que possa presenciar uma mina de exploração de carvão a poluir, as populações não querem abandonar as suas terras de origem, temendo perdê-las, parcialmente ou na totalidade, permanecendo assim nas terras como forma de defender ou perseverar questões sócio-económicas, antropológicas e culturais.

Os 5 entrevistados que referiram a divulgação através de sessões públicas, mencionaram a Rádio Moçambique como uma das formas que tem sido usada para divulgar a informação

sobre poluição ambiental. Os restantes entrevistados (25) disseram desconhecer a existência de meios de informação, acessíveis à população, que divulguem informação atinente aos impactos da mineração.

Davenport (1997) descreve tipos de informação, agrupando esses tipos em informação estruturada, não estruturada, automatizada, não-automatizada, textos, áudio e vídeo. Para Cunha et al. (2011), os meios de comunicação existentes em Moçambique são vários, entre eles, destacam-se rádios, TVs, jornais, Facebook, telefones, reuniões comunitárias, entre outros. Entretanto, estes meios dependem também de factores tecnológicos, como o acesso ao papel, a dispositivos eletrónicos, a satélites, a fibra óptica e, numa outra dimensão, à capacidade dos cidadãos de adquirirem aparelhos de rádio, televisão, computadores ou assinaturas de Internet. O direito à informação e a capacidade dos cidadãos de acederem à informação alicerçam-se em todos estes factores descritos.

Portanto, na área da actividade mineira no distrito de Moatize, os meios de informação que provavelmente poderiam estar ao serviço da população, seriam: Rádio Moçambique (RM), Televisão de Moçambique (TVM), Jornais Públicos, Reuniões Comunitárias e mensagens por telefones ou telemóveis.

Sobre a relação estabelecida entre as empresas mineiras e as comunidades afectadas, a maioria dos entrevistados (23) respondeu ser uma má relação (Ent.1 a Ent.21 e Ent.23), 4 disseram que a relação é razoável (Ent.22 a Ent.24, Ent.26 e Ent.27) e os restantes 3 afirmaram que é boa (Ent.25, Ent.29 e Ent.30), como mostra a figura 4.16.

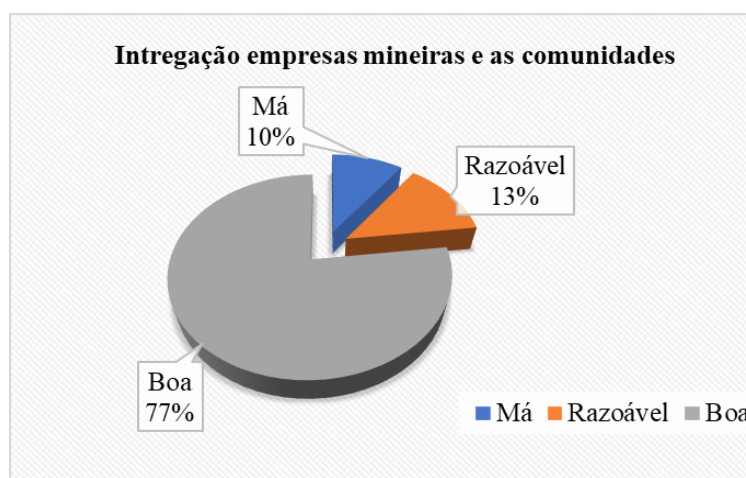


Figura 4. 15: A relação das empresas mineiras com as comunidades.

Fonte: Autoria/2019

Fazendo a correlação das respostas dos 30 inquiridos com os antecedentes já descritos acima, a maioria aponta que a relação não é salutar, provavelmente tal facto pode estar relacionado com a fraca qualidade de vida das comunidades e com o facto de parte da população afectada não ter sido reassentada, vivendo ainda em zona de risco. É verdade que houve alterações do modo de vida, infra-estruturas, transporte, cultivo das suas terras e outras actividades de substância.

A população entrevistada mencionou que, apesar de não haver encontros frequentes, logo no início da actividade mineira, foi prometido pelas empresas mineiras e pelo Governo que, no processo da mineração, as empresas iriam garantir educação ou formações aos jovens das famílias afectadas, iriam ter acesso aos cuidados básicos de saúde, teriam oportunidades de trabalho ou de desenvolvimento de meios de vida, haveria acesso à comunicação, quer com as autoridades do Estado, quer com as empresas concessionárias entre outros benefícios.

No entanto, no início, como se sabe, houve várias promessas à população, sendo que durante a execução das actividades mineiras, a população notou ausência do cumprimento de tais promessas, daí terem começado a surgir conflitos protagonizados entre a população e as empresas, o que se estende ao Estado, problemas esses não resolvidos por muito tempo. A população está revoltada e a exigir cada vez mais os seus direitos a quem lhes aparecer à frente, quer sejam as empresas mineiras, quer sejam elementos do Estado. A figura 2.1. revela o conflito resultante de uma das reivindicações da população sobre o impacto ambiental provocado pela mina Vale Moçambique, onde a população reclama do barulho de explosivos, poeiras e o fechamento das suas zonas, nas quais buscavam lenhas, actividades agrícolas e outras.

CIP (2010) e ADECRU (2014) apontam alguns conflitos que existem entre a população afectada e as mineradoras, que poderão estar por detrás da má relação acima apontada. O autor afirma que as comunidades locais apresentam um baixo nível de satisfação com a implantação da mina devido ao não cumprimento de algumas compensações sociais, especialmente as indemnizações que desencadeiam em conflitos com a mineradora. Como meios para a resolução de conflitos, as comunidades locais apontam para o pagamento das indemnizações, a reabilitação das habitações que apresentam problemas, a integração de mais membros das comunidades locais em sectores de trabalho, aliadas à mineração, à

criação de canais de diálogo e a mecanismos de participação dos membros locais nos processos de decisão.

A mesma ideia também foi comungada por Matos & Medeiros (2012), mencionado que após o reassentamento a nova reconstrução da vivência, da população reassentada, trouxe consigo desafios maiores que os que caracterizaram a construção dos seus anteriores territórios. Apontam-se como desafios os seguintes pontos:

- Os novos espaços selecionados para morar não são uma escolha da comunidade local, não refletindo por isso os factores importantes de localização que estão por detrás da seleção de determinados espaços para a sua fixação;
- Ao mudarem de espaço, as comunidades esperam, no mínimo, manter as condições económicas e sociais conquistadas durante vários anos de construção dos seus respectivos territórios. Contudo, isso parece não acontecer devido às enormes dificuldades que encontram nos novos locais reassentados;
- As formas de organização sócio-espaciais são profundamente alteradas nos novos espaços, o que pode dificultar o relacionamento entre as diferentes comunidades, regidas pelos seus respetivos líderes comunitários. Por um lado, as lideranças comunitárias podem diluir-se e, por outro, podem gerar conflitos de gestão de suas comunidades que encontravam enraizamento territorial distinto;
- A construção do novo território, sendo escolhido sem a participação das comunidades, pode resultar numa alteração das actividades económicas provocando a dependência de factores externos, como por exemplo, a necessidade de recorrer a um emprego fora da sua comunidade. Ou, ainda, a necessidade de criar novas formas de sustento, diferentes daquelas que caracterizaram os seus povos.

Estes enormes desafios parecem ser esquecidos pelos responsáveis dos processos compulsórios de reassentamento. Deslocar comunidades de um lugar para o outro, enfatizam Matos & Medeiros (2012) e Macie (2015) não é o mesmo que deslocar mercadorias, mesmo sabendo que para estas é preciso ter em consideração as formas de conservação do produto para não perder a qualidade do mesmo. Se deslocar produtos envolve reconhecer que existem cuidados a serem tomados, deslocar comunidades é um processo muito mais complexo,

principalmente quando estamos em contacto com povos cujas tradições são, muitas vezes, a base do seu alicerce, onde mudar significa “morrer”, desterritorializar-se.

PARTE 5: CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5.1. Conclusões

Por fim e, de acordo com o propósito de analisar as implicações e a percepção da comunidade local sobre os riscos ambientais em virtude da exploração de carvão mineral a céu aberto, no distrito de Moatize, entre 2005 a 2019, vislumbram-se certas conclusões. As reflexões que se seguem resultam da consulta bibliográfica, da análise laboratorial dos paramentos de água de alguns poços para consumo da população em zona de estudo, bem como da problematização sobre os solos, o ar e, ainda, resulta da utilização de SIG para o mapeamento da situação, de modo a lograr o propósito do estudo.

1ª: Área de exploração mineral em Moatize entre os anos 2005 e 2019.

Actualmente, Moçambique é considerado um dos países mais ricos em recursos naturais e energéticos, sendo que a província de Tete possui o maior volume deste mineral. Atinente à descoberta, Moçambique tornou-se um país de referência a nível mundial, razão pela qual, muitas empresas multinacionais concorrem para conseguir uma licença de exploração. Principalmente, o distrito de Moatize é caracterizado por importantes jazigos de carvão mineral (do tipo hulha e de coque) e por inúmeros jazigos de ferro, titânio e vanádio ainda por explorar. O jazigo de Moatize foi objecto de exploração mineira desde o princípio do século passado (XX), começando a exploração do carvão em pequena escala e a céu aberto. Os trabalhos subterrâneos principiaram em 1946, com uma produção anual de 10 Mtpa pela Carbomoc E. E. Depois foi interrompida em 1983 devido ao conflito armado e só retomou a exploração e o escoamento em 2011 pelas empresas Vale Moçambique, Minas Moatize Lda. e ICVL (Extinta Rio Tinto).

- **A área total concessionada**

A área total concessionada pela mineração foi de 28.450 ha da qual 23.780 ha pertencem à Vale Moçambique com um contrato de 35 anos (2005-2040), 4.560 ha pertencem à ICVL (2009-2033) com a duração de 25 anos e, por fim, a Minas Moatize Lda. (Beacon Hill) com 110 ha (2010- 2037), e também com contrato de 25 anos, sendo que ambos os contratos são renováveis. As capacidades iniciais da exploração de carvão mineral da Vale Moçambique, Minas Moatize Lda. e ICVL foram de 11; 2,35 e 2 Mtpa, respectivamente. De salientar que em 2011 até 2019 as áreas afectadas pela mineração foram 1.124,40 e 3.760,48 ha, respectivamente.

