

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELA
ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE CARVÃO EM CANDIOTA (BRASIL) E MOATIZE
(MOÇAMBIQUE)**

Vitor Sette Berto

Orientadora: Profa. Dra. Denise de La Corte Bacci

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2017/50)

SÃO PAULO

2017

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELA
ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE CARVÃO EM CANDIOTA (BRASIL) E MOATIZE
(MOÇAMBIQUE)**

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2017/50)

Vitor Sette Berto

Prof. Dra. Denise de La Corte Bacci

AGRADECIMENTOS

O principal agradecimento para a conclusão deste trabalho de formatura e para minha formação profissional, com certeza é para minha família, em especial meus pais. Ambos sempre se sacrificaram para que eu pudesse atingir meus sonhos. Incluo um agradecimento especial ao meu primo e melhor amigo André, que sempre esteve comigo quando precisei, seja em momentos de celebração ou para dar um ombro amigo em momentos difíceis.

Também agradeço a minha orientadora, Denise de La Corte Bacci, que com muita paciência transmitiu seus conhecimentos e foi fundamental para elaboração deste trabalho.

A jornada da graduação é longa, estressante e intensa, mas se você está acompanhado das pessoas certas se torna bastante divertida e prazerosa. Eu não poderia escolher uma turma melhor do que a Turma 55, onde conheci amigos que levarei para a vida inteira, em especial os “atrasados”, que acabaram me acompanhando por mais tempo. Apesar de muitas pessoas terem sido marcantes durante esses anos, ressalto algumas em especial: Lys, Giselle, Arregão, Micosi, Rô, Cruz, Gui, Biska, Akira, etc.

Durante a faculdade, tive a oportunidade única de estudar em uma ótima universidade no exterior, a University College Cork, Irlanda. Tive momentos mágicos durante esse ano e algumas pessoas devem ser lembradas aqui, principalmente os meus amigos brasileiros do CSF. Marcelli, Thaís, Matheus, Sabrina, Mari, Ana e Amanda, vocês fizeram o meu ano muito melhor. Também sou grato por ter participado do time de voleibol da UCC, onde tive momentos especiais com pessoas do mundo inteiro. E claro, não poderia deixar de lembrar a orientadora do meu *Summer Project*, Maria McNamara, que me ensinou muito durante os curtos três meses que pude trabalhar com ela.

O time de vôlei da Geologia USP também não poderia ser esquecido aqui, afinal, eram nos treinos e jogos que eu tinha os momentos mais relaxantes e divertidos das minhas semanas. Tenho muito orgulho de ter feito parte desse time.

E por último, mas não menos importante, agradeço a BTX Geologia e Meio Ambiente pela oportunidade de estágio e aos meus colegas de trabalho, que sempre me ajudam quando preciso. Em especial, agradeço ao Silas, a Gisele e a Lys (de novo) por confiarem em mim e pelos ensinamentos que são fundamentais para minha formação como geólogo.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo comparar diversos aspectos de dois empreendimentos de mineração de carvão, com destaque para os impactos ambientais. Uma das áreas de estudo está localizada na Bacia Carbonífera de Moatize, na província de Tete, Moçambique, correspondendo à região de concessão mineira da Vale Moçambique. A outra área encontra-se no município de Candiota, no Rio Grande do Sul, onde a Companhia Riograndense de Mineração extrai carvão da maior reserva do minério no Brasil. Além dos impactos ambientais, foram analisados aspectos geológicos, históricos, legislativos, os métodos de exploração de cada mina e a qualidade do carvão. Observa-se que ambos os empreendimentos possuem muitas diferenças e diversos fatores atuam para que essas diferenças ocorram. A situação econômica; a geologia local; a qualidade do carvão; a data de início da operação das minas; a legislação local; o mercado consumidor; etc. estão entre os principais fatores de tais diferenças. Dentre os principais impactos ambientais que ocorrem devido à mineração de carvão nos locais de estudo, destaca-se a contaminação da água e solo pelo processo de drenagem ácida e o reassentamento da população local para a instalação do empreendimento mineiro. Em Candiota, o principal impacto descrito é a acidificação da água e solo da região, que ocorre principalmente pela disposição indevida do rejeito ricos em pirita e pela falta de um plano de recuperação ambiental no início de sua operação, na década de 1960. Já em Moatize, o deslocamento compulsório da população local é o principal impacto ambiental. As famílias realocadas não ficaram satisfeitas com o descaso da Vale Moçambique e do governo, gerando conflitos e descontentamento da população com a empresa.