- **Áreas afetadas**

Com o início da actividade de exploração de carvão mineral no distrito de Moatize, em 2011, a área afectada pelas mineradoras foi de 1.124,40 ha das quais 838,70 ha são da Vale Moçambique, 12,80 ha da Minas Moatize Lda. e 272,90 ha da ICVL. Até 2015 a área afectada foi de 2.731,50 ha das quais a Vale Moçambique ocupava uma área de 1.743,80 ha, a ICVL afectando 960,20 ha e, por fim, Minas Moatize Lda. com uma área de 27,50 ha. Até ao ano de 2019, a área total afectada foi de 3.760,48 ha. Portanto, nota-se uma evolução mineira muito galopante a acontecer entre as minas e junto da povoação na vila de Moatize. Esta evolução mineira torna-se um indicador do impacto ambiental muito preocupante.

- **Projeção das áreas afectadas**

Fazendo uma correção entre as áreas afectadas de 2011 até 2019, volvidos 8 anos de exploração de carvão mineral no distrito, pode-se prever a projecção mineira, tendo como base o ano de 2011. Se a área afectada até 2011 foi de 1.124,40 ha e até 2019 foi de 3.760,48 ha, então a diferença é 2.636,08 ha. Este é resultado da actividade mineira durante 8 anos. Portanto, considerando a diferença como a percentagem de 100% e havendo uma ponderação de 24% devido a outros factores, tais como o preço do carvão no mercado internacional, as pandemias, a redução de mão-de-obra e o preço dos equipamentos entre outros, obtém-se finalmente 2.003 ha ($2.636,08 \text{ ha} * 100\% - 24\% = 2.003 \text{ ha}$) como coeficiente de projecção. Adicionada a área de 2019 ao coeficiente de projecção de 8 em 8 anos, ou seja, 2027, 2035, 2043 e 2051, a área total afectada até 2051 será 11.772,48 ha. A área equipara-se a 117 campos de futebol de 120x90m, standard internacional. Todo o esforço da evolução mineira ocorre num raio não superior a 5 km entre as minas e a população, acabando de certa forma por criar um impacto ambiental muito significativo na zona de estudo.

2ª: Tipos de resíduos sólidos produzidos e poluição de água, solo e ar.

Entre as tantas formas de poluição, aquela que é resultante da actividade mineral afecta em grande medida a água, o solo e o ar, como se verificou ao aferir o seu grau de contaminação. Os resultados são apresentados tendo em conta os três elementos mencionados:

- Na **água** dos poços, a que alguma parte da população da vila de Moatize recorre para consumo doméstico, alguns dos parâmetros estão contaminados, como é o caso das características organolépticas: a cor, o depósito e a turvação (NTU) que estão acima

do padrão recomendado. Somam-se ainda as análises químicas dos elementos Cloreto (mg/L de Cl), Dureza Total (mg/L), Cálcio (mg/L) e Magnésio (mg/L) que estão acima do padrão e, por fim, as análises microbiológicas atinentes à Coliformes fecais (NMP/100 ml), que são elevadas junto às Minas Moatize Lda. e Porto Seco da mineradora Jindal. A qualidade da água dos poços dos rios Revubué e Moatize encontra-se em um estado ambiental preocupante. Nos quatro pontos onde foram colhidas as amostras de água, nos bairros de Liberdade, Chithatha (Nhacolo), Capanga e 1º de Maio, a maior parte dos indicadores estão em desacordo com o padrão indicado pela OMS e também com o Diploma Ministerial n.º 180/2004 de 15 de setembro, série I. Com isto, resulta um impacto ambiental visível na acidificação dos solos e na redução do pH, por consequência da solubilização de metais pesados. Portanto, a água é imprópria para o consumo humano.

- As amostras dos **solos** analisadas apresentaram a densidade aparente ou densidade do solo (Dap Ds), sendo que em seis pontos de colheita as amostras estão acima do recomendado. Apesar de o pH e a Condutividade Eléctrica (CE) CE μ m/cm ou a salinidade do solo estarem dentro do padrão, a textura é arenosa, fraca, o que significa que estes solos servem, principalmente, para culturas que resistem muito ao calor, como são exemplos a mapira, a mexoeira, o amendoim, entre outras que aí se cultivam. Isto é, a actividade mineira tem impacto nestes solos. Potássio trocável (Kmol/kg), Fósforo P (ppm) e Saturação por bases trováveis V (%) encontram-se acima do padrão recomendado e, por fim, a Matéria Orgânica MO (%) se situou em torno de 1,49% como o mínimo e 3,33% como o máximo encontrado. Esses valores com base nos classificadores se situam entre baixo a médio teor da matéria orgânica, estão inseridos.
- Sobre o **ar**, as áreas de maior concentração de material particulado fino (PM_{2,5}) revelam que no Posto Administrativo de Moatize (Vila de Moatize) existe maior área em relação aos outros postos, Cambulatsitsi e Zóbuè, respetivamente. Portanto, este aumento das áreas afectadas é devido à actividade da exploração do carvão mineral que está sendo levada a cabo, embora ainda insignificante. Observou-se também os efeitos da poluição do ar sobre: (i) a vegetação – folhas e alguns frutos das árvores estão a mudar a cor verde para a cor preta, ganhando a cor de carvão; (ii) os materiais – que registam a deposição de partículas, principalmente de poeira nas residências e

nas edificações públicas e privadas; (iii) os rejeitos da mineração de carvão mineral – sujeitos a auto-combustão devido a estarem expostos ao oxigénio e à humidade, gerando gases tóxicos, principalmente hidrocarbonetos, monóxido de carbono e o gás sulfídrico, o que liberta um odor. Entretanto, os metais presentes na atmosfera também são absorvidos pela água da chuva, retornando ao solo e sendo transportados para os rios Moatize, Revubué, Zambeze até ao Oceano Índico, contaminando assim todo o curso de águas. Portanto, pode-se afirmar que actividade mineira, traz consigo aspectos nefastos, negativos, ao meio ambiente, que surgem através da inobservância das leis, normas e questões éticas no processo de exploração do recurso.

3ª: Os principais riscos para a saúde humana provocados pela exploração de carvão mineral

A população tem conhecimento sobre o risco iminente e vê como possível contaminação da água, do solo e do ar, referindo também o ruído das explosões que são accionadas nas minas. As prováveis doenças que se conhecem, advindas da inalação e exposição de pó e de partículas sólidas do carvão mineral, são doenças diarreicas, pele seca, bem como irritação da pele, dos olhos e problemas respiratórios.

4ª: As relações entre as empresas mineradoras e a população circunvizinha

- **Reassentamento da população**

No início da implantação da empresa Vale Moçambique, a população que vivia no Bairro 11 (Chipanga) foi auscultada sobre a implantação da mina para a exploração do carvão mineral na sua zona, mas a população dos bairros de Liberdade e Nhacolo não foi auscultada ou avisada sobre os projectos e os riscos que a actividade mineira iria trazer. Apenas assistiu à actividade de mineração a ocorrer e não foi reassentada até ao momento.

A empresa Vale Moçambique transferiu 1.313 famílias do antigo bairro 11 (Chipanga) que actualmente se localiza na mina da Vale. Das transferidas, 717 famílias, consideradas rurais, foram reassentadas na localidade de Cateme, localizada a 40 km da Vila de Moatize. Outras 288 famílias, consideradas semi-urbanas, foram para o Bairro 25 de Setembro, hoje denominado bairro Chipanga e, somam-se ainda, 308 famílias que se recusaram a ser reassentadas, preferindo receber valores monetários (indenização assistida).

No princípio, a Vale Moçambique construiu três casas modelo, tipo 1, 2, e 3, para a apreciação da população e, de seguida, começou a construir as restantes para habitação. No acto de entrega, as mesmas já apresentavam fissuras, isto porque não tiveram fundação, vigas, nem pilares feitos com ferros para a sua consistência, portanto a construção não obedeceu ao rigor do padrão técnico de construção civil recomendado.

Cateme é uma zona onde as 717 famílias foram reassentadas. Trata-se de uma zona pedregosa, sem nenhum rio por perto, nem água canalizada, sendo que a única fonte de água foram alguns furos que a Vale construiu. Portanto, a zona de Cateme não possui condições para agricultura e a pastorícia. Pode afirmar-se que ao mudarem de espaço, as comunidades esperavam encontrar melhores condições ou manterem as antigas, que teriam sido conquistadas durante vários anos nos seus respectivos territórios. Contudo, isso não aconteceu devido às enormes dificuldades que se encontraram nos novos locais de reassentamento. A saída de um sítio para o outro resultou em uma alteração das rotinas e actividades económicas e sociais, provocando dependência de factores externos de maneira a criar novas formas de sustento e a reestruturação de uma nova vida.

Para além das casas de reassentamento, a Vale Moçambique construiu, nos centros de reassentamento, algumas infra-estruturas públicas, tais como uma escola secundária e primária, um centro de saúde, reabilitando ainda um posto policial, abrindo até furos de água. Tudo isto em Cateme e, também, no reassentamento do bairro 25 de Setembro na vila de Matize (actual bairro Chipanga), onde se construiu um campo desportivo, se reabilitou e ampliou uma escola secundária, um instituto médio e um hospital distrital. Do mesmo modo, a ICVL reabilitou uma escola primária no bairro de Capanga, sendo que o processo de reassentamento está em curso. Tem havido nos centros de reassentamentos algumas actividades económicas, tais como o fomento à criação de frangos, de palestras sobre como cultivar algumas culturas de rendimento e subsistências, como é o caso das hortícolas, entre outros.

- **Conflitos emergentes**

Os conflitos começaram logo no início do processo de mineração e perduram até aos dias de hoje. Estão, portanto, longe de serem sanados devido aos direitos e promessas que foram sendo esquecidos ou não satisfeitos. Assim, pode ver-se que a ganância do poder económico tomou conta de Moatize, onde as riquezas do subsolo se tornaram mais importantes do que

as riquezas do espaço habitado, sofrendo metamorfoses movidas pelas empresas mineiras que modificaram significativamente a paisagem e o *modus vivendi* da população do distrito. É verdade que a actividade mineira se encontra numa fase inicial, há que repensar a forma como o espaço está sendo planeado no distrito, pois as licenças de exploração mineral estão sendo atribuídas por todo o território do distrito.

5.^a: A percepção das populações relativamente aos riscos que a saúde humana enfrenta face à convivência próxima com a actividade mineral a céu aberto.

No princípio dos projectos das actividades mineiras, apenas a população do bairro Chipanga foi informada da actividade que viria a ser desenvolvida naquele bairro e a restante população dos outros bairros não teve qualquer informação. Em algumas reuniões que decorriam com a população do bairro Chipanga, a população nunca foi avisada sobre o risco que poderia advir da actividade do carvão mineral, até porque as promessas cingiam-se apenas ao emprego e à melhoria de vida, nada de poluição ambiental e de formas de mitigação ou prevenção, caso algo viesse a acontecer. Depois do arranque das actividades mineiras, a população começou a assistir a cenários de mudança de diversas cores, nomeadamente, para a cor preta nas paredes das suas habitações, nas folhas das árvores, entre outros lugares. Dizem ainda que a exploração de carvão mineral através de minas a céu aberto é mais poluente do que a de túneis porque o carvão fica exposto em todo o processo de mineração. Neste sentido, o risco de atentado à saúde torna-se maior.

6.^a: Mitigação/Sustentabilidade na exploração de carvão mineral de forma a perseverar a biodiversidade

- **Repensar o futuro de Moatize**

Como se sabe, o carvão é um recurso natural esgotável e não renovável. A sua formação depende de vários factores ao longo de tantos anos e, na sua exploração, caso não sejam seguidas rigorosamente a ética e as leis de mina e do ambiental, existe um impacto muito severo no meio ambiente, razão pela qual se colocam algumas questões, tendo em vista a sustentabilidade ambiental, económica e social dos mesmos:

- i. O que será da população local que foi retirada de seus locais de residência para dar lugar à mineração, quando o tempo de exploração do carvão terminar? O Governo e as mineradoras têm a responsabilidade de criar um mecanismo de clarificar e entregar

- uma indemnização justa à população em consonância com a Lei de Minas (nº20/2014 de 18 de Agosto).
- ii. De acordo com a projecção efectuada até 2051 o que será de Moatize se mais da metade do seu território estiver completamente explorado e com cavas de carvão mineral, visto que não é um recurso renovável? Há que repensar numa zona para uma nova vila e começar a criar condições, a partir de agora, para transferir todas as infra-estruturas públicas e privadas e também reassentar a população com condições mais adequadas do que as anteriores – visto que se trata dum negócio bilionário, como diz a Lei de Terras nº19/97 de 1 de outubro.
 - iii. O que será das pessoas diagnosticadas com alguma doença provocada pela inalação do pó de carvão mineral ou por outros problemas associados à mineração? Deveria haver uma equipe composta pelo Governo, mineradoras e representantes da população afectada, de modo a aferir o grau da contaminação nas pessoas suspeitas de doenças advindas da inalação do pó ou do consumo de partículas sólidas de carvão mineral. Os casos identificados e confirmados deveriam ser submetidos a um tratamento e deveriam ser oferecidas todas as condições necessárias. Portanto, é da responsabilidade do Governo a criação de uma equipe de trabalho.
 - iv. (O que será dos seus mananciais e reservas de água subterrânea? Afinal, a zona em estudo localiza-se numa das maiores bacias hidrográficas da África Austral. Tem que haver mais estudos, de dois em dois meses, de modo a constatar o grau de contaminação das águas subterrâneas devido à actividade minera da zona em estudo e, posteriormente, publicá-los. Deve ser estabelecido pela legislação a realização frequente acerca da contaminação.

Será que as empresas e o Governo estão atentos à mitigação dos impactos ambientais? A Lei de Minas (nº20/2014 de 18 de Agosto) e do Ambiente (n.º 20/97 de 1 de outubro) são claras e todas convergem, entre tantos pontos, na ideia de que para haver qualquer actividade mineira há necessidade de respeitar as questões éticas atinentes à mineração. É necessário que a exploração de carvão mineral seja realizada de uma forma sustentável, sem perigar o meio ambiente, perseverando a biodiversidade e garantindo que as gerações vindouras também consigam usufruir dos mesmos recursos. Os principais actores neste cenário de mineração têm o dever de observar e seguir rigorosamente o que as leis prevêm. É mais barato prever ou mitigar do que remediar, esperando-se a situação poderá piorar, afectando

severamente o meio ambiente. Os humanos, os animais e a vegetação poderão correr graves riscos, uma vez que os danos serão irreversíveis.

- **Exploração sustentável de recursos minerais**

Para haver uma boa sustentabilidade no processo de exploração e venda de recursos naturais em Moçambique, há que implementar políticas que tenham os seguintes eixos estratégicos:

- i. Elaborar e executar um plano de formação de recursos humanos;
- ii. Identificar todo o tipo de recursos naturais existentes no país;
- iii. Logo que viável constituir empresas com 98% dos trabalhadores nacionais e 2% mão- de-obra estrangeira, altamente qualificada, apenas para assegurar os trabalhos;
- iv. Criar fábricas de processamento da matéria-prima, de produtos semi e acabados e, oferecer, primeiro, ao mercado nacional e, só depois, ao internacional;
- v. Se não houver capital suficiente para o efeito como foi referenciado na alínea anterior, o país pode recorrer a financiamentos com taxas de juros sustentáveis e sem vender uma parte das suas acções às empresas multinacionais ou financiadoras;
- vi. Antes de explorar qualquer recurso natural, a população deve ser informada relativamente aos benefícios para o país no PIB e IDH sobre o seu bem-estar, nomeadamente, sobre as possíveis consequências negativas para a sua saúde e para a sua forma de mitigação.
- vii. No processo de exploração do recurso mineral, deve haver uma equipe multisectorial na qual também a população tenha sua representatividade e voz em todos processos;
- viii. Caberá à equipe fiscalizar os impactos económicos e ambientais, periodicamente produzir e divulgar relatórios dos acontecimentos no processo da mineração. Neste processo, a população afectada deve beneficiar das melhores condições e, por sua vez, as empresas, no âmbito da sua responsabilidade social, devem promover o desenvolvimento em vários domínios em zonas de exploração;
- ix. Prever o encerramento das minas de acordo com a lei mineira e ambiental e segui-las rigorosamente;
- x. No processo de exploração de recursos naturais há necessidade de evitar ou controlar rigorosamente a poluição ambiental. Produzir com eficiência e eficácia,

minimizando os custos de produção e perseverando a biodiversidade porque, afinal, o futuro começa hoje;

- xi. Depois de encerramento de uma mina, deve-se reflorestar a área ou a zona mineira.

5.2. Sugestões

É chegado o momento de o Governo, a população e as mineradoras tomarem cuidados e medidas rigorosas de gestão sustentável dos recursos naturais de Moatize, antes que seja demasiado tarde. A exploração do carvão mineral no distrito de Moatize não está a ser feita de uma forma sustentável, centrando-se mais numa perspectiva económica do que ambiental, uma situação que persiste apesar das leis de Mina e do Ambiente existirem. Depois da verificação dos factores, que originam o conflito social e o impacto da poluição ambiental devido à actividade da exploração de carvão mineral utilizando minas a céu aberto em Moatize, província de Tete, o estudo sugere algumas propostas.

5.2.1. Sugestões para sustentabilidade dos recursos naturais:

- Identificar a diversidade de todos os recursos naturais existente no país para assim se proteger e se explorar de forma mais sustentável, assegurando, em primeiro, o ambiente e, de seguida, as pessoas e a economia;
- Elaborar e executar um plano de formação de recursos humanos internos;
- Constituir empresas com 98% dos trabalhadores nacionais e 2% de mão-de-obra estrangeira, altamente qualificada, apenas para assessorar os trabalhos;
- Criar fábricas de processamento de matéria-prima, de produtos semi-acabados e acabados, aplicando a acção primeiro no mercado nacional e depois no internacional.
- No processo de exploração de recursos naturais há necessidade de evitar ou de controlar rigorosamente a poluição ambiental, contemplando as gerações vindouras em relação aos mesmos recursos.
- Produzir com eficiência e eficácia, minimizando os custos de produção e preservando a biodiversidade – o futuro, começa hoje.
- Prever o encerramento das minas de acordo com a lei mineira e ambiental, seguindo-as rigorosamente.

5.2.2. Outras Sugestões

- Remoção e reassentamento em zonas seguras da população que vive em zonas de risco;
- Melhorar a fiscalização das actividades mineiras e do processo de reassentamento para evitar poluição ambiental;
- Fornecimento de água potável para toda a população;
- Melhoria nos mecanismos de comunicação e participação das comunidades no processo de mineração;
- As empresas mineradoras devem ressarcir os direitos das populações que não foram materializados para minimizar o conflito;
- Incentivo à formação e consequente aumento da empregabilidade dos jovens nativos em zonas mineiras.

Referências

1. ADECRU – Acção Académica para o Desenvolvimento das Comunidades Rurais. *Oleiros de Moatize voltam a exigir indemnização à mineradora Vale Moçambique*. 2014. Moçambique.
2. AFONSO, Natércio. *Investigação Naturalista em Educação: um guia prático e crítico*. 2005. Porto: Asa.
3. AFONSO, Rui S & MARQUES, João M. Recursos Minerais da República de Moçambique. *Contribuição para o seu conhecimento*. 1998. Lisboa. 2ª Edição.
4. ALGRANTI, Eduardo. *Doenças respiratórias associadas à mineração de carvão*. 1991. São Paulo.
5. ALMEIDA, António. *Abordar o Ambiente na Infância*. 2002. Universidade Aberta de Lisboa.
6. ALVES, A. J. “A revisão da bibliografia em teses e dissertações: meus tipos inesquecíveis – o retorno”. *A bússola do escrever*, 2012. São Paulo, Ed. CORTEZ.
7. AMADO, J. *Manual de investigação qualitativa em educação*. 2014. <https://doi.org/10.14195/978-989-26-0879-2>. 2ª ed.
8. ANEEL: Agência Nacional de Energia Elétrica. *Carvão Mineral: Balanço Energético Nacional*. 2003. Brasil. 119-12p. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/08-carvao.pdf>. Acesso em 24 de fevereiro de 2014.
9. ARAÚJO, Manuel G. M. de. *O sistema das aldeias comunais em Moçambique: transformações na organização do espaço residencial e produtivo*. 1988. Lisboa. 463f. Dissertação (Doutoramento em geografia humana), Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa.
10. ASSUNÇÃO, J. V. *Poluição atmosférica*. In: CASTELLANO, E. G., ed. *Desenvolvimento Sustentado: problemas e estratégias*. 1998. São Paulo, Academia de Ciências do Estado de São Paulo, p. 271-308.
11. AZEVEDO, R. Lima, M. L. *Componentes psicossociais do ruído: as medições cognitivas do ruído em diferentes grupos profissionais*. In: *1º Colóquio psicologia espaço e ambiente*. 2015. Universidade de Évora.
12. ESA “Sentinel-2 User Handbook.” (1):1–64.
13. BANKO, Gebhard. *A Review of Assessing the Accuracy of and of Methods Including Remote Sensing Data in Forest Inventory*. 1998. Luxemburgo, Austria.
14. BARBOSA, Maria S. Antunes. *Ruído e Desempenho Cognitivo dos Professores*. Um estudo exploratório. *Tese de Mestrado em Engenharia Humana*. 2009. Portugal.
15. BAIRD, C. *Química Ambiental*. 2002. Porto Alegre. 2ª Edição. Bookman.
16. BARSANO, Paulo Roberto & BARBOSA, Rildo Pereira. *Gestão Ambiental*. 2014. São Paulo. Editora Érica Lda.
17. BARSANO, Paulo Roberto et al., *Poluição Ambiental e Saúde Pública*. Editora Érica Lda. 2014. São Paulo – Brasil.
18. BATA, Eduardo Jaime e BARREIRA, Celene Cunha M. A. *Impactos sócio espaciais e político-económicos dos grandes projetos de mineração em Moçambique, o caso da*