ABSTRACT

This research aimed to compare several aspects of two coal mining enterprises, focusing on the environmental impacts. One of the study areas is located in the Moatize Coal Basin, Tete province, Mozambique, corresponding to the mining concession of Vale Mozambique. The other area is in Candiota city, Rio Grande do Sul state, where Companhia Riograndense de Mineração extracts ore from the largest coal mineral reserve in Brazil. Besides the environmental impacts, other aspects such as geological, historic, legislative, extraction methods of each mine and coal quality were also analyzed. It is noticed that both enterprises have many differences and several factors are responsible for such differences. The economic situation; the local geology; the coal quality; the start date of each mine; the local legislation; the consuming market, etc. are the main causes. Among the main environmental impacts that occur due to the coal mining in the study sites, the water and soil contamination caused by acid mine drainage and the resettlement of the local population should be emphasized. In Candiota, the main described impact is the water and soil acidification that occurs mainly because of the inappropriate disposal of the pyrite rich tailing and the lack of an environmental recovery plan in the beginning of the mine operation, during the 1960s. In Moatize, the compulsory relocation of the local population is the main environmental impact. The relocated families are not satisfied with the neglect from Vale Mozambique and from the government, causing conflicts and discontentment of the population with the company.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa da área de estudo em Moçambique.....	11
Figura 2: Mapa da área de estudo no Brasil.....	12
Figura 3: Litoestratigrafia da Bacia do Paraná no intervalo Neopaleozóico-Mesozóico.....	15
Figura 4: Seção da Camada Candiota na Mina de Candiota.....	15
Figura 5: Mapa geológico do norte de Moçambique.....	17
Figura 6: Escavadeira e caminhões de pequeno porte utilizados pela CRM.....	28
Figura 7: Dragagem elétrica utilizada pela CRM.....	28
Figura 8: Caminhões fora-de-estrada utilizados pela CRM.....	29
Figura 9: Áreas de exploração mineira e prospecção e pesquisa no distrito de Moatize destacando a Vale.....	31
Figura 10: Utilização de tratores de esteira e escavadeiras pela Vale.....	32
Figura 11: Retro-escavadeira hidráulica utilizada pela Vale.....	33
Figura 12: Pátio de estocagem do minério.....	33
Figura 13: Imagem de satélite da região de Candiota, incluindo o município e as atividades de mineração de carvão.....	37
Figura 14: Imagem de satélite da região de Moatize, incluindo o município e as atividades de mineração de carvão.....	37
Figura 15: Novas moradias no reassentamento de Cateme.....	44
Figura 16: Área degradada pela atividade mineral em Moatize.....	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Comparação da Geologia de Candiota e Moatize.....	19
Quadro 2: Comparação entre a principal Lei Mineral do Brasil e Moçambique.....	24
Quadro 3: Comparação entre as principais Leis Ambientais.....	26
Quadro 4: Comparação entre os métodos de extração e mercado consumidor de ambas minas.....	34
Quadro 5: Impactos ambientais gerados pela mineração.....	36
Quadro 6: Resultados dos parâmetros analisados para a água superficial em Moatize.....	41
Quadro 7: Comparação entre a contaminação da água e solo em Candiota e Moatize.....	42
Quadro 8: Comparação entre a percepção da população em relação à mineração de carvão.....	47
Quadro 9: Classificação dos impactos por pontuação.....	48
Quadro 10: Significância dos impactos ambientais da atividade de mineração Candiota.....	49
Quadro 11: Significância dos impactos ambientais da atividade de mineração Candiota.....	50