- exploração do carvão mineral de Moatize*. 2015. XI - Encontro Nacional de ANPAGE. Brasil.
19. BORSATO et al., *Combustíveis fósseis carvão e petróleo*. 2004. São Paulo. Edição Duel.
 20. BOFANA, José do Rosário et al., 2020. “*Comparison of Different Cropland Classification Methods under Diversified Agroecological Conditions in the Zambezi River Basin*.” *Remote Sensing* 12 (13). doi: <https://doi.org/10.3390/rs12132096>.
 21. BRANCO, Samuel M. & MURGEL, Eduardo. *Poluição do ar*. 1995. São Paulo: Ed. Moderna.
 22. BRITO et al., Instituto Superior Politécnico de Tete (ISPT). *Licença social para operar e responsabilidade social empresarial: Desafios para a indústria mineira em moçambique*. 2017. Artigo. 8º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia/V Congresso de Engenharia de Moçambique, 4-8 setembro 2017; Ed: J.F. Silva Gomes et al.; Publ: INEGI/FEUP.
 23. BOTKIN, D. B., Keller, E. A. e ROSENTHAL, D. B. (1995). *Environmental science: Earth as a living planet*. Wiley, New York.
 24. CABRERA, Luiz Carlos. *Afinal, o que é sustentabilidade*. 2009. Revista. São Paulo Você S/A. Disponível em: http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/desenvolvimento/conteudo_474382.shtml Acesso em: 05/06/2021.
 25. CARVALHO. A. M. Galopim. *Cristalografia e Mineralogia*. 2001. 1ª Edição.
 26. CARVALHO, Edilson Alves e ARAÚJO, Paulo César. *Noções Básicas de Sistema de Posicionamento Global (GPS)*. 2009. Brasil.
 27. CASANELLAS, Jaime Porta. *Técnicas y Experimentos em edafología*. 1982. Universidade Politécnica de Catalunya, Escola técnica superior de Enginyers Agronomes. Lleida.
 28. CASTEL-BRANCO, Carlos N. *Os megaprojetos em Moçambique: que contributo para a economia nacional*. Anais. Fórum da Sociedade Civil sobre Indústria Extrativa. 2008. Maputo.
 29. CEFET/RG. *Segurança no Trabalho em Minas de Carvão II*. (2010). Brasil.
 30. CÉSAR, J. *Avaliação das terras de pastoreio extensivo na Província do Namibe-Angola*. 2014. Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa. Recuperado em 04 maio, 2018, de <https://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/7828>.
 31. CHIZENGA, Anselmo P. *Mineração e Conflito Ambiental: disputas em torno da implantação do megaprojeto da Vale na bacia carbonífera de Moatize, Moçambique*. 2016. 175f. Dissertação (Mestrado em Sociologia), Programa de Pós-Graduação em Sociologia, IFCH, UFRGS. Porto Alegre, 2016.
 32. CHOMSKY, Noam. *O lucro ou as pessoas. Tradução Pedro Jorgensen Jr*. 2002. São Paulo: Bertrand Brasil. 94p
 33. CIP - Centro de Integridade Pública. *Alguns Desafios na Indústria Extractiva em Moçambique*. 2008. Maputo.

34. CIP - Centro de Integridade Pública. *Questões à volta da Mineração em Moçambique - Relatório de Monitoria das Actividades Mineiras em Moma, Moatize, Manica e Sussundenga*. 2010. Maputo.
35. CIP - Centro de Integridade Pública. *7º Relatório da Iniciativa de Transparência na Indústria Extractiva 2015-2016*. 2015. Maputo.
36. COELHO, T. P. *Impacto e Mineração da Vale Parauapebas*. In: Bairros J. Gutierrez, A.; Silva, E.B. (Org.) *Caderno de debates 4: BRICS: tensões do desenvolvimento e impactos socioambientais*. 2015. FASE – Solidariedade e Educação Rio de Janeiro. 1ª edição.
37. CORREIA, A. W. Pope, C. A., DOCKERY, D. W., WANG, Y., Ezzati, M., e DOMINICI, F. *Effect of Air Pollution Control on Life Expectancy in the United States*. *Epidemiology*. 2013. 24(1), 23–31. <https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e3182770237>.
38. CONGALTON, R. G. *A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data*. *Remote Sensing of Environment*. 1991. 37(1), 35–46. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(91\)90048-B](https://doi.org/10.1016/0034-4257(91)90048-B)
39. CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução n.3/90*, publicada no Diário Oficial da União (DOU), 22 de agosto de 1990.
40. CUNHA, Fernando Mayordomo. *Gestão Ambiental e Sustentabilidade*. 2011. Edições Profissionais Sociedade Unipessoal, Lda. Lisboa.
41. CUNHA, Isabel Ferin et al., *Comunicação & Sociedade Acesso a Informação, Média e Cidadania*. 2011. Maputo
42. CURI, Denise. *Gestão Ambiental*. Editora Pearson Prentice Hall. 1ª Edição. 2012. São Paulo – Brasil.
43. CRESWELL, J. W. *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approach*. 2007. Thousand Oaks, CA: Sage. (2nd ed.).
44. CRUZ, Carlos Pereira da. *Gestão Ambiental. Sintonizar ambiente e estratégia para o negócio. Vida económica*. 2009. Porto.
45. DAVENPORT, Thomas H. *Information Ecology*. 1997. Oxford University Press.
46. DERISIO, José Carlos. *Introdução ao controle de poluição ambiental*. 2017. 5ª Edição. Brasil. Editora Oficina de Textos.
47. DIAS, Reinaldo. *Gestão Ambiental, Responsabilidade Social e Sustentabilidade*. 2011. Brasil. Editora Atlas S.A. 2ª Edição.
48. DICK, T. *Carvão e Meio Ambiente: UFRS/Centro de Ecologia*. (Coordenador). 2000. Porto Alegre Edição da Universidade.
49. DIQUISSONI, António Eusébio. *Problemas Ambientais do Espaço Urbano da Cidade de Tete, período compreendem entre 2012-2014*. 2015. Tete. 1ª Edição.
50. DONKELAAR, V. Martins, A. R., M. Brauner, Hsu, N. C., e KAHN, R. A. *Global Annual PM_{2,5} Grids from MODIS, MISR SeaWS Aerosol Optical Depth (AOD) with GWR*. *NASAUSA - Socioeconomic Data and Applications Centers*. 2019. <https://doi.org/https://doi.org/10.7927/H4ZK5DQS>.
51. FACCHINI, Luiz Augusto, (Org.). *O impacto do processo produtivo da extração do carvão na saúde humana e ambiental no município de Criciúma-SC*. 1988. Brazil. Prefeitura Municipal de Criciúma. Criciúma-SC: P.44-127.

52. FADIGAS, Leonel. *Fundamentos Ambientais do Ordenamento do Território e da Paisagem*. 2011. Lisboa. Edições Sílabo. 2ª Edição.
53. FERREIRA, G., Sodré, F. F. e ALMEIDA, V. de. *O Impacto do Material Particulado na Qualidade do Ar*. 2018. Revista Virtual de Química, 10(5), 1335–1354. <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20180092>.
54. FIGUEREDO, B. F. *Minérios e Ambiente*. 2000. São Paulo. Editora Unicamp, Campinas.
55. FLICK, Uwe. *Métodos Qualitativos na Investigação Científica*. 2005. Lisboa.
56. FOODY, Giles M. “*Status of Land Cover Classification Accuracy Assessment.*” *Remote Sensing of Environment*. 2002. 80(1): 185–201. doi: 10.1016/S0034-4257(01)00295-4.
57. GANIME, JF. et al., *O ruído como um dos riscos ocupacionais: uma revisão de literatura*. 2010. Brasil. Revista eletrónica quadrimestral de Enfermaria Global. www.um.es/eglobal.
58. U.S. Geological Survey. 2018. “*Landsat Missions: Imaging the Earth Since 1972.*” *Landsat Missions Timeline* 2020(November):2013–16. doi: 10.1177/0033688205055578.
59. GIL, António Carlos. *Como elaborar Projecto de Pesquisa*. 2002. Brasil. 4ª Edição. Editora Atlas.
60. GIL, António Carlos. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. 2016. 6ª Edição. Brasil. Editora Atlas.
61. GODISH, Thad. *Air Quality*. Boca Raton: CRC Press LLC, LEWIS PUBLISHERS. 2004. Florida.
62. GODOY, Arilda Schmidt. *Pesquisa Qualitativa, Tipos Fundamentais*. 1995. São Paulo. Revista de Administração de Empresas.
63. GOMES, Romeu. *A análise de dados em pesquisa qualitativa*. 2004. In: MINAYO,
64. GONÇALVES, T. M. e MENDONÇA, F. A. *Impacto, Riscos e Vulnerabilidade socioambiental da produção do carvão em criciúma/SC*. 2007. Brasil. Editora UFPR. RAEGA, Curitiba, nº14.
65. GIBOSHI, M. L. *Desenvolvimento de um sistema especialista para determinar a capacidade de uso da terra*. 1999. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, SP, Brasil. Recuperado em 04 maio, 2018, de <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/257426/1/GiboshiMonicaLuriM.pdf>
67. GIBOSHI, M. L., RODRIGUES, L. H. A., e NETO, F. L. CAP-USO: *Um sistema especialista para determinação da capacidade de uso da terra*. 1999. Acta Scientiarum. Technology, 21, 909-914. Recuperado em 04 Maio, 2018, de https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-PT&as_sdt=0%2C5&q=CAP_USO%3A+Um+sistema+especialista+para+determina%20%20C3%A3o+da+capacidade+de+uso+da+terra&btnG
68. HUANG, C., DAVIS, L. e TOWNSHEND, J. 2002. *An assessment of support vector machines for land cover classification*. International Journal of Remote Sensing, 23.4(December 2012), 725–749. <https://doi.org/10.1080/01431160110040323>