SUMÁRIO

1. Introdução.....	9
2. Metas e objetivos.....	10
3. Áreas de Estudo	11
5. Levantamento Bibliográfico Comentado.....	13
5.1. Aspectos Geológicos	14
5.1.1. <i>Candiota</i>	14
5.1.2. <i>Moatize</i>	16
5.2. Qualidade do carvão.....	18
5.3. Legislação Mineral e Ambiental	19
5.3.1. <i>Brasil</i>	19
5.3.2. <i>Moçambique</i>	22
5.4. Histórico e Desenvolvimento das Atividades Mineiras	26
5.4.1. <i>Candiota</i>	26
5.4.2. <i>Moatize</i>	30
5.5. Impactos Ambientais gerados pela mineração de carvão nos dois países	34
5.5.1. <i>Impacto visual, deflorestamento e alteração da topografia</i>	36
5.5.2. <i>Qualidade da água e do solo</i>	38
5.5.3. <i>Percepção da população em relação aos empreendimentos</i>	42
5.5.4. <i>Significância dos impactos</i>	47
6. Interpretação e discussão	51
7. Conclusão.....	52
8. Referência Bibliográficas.....	57

1. Introdução

O presente projeto de Trabalho de Formatura se insere na área de Mineração e Meio Ambiente, a qual tem se preocupado com o aumento da exploração mineral e os impactos ambientais, na tentativa de conciliar o desenvolvimento da atividade minerária com a sustentabilidade socioambiental. O recurso mineral abordado no presente estudo é o carvão, pois sua importância e consumo mundiais como fonte energética são ainda grandes e também pelos significativos impactos socioambientais gerados pela mineração. Duas regiões de produção de carvão foram escolhidas para a elaboração de estudo comparativo em termos ambientais, geológicos, econômicos e legais, sendo uma no Brasil e outra na África. Ambas são consideradas as maiores reservas em exploração nos dois países e apresentam semelhanças nos métodos de extração, mas características geológicas e ambientais diferenciadas.

Com o crescimento da população mundial e do desenvolvimento tecnológico, há uma demanda cada vez maior por diversos bens materiais, produtos e serviços. Um dos setores que mais gera preocupação em relação ao crescimento populacional é o energético, pois cada vez mais energia é consumida na sociedade. De acordo com a Agência Internacional de Energia (AIE, 2014), petróleo e carvão são importantes componentes da matriz energética mundial, representando 31% e 29%, respectivamente. Este último é fundamental para a economia mundial, podendo ser empregado na indústria do aço, na siderurgia e na geração de energia. Na matriz energética brasileira, em 2012 o carvão apresentou contribuição de 6,4%, enquanto em nível mundial 34,4% (MME, 2013).

O carvão é uma rocha sedimentar, formada pelo soterramento e compactação de uma massa vegetal em ambiente anaeróbico, em bacias sedimentares pouco profundas (Taioli, 2009). É considerado um combustível fóssil e um recurso energético não renovável. No entanto o carvão é o recurso mais abundante em termos mundiais e possui maior perspectiva de vida útil do que os demais recursos energéticos, sendo assim o recurso mais importante de longo prazo (Borba, 2001).

Há inúmeros empreendimentos de mineração de carvão no mundo. O Brasil possui uma longa história na área de mineração de carvão, vivenciada principalmente nos Estados de Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina, onde estão concentrados os principais depósitos do país. As reservas brasileiras ocupam o 10º lugar no ranking mundial, totalizando 7 bilhões de toneladas, o que corresponde a menos de 1% das reservas totais (Atlas de Energia Elétrica do Brasil, 2008). Do volume brasileiro, o Rio Grande do Sul responde por 89,25%; Santa Catarina, 10,41%; Paraná, 0,32% e São

Paulo, 0,02%. Somente a Jazida de Candiota (RS) possui 38% de todo o carvão nacional, a qual se destaca devido ao porte do empreendimento e aos diversos impactos gerados ao longo de décadas de extração do minério.