69. INE - Instituto Nacional de Estatística. *Recenseamento Geral da População e Habitação*. 2007. Moçambique.
70. INE - Instituto Nacional de Estatística. *Reencantamento Geral da População e Habitação*. 2015. Moçambique.
71. ITIE - Iniciativa de Transparência na Indústria Extractiva. *Indústria Extractiva e Comunidades Locais*. 2015. Maputo. 1ª Edição - SEKELEKANE.
72. ITIE - Iniciativa de Transparência na Indústria Extractiva. *Seminários regionais debatem transparência, capacidade institucional e acesso a informação sobre a Indústria Extractiva*. 2018. Maputo. 3ª Edição – SEKELEKANE.
73. JACQUINET, Marc. *PIB - Produto Interno Bruto: Breve Introdução*. 2019. Universidade Aberta de Lisboa.
74. JONAS, Hans. *Le Principe Responsabilité. Une Éthique pour la civilization technologies*. 1995. Paris: Les Éditions du Cerf.
75. JOSÉ, David Selemane e SAMPAIO, Carlos Hoffmann. *Estado da Arte da Mineração em Moçambique: Caso Carvão de Moatize, Tete*. 2012. Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul- RS.
76. JOSEP, Saña Vilaseca et al., *La gestión de la fertilidad de los suelos, Ministério de agricultura pesca y alimentación*. 1995. Madrid Espanha.
77. KIM, K. H., Kabir, E., e KABIR, S. *A review on the human health impact of airborne particulate matter. Environment International*. 2015. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.10.005>.
78. LANGA, Epifânia. *Ligações minadas: o caso dos fornecedores nacionais da Vale e da Rio Tinto em Moçambique*. 2015. Moçambique.
79. LEFEBVRE, Henri. *A produção do espaço*. 2000. Brasil. 4ª edição.
80. LUDWIG, António Carlos Will. *Fundamentos e Práticas de Metodologia Científica*. 2015. Brasil. Editora Vozes. 3ª Edição.
81. LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli e D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. 1986. São Paulo. EPU.
82. LUNDIN, Iraé Baptista. *Metodologia de Pesquisa em Ciências Sociais*. 2016. Maputo. Escolar Editora.
83. MACHADO, P. D. A.; Fabrício, A., Primavesi A.; Rosso, C. D.; Ferreira, C.; Prates, H.; & Mendes, P. Solos. *Embrapa Milho e Sorgo - Capítulo em livro científico (ALICE)*. 1998. Recuperado em 12 agosto, 2018 em <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/480739/1/solos.pdf>.
84. MACIE, Aniceto Elcídio A. *Mineração de Carvão na Bacia Carbonífera de Moatize, província de Tete-Noroeste de Moçambique: Uma análise socioambiental*. 2015. 138f. Dissertação (Mestrado em Geociências), Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
85. MACUÁCUA, Eduardo. *A Responsabilidade Social das Empresas no Sector Mineiro na Província de Tete no Contexto do Diálogo Social*. 2017. Maputo.
86. MAE-Ministério da Administração Estatal. *Perfil do Distrito de Moatize província de Tete*. 2005. Maputo. 1ª Edição.
87. MANHARAGE, M. J. Filipe. *Carvão de Moatize (Tete): Do Recurso Mineral ao Ambiente*. 2014. Portugal. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

88. MARC, Philippe Sant e JANET, Dr. Jacques. *Ecologia e Saúde – Uma medida para o futuro*. 2004. Lisboa. Edição Frison-Roche.
89. MARCARENHAS, Sidnei Augusto. *Metodologia Científica*. 2012. São Paulo. Editora Pirson Education.
90. MARCONI, Maria de Andrade e LAKATOS, Eva Maria. *Fundamentos de Metodologia Científica*. 2003. São Paulo. 5ª Edição. Atlas Editora S.A.
91. MARIA, Cecília de Souza (Org). *Pesquisa Social*. 2004. 23ª Edição. Rio de Janeiro.
92. MARIA, R. M., e YOST, R. *A survey of soil fertility status of four agroecological zones of Mozambique*. Soil science. 2006. 171(11), 902-914.
93. MATOS, Elmer Agostinho Carlos e MEDEIROS, Rosa Maria Vieira. *Exploração Mineira em Moatize, no Centro de Moçambique: Que Futuro para as Comunidades Locais*. (2012). Maputo.
94. MATSINHE, Luís. *Iniciativa de Transparência da Indústria Extractiva em Moçambique*. 2007. Maputo.
95. MICOA-Ministério para a Coordenação e Acção Ambiental. *Programa Nacional e Gestão Ambiental*. 2006. Maputo.
96. MCAA - Ministério para a Coordenação e Acção Ambiental. *Estudo do Impacto Ambiental*. 2006. Maputo.
97. MIMBIRE, Fátima. *Num contexto de crise das commodities, desafios de um país potencialmente rico em recursos minerais: estabelecendo as bases para evitar a "maldição dos recursos" em Moçambique novo "superciclo" dos preços das matérias-primas*. 2016. Maputo: Centro de Integridade Pública.
98. MOÇAMBIQUE. *Relatório da Avaliação do Impacto do PARPA II*. 2006. 1ª Edição.
99. MOÇAMBIQUE. Decreto nº 18/2004, de 02 de junho. *Aprova o Regulamento sobre Padrões de Qualidade Ambiental e Emissão de Fluente*s. 2006. Moçambique. Imprensa Nacional.
100. MOÇAMBIQUE. *Decreto nº 45/2004, de 29 de setembro. Aprova o Regulamento sobre o Processo de Impacto Ambiental*. Moçambique. 2004. Imprensa Nacional.
101. MOÇAMBIQUE. *Decreto nº 45/2006, de 30 de novembro. Aprova o Regulamento sobre a Prevenção da Poluição do Ambiente, Marinho e Costeiro*. 2006. Moçambique. Imprensa Nacional.
102. MOÇAMBIQUE. *Lei nº 20/1997, de 01 de outubro. Aprova a nova Lei do Meio Ambiente*. 1997. Moçambique, Imprensa Nacional.
103. MOÇAMBIQUE. *Lei nº 20/2014, de 18 de agosto. Aprova a nova Lei de Minas*. 2014. Moçambique. Imprensa Nacional.
104. MOÇAMBIQUE. Ministério da Terra, Ambiente e Desenvolvimento Rural. *Estágio Actual da Ocupação da Terra em Moçambique*. 2017. Maputo. Conferência Comemorativa de 20 anos da Lei de Terras.
105. MONIZ, A. C. Jorge, J. e VALADARES, J. *Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agrônomo de Campinas*. 2009. recuperado em 11 de outubro, 2018, de <http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/porassunto/pdf/Boletim106.pdf>.

106. MORAIS, Carlos. *Descrição, análise e interpretação de informação quantitativa: Escalas de medida, estatística descritiva e inferência estatística*. s/d. Bragança: Escola Superior de Educação – Instituto Politécnico de Bragança.
107. MOSCA, João. *A Economia de Moçambique, Século XX*. 2005. Lisboa. Editora Piaget.
108. MOSCA, J. e SELEMANE, T. *El dorado Tete: os mega projectos de mineração*.
109. MOUNTRAKIS, G. Im, J., Ogole, C. (2011). *Support vector machines in remote sensing: A review*. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 66(3), 247– 259. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2010.11.001>
110. NITZE, I., Schulthess, U., & Asche, H. (2012). *Comparison of Machine Learning Algorithms Random Forest, Artificial Neural Network and Support Vector Machine to Maximum Likelihood for Supervised Crop Type Classification*. Proceedings of Tje 4th GEOBIA, May 7-9 - Rio de Janeiro - Brazil, 35–40.
111. NOBRE, Letícia et al., *Impacto do processo produtivo da extracção do carvão mineral na saúde humana: os acidentes do trabalho*. In: *Impacto do processo produtivo da extracção do carvão na saúde humana: os acidentes do trabalho*. Brasil.)
112. NUNES, Gabriel Zappellini. *Análise de perigos e Riscos Associados a Extracção e Beneficiamento de Carvão Mineral*. 2011. São Paulo. Criciúma.
113. OLIVEIRA, Isabel. *Poupar energia e proteger o ambiente*. 2007. Lisboa. Edição Deco Proteste, Lda.
114. OLIVEIRA, Inês Moresco Danni. *Poluição do ar como causa de morbilidade e mortalidade da população urbana*. 2008. R. RA´E GA, Curitiba, n. 15, p. 113-126. Editora UFPR.
115. OLIVEIRA, Luís Adriano. *Dissertação e Tese em Ciências e Tecnologia*. 2011. Lidel - Edições Técnicas, Lda. Lisboa.
116. ONU - Organizações das Nações Unidas. *Objectivos do Desenvolvimento Sustentável*. 2015. Nova York. 13ª Edição.
117. OZANAN, Vicente Carrara. *Revista Internacional Interdisciplinar INTERthesis*. Vol. 13 nº3 (2016), Brasil.
118. PARTIDARIO, Maria, do Rosário e JESUS, Júlio de. *Fundamentos de Avaliação de Impacte Ambiental*. 2003. Lisboa.
119. PEREGRINELII, C. *A importância de Saúde e Segurança na Mineração*. 2010. Brasil.
120. PHILIPPI JR, Arlindo et al. *Curso de Gestão Ambiental*. 2004. São Paulo. Editora Manole, Lda.
121. PHILLIPPI JR, Arlindo. *Direito Ambiental e Sustentabilidade*. 2016. Editora Manole, Lda. 1ª edição. Brasil.
122. PINHEIRO, Lena V. R. *Informação: Esse obscuro objeto da Ciência da Informação*. 2004. Brasil. Morpheus, ano 2, n.4.
123. POCINHO, Margarida. *Metodologia de Investigação e Comunicação do Conhecimento Científico*. 2012. Lisboa. Lidel-Edições Técnicas, Lda. Editora Tipografia Lousanense, Lda.