Moçambique tem mostrado grande potencial produtor de carvão desde a descoberta de algumas reservas nas últimas décadas. Moatize, na Província de Tete é atualmente considerada como a maior província carbonífera não explorada do mundo, com reservas estimadas em mais de 2,5 bilhões de toneladas, com vida útil de 35 a 40 anos (José e Sampaio, 2012). Entretanto essa atividade de mineração tem provocado conflitos com as populações locais e gerado impactos ambientais regionais.

Com os avanços tecnológicos na área de mineração e a ampliação das áreas mineradas em escala mundial, o desenvolvimento de instrumentos de avaliação de impacto e legislação ambiental tem sido prática constante nos processos de licenciamento ambiental. Considerando a preocupação cada vez maior da sociedade com a sustentabilidade, o presente trabalho tem como questões de pesquisa: quais as semelhanças e as diferenças relacionadas à mineração de carvão nos dois países? Quais os principais impactos ambientais? A experiência brasileira acumulada na área de exploração do carvão, de avaliação de impacto ambiental e da legislação pode contribuir para diminuição com o processo de exploração em Moçambique?

2. Metas e objetivos

O objetivo desse trabalho de formatura é realizar um estudo comparativo entre os aspectos ambientais, geológicos, econômicos, sociais e legais, dando destaque aos impactos ambientais gerados pelas atividades de mineração de carvão na região de Candiota (Rio Grande do Sul, Brasil) e Moatize (Província de Tete, Moçambique, na África), uma vez que são consideradas as maiores reservas de carvão dos respectivos países.

Os dois países possuem diferentes situações econômicas, políticas e sociais, o que reflete diretamente em como os governos vem lidando com os aspectos da legislação ambiental. O estudo comparativo visa entender quais caminhos foram estabelecidos nos dois países em termos do processo de exploração, da concessão mineral e da legislação ambiental, da implantação das atividades e dos impactos gerados, das medidas compensatórias e de recuperação das áreas degradadas em cada país.

3. Áreas de Estudo

A área a ser estudada em Moçambique encontra-se na Bacia Carbonífera de Moatize na província de Tete, no noroeste do país. A região delimitada para estudo se refere àquela da concessão mineira à Vale Moçambique, empresa responsável pela atividade de mineração de carvão no local. Vale ressaltar que além da Vale, outras duas empresas também atuam na região, sendo elas: Rio Tinto Coal Mozambique (outrora Riversdale e atualmente International Coal Venture Ltda) e Sul Africana Minas Moatize Ltda. Dessas empresas a Vale Moçambique detém a maior concessão mineira.

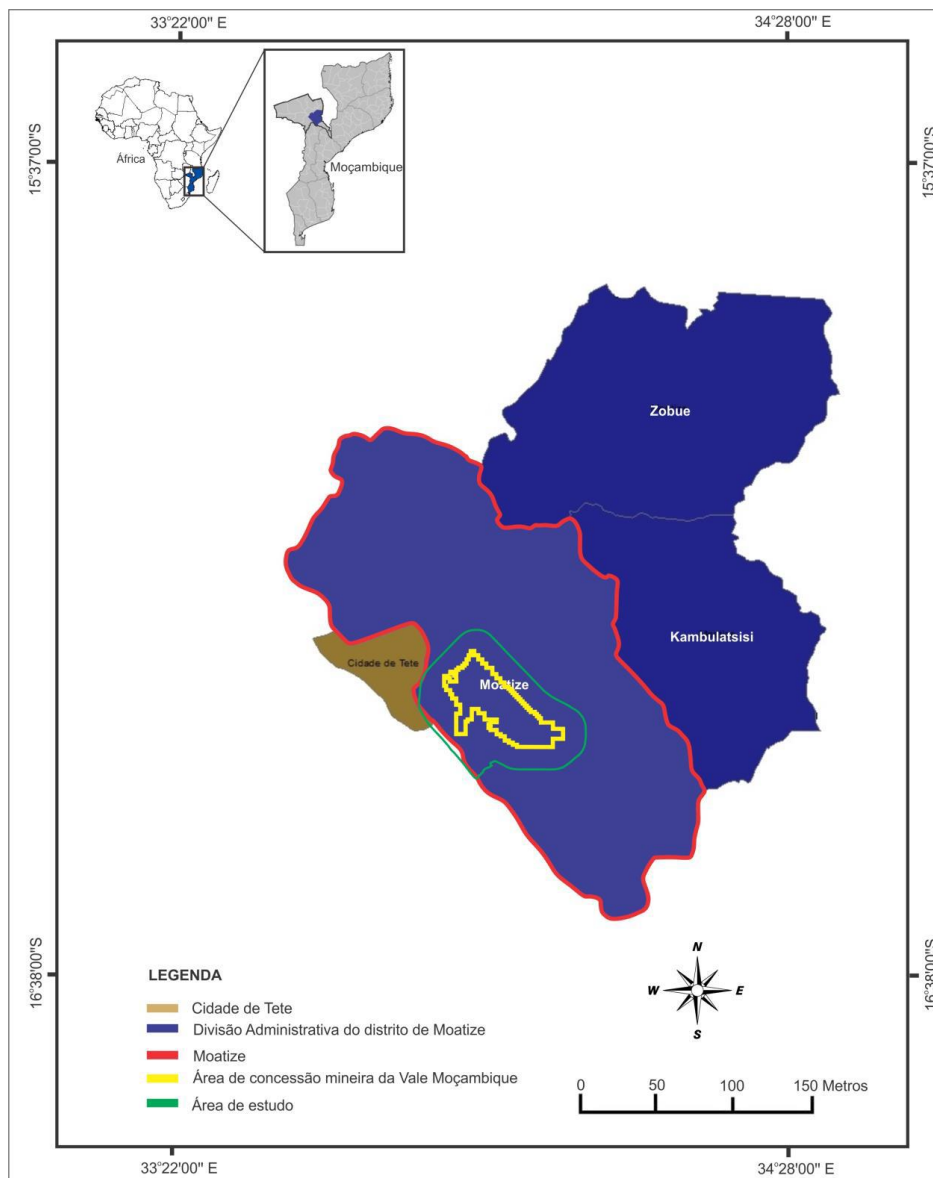


Figura 1: Mapa da área de estudo em Moçambique (Macie, 2015).

O local a ser estudado no Brasil encontra-se no estado do Rio Grande do Sul, na sua porção meridional. O estudo abrange a região do depósito de Candiota e de

suas áreas adjacentes. As reservas de carvão são de 1 bilhão de toneladas passíveis de serem mineradas a céu aberto, em profundidades de até 50 metros. A CRM – Companhia Riograndense de Mineração vem trabalhando nessa região desde 1961, objetivando em especial a produção de carvão termelétrico.