124. PONTING, Clive. *Uma história verde do mundo*. 1995. Rio de Janeiro: Ed. Civilização Brasileira.
125. PORTA et al. *Técnicas y Experimentos en Edafología*. 1986. Barcelona. C.O.I.A.C.
126. PREZOTTI, L. C. e GUARÇONI M, A. *Guia de interpretação de análise de solo e foliar*. 2013. (A. N. da Costa, L. M. V. Ferrão, J. A. Ventura, e M. A. de Sousa, Eds.; Vol. 1). Incaper. <http://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/40/1/Guia-interpretacao-analise-solo.pdf>.
127. RAMOS, S. T. Carrilio e NARANJO, E. S. *Métodos da Investigação Científica*. 2014. Angola Edição. Escolar.
128. RAVENS, T. M. e GSCHWEND, P. M. *Surfactant-enhanced soil flushing in low permeability media. American Petroleum Institute Soil and Groundwater Research Bulletin*. (1995). 4631(August): p. H-1.
129. SÁ, Sofia. *Responsabilidade Ambiental - Operadores Públicos e Privados*. 2011. Editora. Porto. Vida Económica, SA.
130. SAAE - *Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Aracruz*. 2009. Brasil. Autarquia Municipal, criada pela Lei Municipal nº 10 de 20 de abril de.
131. SAMPIERI, R. H., COLLADO, C. F., LUCIO, M. P. B., *Metodologia de Pesquisa*, 5ª ed. Porto Alegre: Penso, 2013, cap. 15.
132. SANTOS, M. *Metamorfoses do Espaço Habitado*. 2008. São Paulo. 6ª Edição: Editora da Universidade de São Paulo.
133. School of International and Public affairs, Columbia University. 2013. *Moçambique: Recursos Naturais/Sector Extractivo para a Prosperidade*. Moçambique.
134. SERRA, Carlos Manual. *Da Problemática Ambiental à Mudança Rumo a um Mundo Melhor*. 2012. Maputo. Escolar Editora.
135. SERRA, Carlos Manual. *O Meio Ambiente em Moçambique, Notas para reflexão sobre a situação actual e desafios para o futuro*. 2012. Dondeyne e Durang. Moçambique.
136. SERRA, Carlos Manual. *Estado, Pluralismo Jurídico e Recursos Naturais. Avanços e recuos na construção do Direito Moçambicano*. 2014. Lisboa. Escolar Editora.
137. SILVA, Arthur Cardoso. *Mineração e Unidades de Conservação no Amapá: Possibilidades e Riscos*. 2014. Brasil. Dissertação.
138. SILVA, Augusto Santos e PINTOS, José Madureira. *Metodologia das Ciências Sociais*. 1986. Portugal. 8ª Edição. Edições Afrontamento.
139. SILVA M, S., L. da Chaves, V. C., RIBEIRO, F. N., FERREIRA, G. B., Mendonça, C. E. S., Cunha. T. J. E. *Espécies vegetais para adubação verde e/ou cobertura do solo em culrnyo orgânico de fruteiras na Re - Gião Semiárida do Nordeste Brasileiro*. In: *REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA*, 17. 2008. Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: SBCS, 1CD- ROM.

140. SILVESTRE, Hugo Consciência e ARAUJO, Joaquim Filipe. *Metodologia para a Investigação Social*. 2012. Lisboa. Editora Escolar.
141. SIMMONS, Iang. *Humanidade e Meio Ambiente. Uma Ecologia Cultural*. (Sd). Edição Wesley Longman Limitad.
142. SOUZA, Filho Albino; ALICE, Sérgio H. *Fibrose Maciça Pulmonar Progressiva*. *Jornal de Pneumologia* 17(4): p. 147-153, dezembro de 1990.
143. SOUSA, Maria José e BAPTISTA, Cristina Sales. *Como fazer Investigação, Dissertações, Teses e Relatórios*. 2011. Lisboa. Lidal - Edição técnica, lda.
144. SOUSA, Rafaela. "Carvão mineral"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/carvao-mineral-combustivel.htm>. Acesso em 18 de junho de 2021.
145. STANSFELD, S. A. *Noise, noise sensitivity and psychiatric disorder: epidemiological and psychophysiological studies*. 1992. *Psychol Med Monogr Suppl.* 22:1-44. PMID: 1343357.
146. STORY, M., and R. G. Congalton. "Accuracy Assessment: A User's Perspective." *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. 1986. 52(3):397-99. doi:10.1111/j.1530-9290.2010.00257. x.
147. U. S. Geological Survey. 2018. "Landsat Missions: Imaging the Earth Since 1972." *Landsat Missions Timeline 2020* (November):2013-16. doi: 10.1177/0033688205055578.
148. VARENNES, A. *Produtividade dos solos e ambiente*. 2003. Lisboa. Escolar Editora.
149. VASCONCELOS, L., *Geologia do carvão*. 2005. Maputo. Universidade Eduardo Mondlane. *Departamento de Geologia*. UEM Editora.
150. VILASECA, Josep Saña; RAMOS, Joan C. Moré e RAMÓN, Cohí Alfred. *La gestión de la fertilidad de los suelos, Ministerio de agricultura pesca y alimentación*. 1995. Madrid Espanha.
151. WHO. *Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide*. 2005. www.euro.who.int/Document/E87950.pdf.
152. WHO, *Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide*. 2014. World Health Organization and UNICEF.
153. WHO e UNICEF (2010). *Progression sanitation and drinking-water*. 2010 Update. World Health Organization and UNICEF.
154. WILSON, Ian. *You must remember this. In: Managing Information: As a Public Asset in the Public Interest, Round Table series*. 1999. Ottawa. Institute on Governance.
155. YAÑEZ, J. *Análisis de suelos y su interpretación. Horticultura*. 1989. Vol. 49, pp: 79-89.
156. ZECA, Emílio J. Moçambique: *Exploração de Recursos, Privação Relativa, Conflito e Segurança*. 2013. Maputo. CEEI/ISRI.
157. ZECA, E. J., ABDALA, S. A., MAMBOZA, C. L., MUCANHEIA, Momade. U. e MACANHENGANE, José. P. Moçambique – *Recursos Energéticos e Política Internacional*. 2016. Edição Escolar. Moçambique.

APÊNDICES

Apêndice A: O contributo da actividade mineira

Opções	Entrevistados (Ent.)																				Res.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Melhorar as condições de vida da comunidade	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X						14
Melhorar o acesso dos jovens à educação (Construção de escolas e bolsas de estudo)											X	X										2
Melhorar o acesso das populações à saúde (Construção de centros de saúde e hospitais)					X						X	X					X					4
Melhorar os acessos rodoviários (Construção de estradas e outros acessos)																						0
Melhorar os acessos a água canalizada (Construção de redes)																						0
Melhorar as condições de saneamento básico (Construção de rede de esgoto)																						0
Criação de oportunidades para a comunidade (Comercio)											X	X		X			X	X	X			6

Apêndice B: Idade e local dos entrevistados

Entrevistados	Gênero		Nível de Escolaridade
	M	F	
1	X		Básico
2		X	Básico
3	X		Médio do Ensino Geral
4	X		Básico
5	X		Básico
6	X		Básico
7		X	Básico
8	X		Básico
9	X		Básico
10	X		Médio do Ensino Geral
11		X	Não frequentou
12	X		Médio do Ensino Geral
13	X		Médio do Ensino Geral
14	X		Básico
15	X		Básico
16		X	Elementar
17	X		Elementar
18	X		Elementar
19	X		Básico
20	X		Médio do Ensino Geral
21	X		Técnico Médio de Geologia e Minas
22	X		Técnico Médio de Geologia e Minas
23		X	Superior – Geografia
24	X		Superior- Eng. de Meio Ambiente
25		X	Técnico-Médio de Meio Ambiente
26	X		Superior – Engenheiro de Meio Ambiente
27		X	Superior - Geologia e Minas
28	X		Superior - Geologia e Minas
29	X		Superior – Engenheiro de Meio Ambiente
30		X	Superior - Médica
Total	22	8	

Apêndice C: Guião de entrevista dirigido às Direcções do Estado e das Instituições do Ensino Médio e Superior sobre a exploração de Carvão Mineral no distrito de Moatize, província de Tete – Moçambique

Esta entrevista está integrada no trabalho de tese de doutoramento de Luís Francisco Bofana, estudante do programa de Doutoramento em Sustentabilidade Social e Desenvolvimento da Universidade Aberta em Portugal (UAb), em parceria com a Universidade Católica de Moçambique (UCM).

Pretende-se recolher informações sobre as implicações e a percepção da comunidade local dos riscos ambientais em virtude da exploração de carvão mineral a céu aberto, no distrito de Moatize entre 2005 a 2015.

PARTE I: Dados do entrevistado

1. Género

Masculino Feminino

2. Idade

20-35 36-50 51-67 68-

83

3. Nível de escolaridade

Médio geral Técnico Medio de Geologia e Minas Nível Superior em outras áreas Engenheiro de Minas

4. Qual é o cargo que desempenha?

4. Qual é o local de residência?

PARTE II: Conhecimento relativo a existência de minas de carvão mineral junto as residências e sua forma de exploração

1. Tem conhecimento de existência de alguma mina na sua vila ou cidade onde vive?

2. Conhece a área de exploração mineira?

3. Quantos anos que os mega projectos vão explorar o carvão mineral em Moatize?

4. Como está a ser feita a extração do carvão mineral em Moatize?

5. Quais são as minas de exploração de carvão mineral em Moatize?

6. A extração do carvão mineral também pode ser realizada por cada uma das pessoas como forma de subsistência ou apenas pelas empresas?

7. Conhece alguma importância do carvão mineral?

PARTE III: Tipos de resíduos sólidos produzidos na água, no solo e no ar.

1. Qual é o material trazido pela exploração mineral?

2. Como é tratado o material da exploração mineira?

3. Será que as comunidades tem conhecimento sobre os danos causas pelo impacto ambiental resultante da exploração do carvão mineral causados pelo material extraído pela exploração mineira?

4. Considera que a exploração do carvão mineral tem tido algum impacto sobre o ambiente?
-
-

PARTE IV: Riscos pela saúde humana provocados pela exploração do carvão mineral a céu aberto.

1. Tem conhecimento de problemas de saúde na vila de Moatize relacionados com a exploração de carvão mineral?
-
-

2. Quais são os riscos provocados pela exploração do carvão mineral a céu aberto?
-
-

3. Como estes riscos constituem atentado para o meio ambiente?
-
-

4. Acha que estes riscos têm implicações na saúde humana?
-
-

PARTE V: Relações comunitária entre as empresas mineradoras e a população circunvizinha.

1. Qual é a relação existente entre as comunidades e as empresas mineradoras?
-
-

2. Houve um contacto prévio com as comunidades para informação e auscultação sobre como deveria ser o processo de exploração mineira?
-
-

3. Depois da auscultação e informação ficou ciente que numa fase posterior haveria de acontecer o reassentamento das comunidades locais, abrangidas pelas actividades das minhas, em lugares seguros?

4. Quantos Bairros de reassentamento foram criados?

5. Será que todas as promessas foram bem satisfeitas?

6. Como classifica a integração das empresas mineiras com as comunidades?

PARTE VI: Percepção das populações sobre o risco da saúde humana pelo facto de viverem nas proximidades de exploração de carvão mineral a céu aberto

1. Quando as empresas foram instaladas, as populações foram dadas algumas informações acerca de riscos ambientais ou para a saúde humana devido a exploração de carvão mineral a céu aberto?

Considera que a exploração do carvão mineral tem tido algum impacto sobre o ambiente e que pode perigar a saúde humana das comunidades circunvizinhas?

2. A população tem conhecimento dos riscos de saúde humana devido a exploração de carvão mineral?

3. Quais os programas do governo que visam proteger dos riscos ambientais provocados pela exploração de carvão mineral?

4. Quais são as doenças provocadas pelo carvão mineral?

5. Entre as poluições e as minas, quem foi o primeiro a se instalar naquelas zonas mineiras?

6. Nos últimos cinco anos nota alguma diferença provocada pela actividade mineira? Se for sim, quais?

7. Tem sido promovido algum tipo de informação sobre a actividade mineira e seus impactos nas comunidades circundantes?

8. Como é que a informação chega às populações abrangidas?

PARTE VII: Medidas de mitigação ou sustentabilidade de carvão mineral de forma a perseverar a biodiversidade.

1. Sabe dizer que quando as actividades mineiras terminarem, como serão deixados os lugares de mineração?

2. Explica se a exploração do carvão mineral é feita de forma sustentável a perseverar o meio ambiente e da biodiversidade?

3. Quais são as medidas que estão a ser usadas na exploração do carvão mineral numa forma sustentável?

4. Quando as actividades mineiras terminarem, como serão deixados os lugares de mineração?
-
-

Fim

Obrigado pela sua paciência e disponibilidade.

Tete, 03 de Junho de 20

Apêndice D: Guião de entrevista dirigido aos residentes das zonas de exploração de Carvão Mineral no distrito de Moatize, província de Tete – Moçambique

Esta entrevista está integrada no trabalho de tese de doutoramento de Luís Francisco Bofana, estudante do programa de Doutoramento em Sustentabilidade Social e Desenvolvimento da Universidade Aberta em Portugal (UAb), em parceria com a Universidade Católica de Moçambique (UCM).
Pretende-se recolher informações sobre as implicações e a perceção da comunidade local dos riscos ambientais em virtude da exploração de carvão mineral a céu aberto, no distrito de Moatize entre 2005 a 2019.

PARTE I: Dados do entrevistado

5. Género

Masculino

Feminino

6. Idade

20-35

36-50

51-67

68-83

7. Nível de escolaridade

Não frequentou

Elementar

Básico

Médio

Superior

4. Local de residência (Zonas circunvizinhas das mineradoras)

- Capanga
- Nhacolo (Chithatha)
- Bairro 4 (Bagamoio)
- Chipanga

PARTE II: Conhecimento relativo a existência de minas de carvão mineral junto as residências e sua forma de exploração

8. Tem conhecimento de existência de alguma mina na sua zona de residência?

9. Conhece as zonas de exploração mineira?

10. Como é feita a extração do carvão mineral?

11. Quais são as minas de exploração de carvão mineral em Moatize?

12. A extração do carvão mineral também pode ser realizada por cada uma das pessoas como forma de subsistência ou apenas pelas empresas?

13. Conhece alguma importância do carvão mineral?

PARTE III: Tipos de resíduos sólidos produzidos na água, no solo e no ar.

a) Qual é o material trazido pela exploração mineral?

b) Como é tratado o material da exploração mineira?

c) Será que a comunidade tem conhecimento sobre os danos causados pelo impacto ambiental resultante da exploração do carvão mineral causados pelo material extraído pela exploração mineira?

d) Considera que a exploração do carvão mineral tem tido algum impacto sobre o ambiente?

PARTE IV: Riscos pela saúde humana provocados pela exploração do carvão mineral a céu aberto.

a) Tem conhecimento de problemas de saúde na sua comunidade relacionados com a exploração de carvão mineral?

b) Quais são os riscos provocados pela exploração do carvão mineral a céu aberto?

c) Como estes riscos constituem atentado para o meio ambiente?

d) Acha que estes riscos têm implicações na saúde humana?

PARTE V: Relações comunitária entre as empresas mineradoras e a população circunvizinha.

a) Qual é a relação existente entre as comunidades e as empresas mineradoras?

-
-
-
- b) Houve um contacto prévio com as comunidades para informação e auscultação sobre como deveria ser o processo de exploração mineira?
-
-
-

- c) Depois da auscultação e informação ficou ciente que numa fase posterior haveria de acontecer o reassentamento das comunidades locais, abrangidas pelas actividades das minhas, em lugares seguros?
-
-
-

- d) Como classifica a integração das empresas mineiras com as comunidades?
-
-
-

PARTE VI: Percepção das populações sobre o risco da saúde humana pelo facto de viverem nas proximidades de exploração de carvão mineral a céu aberto

- a) Quando a empresa se instalou, foi dada alguma informação acerca de riscos ambientais ou para a saúde humana devido a exploração de carvão mineral a céu aberto?
-
-
-

- b) Considera que a exploração do carvão mineral tem tido algum impacto sobre o ambiente e que pode perigar a saúde humana das comunidades circunvizinhas?
-
-
-

- c) A população tem conhecimento dos riscos de saúde humana devido a exploração de carvão mineral?
-
-
-

- d) O que a população tem feito para se proteger dos riscos ambientais provocados pela exploração de carvão mineral?
-
-
-

e) Quais são as doenças provocadas pelo carvão mineral?

f) Entre você e a mina, quem foi o primeiro a se instalar nesta zona?

g) Nos últimos cinco anos nota alguma diferença provocada pela actividade mineira? Se for sim, quais?

h) Tem sido promovido algum tipo de informação sobre a actividade mineira e seus impactos nas comunidades circundantes?

PARTE VII: Medidas de mitigação ou sustentabilidade de carvão mineral de forma a perseverar a biodiversidade.

a) Sabe dizer que quando as actividades mineiras terminarem, como serão deixados os lugares de mineração?

b) Explica se a exploração do carvão mineral é feita de forma sustentável a perseverar o meio ambiente e da biodiversidade?

c) Quais são as medidas que devem ser usadas na exploração do carvão mineral duma forma sustentável?


d) Sabe dizer que quando as actividades mineiras terminarem, como serão deixados os lugares de mineração?

Fim

**Obrigado pela sua paciência e disponibilidade.
Tete, 03 de Junho de 2018**

Apêndice E: Resultados de análises laboratoriais de amostras de água

1. Bairro 1.º de Maio, Unidade 3


REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE
MINISTÉRIO DA SAÚDE
DIRECÇÃO PROVINCIAL DE SAÚDE DE SOFALA
LABORATÓRIO DE HIGIENE DE ÁGUAS E ALIMENTOS

BOLETIM DE ANÁLISE

Data de colheita: 06/08/2020

Amostra: Água não tratada
Fonte: Poço
Requisitado por: Luis Francisco Bofana
Data de entrada no Laboratório: 10/08/2020
Data de início da análise: 10/08/2020

Local de colheita: Amostra-4 Bairro 1º de Maio Unidade 3 - Tete
V. Ref.: S. ref. de 10/08/2020
Nº do Registo: 867/2020
Motivo da análise: Controlo de qualidade

1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ORGANOLÉPTICAS:

Parâmetro (Unidades)	Resultado	Limite Máx. Adm.	Método Usado
Côr	Incolor	Incolor	Visão
Cheiro	Inodora	Inodora	Olfacto
Depósito	Presente	Ausente	Visão
pH	7,8	6,5 – 8,5	pH-metro
Turvação (NTU)	5,07	5	Turbidimetro
Condutividade (µS/cm)	3,49	50 – 2000 µhm/cm	Condutimetro

2. ANÁLISE QUÍMICA:

Parâmetro (Unidades)	Resultado	Limite Máx. Adm.	Metodo Usado
Cloretos (mg/L de Cl ⁻)	709,0	250	Titulação com AgNO ₃
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	1720	500	Titulação com EDTA
Cálcio (mg/L Ca ²⁺)	212,42	50	Titulação com EDTA
Magnésio (mg/L Mg ⁺⁺)	367,85	50	Por calculo

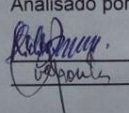
3. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

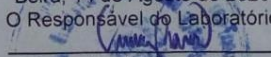
Parâmetro	Resultado	Limite Máx. Adm.	Metodo Usado
Coliformes fecais (NMP/100mL)	<3	10	Tubos multiples


Observações: 1 – Os resultados referem-se somente a amostra recebida no Laboratório e baseados nos Parâmetros analisados.
2 – Tem a pagar oitocentos e oitenta e quatro meticais (884,00 mts)

JUÍZO

A amostra analisada não corresponde aos requisitos de potabilidade de acordo com o Regulamento de Águas para o Consumo Humano.


Analizado por 

Beira, 14 de Agosto de 2020
O Responsável do Laboratório

Arnaldo A. Cumbana
(MSc. Quím/Especialista de Saúde)



LHAA | Av. Eduardo Mondlane 359 - Beira

2. Bairro Capanga



REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE
MINISTÉRIO DA SAÚDE
DIRECÇÃO PROVINCIAL DE SAÚDE DE SOFALA
LABORATÓRIO DE HIGIENE DE ÁGUAS E ALIMENTOS

BOLETIM DE ANÁLISE

Amostra: Água não tratada
Fonte: Poço
Requisitado por: Luis Francisco Bofana
Data de entrada no Laboratório: 10/08/2020
Data de início da análise: 10/08/2020

Data de colheita: 06/08/2020
Local de colheita: Amostra-1 Bairro Capanga - Tete
V. Ref.: S. ref. de 10/08/2020
Nº do Registo: 864/2020
Motivo da análise: Controlo de qualidade

1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ORGANOLÉPTICAS:

Parâmetro (Unidades)	Resultado	Limite Máx. Adm.	Método Usado
Côr	Incolor	Incolor	Visão
Cheiro	Inodora	Inodora	Olfacto
Depósito	Presente	Ausente	Visão
pH	7,3	6,5 – 8,5	pH-metro
Turvação (NTU)	2,80	5	Turbidímetro
Condutividade (µS/cm)	179,8	50 – 2000 µhm/cm	Condutímetro

2. ANÁLISE QUÍMICA:

Parâmetro (Unidades)	Resultado	Limite Máx. Adm.	Método Usado
Cloretos (mg/L de Cl ⁻)	17,72	250	Titulação com AgNO ₃
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	60	500	Titulação com EDTA
Cálcio (mg/L Ca ²⁺)	14,43	50	Titulação com EDTA
Magnésio (mg/L Mg ⁺⁺)	11,12	50	Por calculo

3. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

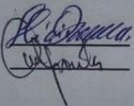
Parâmetro	Resultado	Limite Máx. Adm.	Método Usado
Coliformes fecais (NMP/100mL)	<3	10	Tubos multiples

Observações: 1 – Os resultados referem-se somente a amostra recebida no Laboratório e baseados nos Parâmetros analisados.
2 – Tem a pagar oitocentos e oitenta e quatro meticais (884,00 mts)

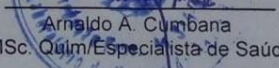
JUÍZO

A amostra analisada não corresponde aos requisitos de potabilidade de acordo com o Regulamento de Águas para o Consumo Humano


Analisado por



Beira, 14 de Agosto de 2020
O Responsável do Laboratório




Arnaldo A. Cumbana
(MSc. Quím/Especialista de Saúde)



LHAA | Av. Eduardo Mondlane 359 - Beira

3. Bairro da Liberdade


REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE
MINISTÉRIO DA SAÚDE
DIRECÇÃO PROVINCIAL DE SAÚDE DE SOFALA
LABORATÓRIO DE HIGIENE DE ÁGUAS E ALIMENTOS

BOLETIM DE ANÁLISE

Amostra: Água não tratada
Fonte: Poço
Requisitado por: Luis Francisco Bofana
Data de entrada no Laboratório: 10/08/2020
Data de início da análise: 10/08/2020

Data de colheita: 06/08/2020
Local de colheita: Amostra-3 Bairro da Liberdade
V. Ref.: S. ref. de 10/08/2020
Nº do Registo: 866/2020
Motivo da análise: Controlo de qualidade

1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ORGANOLÉPTICAS:

Parâmetro (Unidades)	Resultado	Limite Máx. Adm.	Método Usado
Côr	Ligeiramente corada	Incolor	Visão
Cheiro	Inodora	Inodora	Olfacto
Depósito	Presente	Ausente	Visão
pH	7,3	6,5 – 8,5	pH-metro
Turvação (NTU)	25,06	5	Turbidímetro
Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	2,50	50 – 2000 $\mu\text{hm}/\text{cm}$	Condutímetro

2. ANÁLISE QUÍMICA:

Parâmetro (Unidades)	Resultado	Limite Máx. Adm.	Metodo Usado
Cloreto (mg/L de Cl ⁻)	354,5	250	Titulação com AgNO ₃
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	430	500	Titulação com EDTA
Cálcio (mg/L Ca ²⁺)	64,93	50	Titulação com EDTA
Magnésio (mg/L Mg ⁺⁺)	89,08	50	Por calculo

3. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Parâmetro	Resultado	Limite Máx. Adm.	Metodo Usado
Coliformes fecais (NMP/100mL)	15	10	Tubos multiples

Observações: 1 – Os resultados referem-se somente a amostra recebida no Laboratório e baseados nos Parâmetros analisados.
2 – Tem a pagar oitocentos e oitenta e quatro meticais (884,00 mts)

JUÍZO


A amostra analisada não corresponde aos requisitos de potabilidade de acordo com o Regulamento de Águas para o Consumo Humano.

Analizado por

Beira, 14 de Agosto de 2020
O Responsável do Laboratório
Arnaldo A. Cumbana
(MSc. Quim/Especialista de Saúde)

LHAA | Av. Eduardo Mondlane 359 - Beira

4. Bairro Chithatha


 REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE
 MINISTÉRIO DA SAÚDE
DIRECÇÃO PROVINCIAL DE SAÚDE DE SOFALA
 LABORATÓRIO DE HIGIENE DE ÁGUAS E ALIMENTOS

BOLETIM DE ANÁLISE

Amostra: Água não tratada
Fonte: Rio
Requisitado por: Luis Francisco Bofana
Data de entrada no Laboratório: 10/08/2020
Data de início da análise: 10/08/2020

Data de colheita: 06/08/2020
Local de colheita: Amostra-2 Bairro Chith - Tete
V. Ref.: S. ref. de 10/08/2020
Nº do Registo: 865/2020
Motivo da análise: Controlo de qualidade

1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ORGANOLÉPTICAS:

Parâmetro (Unidades)	Resultado	Limite Máx. Adm.	Método Usado
Côr	Incolor	Incolor	Visão
Cheiro	Inodora	Inodora	Olfacto
Depósito	Presente	Ausente	Visão
pH	7,8	6,5 – 8,5	pH-metro
Turvação (NTU)	4,27	5	Turbidimetro
Condutividade (µS/cm)	166,7	50 – 2000 µhm/cm	Condutímetro

2. ANÁLISE QUÍMICA:

Parâmetro (Unidades)	Resultado	Limite Máx. Adm.	Metodo Usado
Cloretos (mg/L de Cl ⁻)	17,72	250	Titulação com AgNO ₃
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	50	500	Titulação com EDTA
Cálcio (mg/L Ca ²⁺)	13,62	50	Titulação com EDTA
Magnésio (mg/L Mg ⁺⁺)	8,88	50	Por calculo

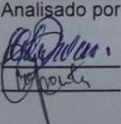
3. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA


Parâmetro	Resultado	Limite Máx. Adm.	Metodo Usado
Coliformes fecais (NMP/100mL)	11	10	Tubos multiplos

Observações: 1 – Os resultados referem-se somente a amostra recebida no Laboratório e baseados nos Parâmetros analisados.
 2 – Tem a pagar oitocentos e oitenta e quatro meticais (884,00 mts)

JUÍZO

A amostra analisada não corresponde aos requisitos de potabilidade de acordo com o Regulamento de Águas para o Consumo Humano.

Analisado por 
 Beira, 14 de Agosto de 2020
 O Responsável do Laboratório
 Arnaldo A. Cumbana
 (MSc. Quim/Especialista de Saúde)


 LHAÁ | Av. Eduardo Mondlane 359 - Beira

Apêndice F: Resultados de análises laboratoriais de amostras de solo



CENTRO ZONAL NORDESTE
POSTO AGRONÓMICO DE NAMPULA (PAN)

Tel/Fax (258)-26-218649/218650
E-mail: Ima-Pan@Teledata.mz

Dados de análise de solo														
n	Localização	Prof.	pH (1:2,5)		CE (1:2,5)	Dr	Ds	Hr	Ha	Granulometria (%)				
1	solo	(m)	H ₂ O	KCl	μS/cm	g/cm ³	g/cm ³	%		AG	AF	Si	Ar	
1.1	Bairro 9		7.82	8.00	378		2.54	1.06	0.91	42	41	10	7	
1.2	Bairro Chipanga		7.43	7.63	92		2.65	0.71	6.38	48	46	3	3	
1.3	Bairro da Liberdade		7.38	7.46	128		3.09	1.22	1.57	47	38	8	6	
1.4	Bairro Capanga		7.47	7.45	212		2.85	1.62	1.94	32	38	22	8	
1.5	Bairro Nhacolo		8.04	8.13	150		2.55	0.65	5.99	54	26	11	8	
1.6	Bairro 4		8.38	7.79	1042		3.00	0.94	1.21	42	35	15	9	
Micronutrientes			Macronutrientes											
2	Fe	K	Ca	Mg	Na	Al ³⁺	H+Al	S.B.	T	V	Na	M.O	P	
	ppm	-----Cmol/kg-----											-----%-----	Ppm
2.1	34	1.38	5.50	1.25	1.71		0.33	9.8	10.2	97	17	1.66	47	
2.2	22	0.64	4.00	1.50	0.00		0.33	6.1	6.5	95	0	1.49	126	
2.3	29	0.92	7.25	1.50	0.00		0.41	9.7	10.1	96	0	3.32	146	
2.4	36	3.86	6.75	0.50	0.43		0.33	11.5	11.9	97	4	3.32	436	
2.5	28	2.58	4.25	0.25	0.43		0.58	7.5	8.1	93	6	2.16	481	
2.6	3	3.96	4.75	0.50	2.98		0.33	12.2	12.5	97	24	1.83	425	

Obs. Metodo Mehlich-1 (P, K e Na):KCl 1mol/L (Ca, Mg) AcpH7 (H+Al); Dr: densidade real; Ds: Densidade do solo; Hr: Humidade residual; CC: Capacidade de campo; AG: areia grossa; AF: areia fina; Si: silte ou limo; Ar: Argila. M.O: matéria orgânica; P: fosforo assimilável.

Laboratório Regional de Análise de Solos e Plantas - Nampula

Responsável

Dr. Momade M. Ibraimo
(PhD, Solos e Nutrição de Plantas)
Cell: +258820681070

mmomade1964@gmail.com

Comentarios

**Apêndice G: Tabela de avaliação de acurácia de classificação das áreas de mineração
no ano de 2011**

		Dados classificados			
	Classes	Área não explorada	Área explorada	Soma das linhas	Acurácia do usuário
Referência	Área não explorada	48	3	51	94.1
	Área explorada	2	47	49	95.9
	Soma de colunas	50	50	100	
	Acurácia do modelo	96.0	94.0		
Acurácia global				95%	
Kappa:				0.90	

**Apêndice D: Tabela de avaliação de acurácia de classificação das áreas de mineração
no ano de 2015**

		Dados classificados			
	Classes	Área não explorada	Área explorada	Soma das linhas	Acurácia do usuário
Referência	Área não explorada	49	1	50	98.0
	Área explorada	1	49	50	98.0
	Soma de colunas	50	50	100	
	Acurácia do modelo	98.0	98.0		
Acurácia global				98%	
Kappa:				0.96	

**Apêndice E: Tabela de avaliação de acurácia de classificação das áreas de mineração
no ano de 2019**

		Dados classificados			
	Classes	Área não explorada	Área explorada	Soma das linhas	Acurácia do usuário
Referência	Área não explorada	47	3	50	94.0
	Área explorada	3	47	50	94.0
	Soma de colunas	50	50	100	
	Acurácia do modelo	94.0	94.0		
Acurácia global				94%	
Kappa:				0.88	