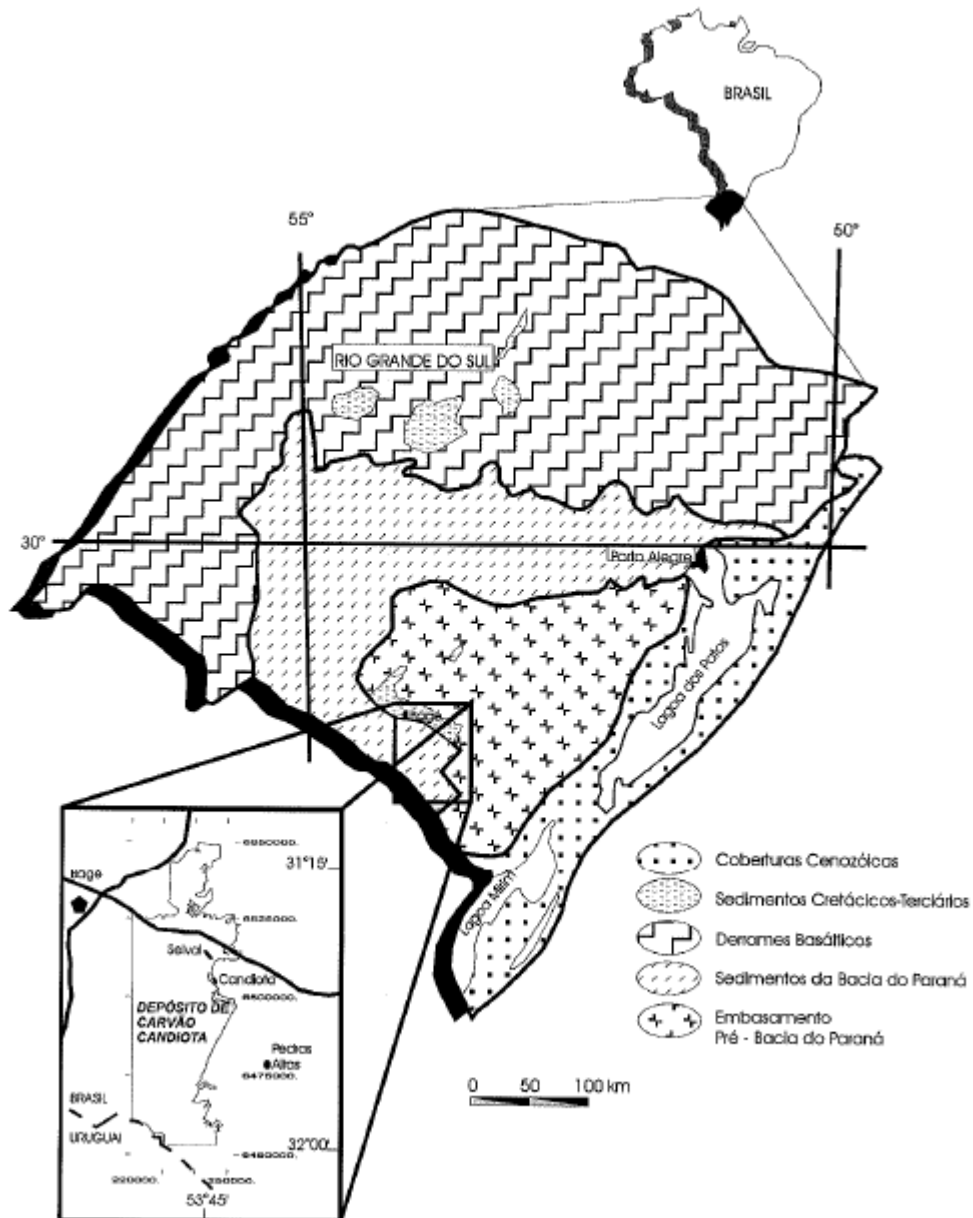


Figura 2: Mapa da área de estudo no Brasil (Matos, 1999).

4. Materiais e Métodos

O estudo foi dividido em duas etapas com o intuito de coletar, organizar e analisar os dados para o estudo comparativo. A primeira etapa consistiu em levantamento bibliográfico, de forma a elaborar um panorama do desenvolvimento das pesquisas e do quadro legal em relação à mineração de carvão nos dois países. A

organização dessa base de dados foi realizada a partir dos seguintes aspectos: a) *socioambientais*, que descrevem os impactos gerados a partir da atividade de mineração; b) *geológicos*, que abrange dados sobre as jazidas, a gênese do minério, o ambiente de formação do carvão; c) *desenvolvimento das atividades mineiras*, que mostram os métodos de extração, instalações, e operação das minas; d) *legais*, com abordagem dos aspectos da legislação mineral e ambiental; e) *políticos*, que apontam as medidas adotadas pelos governos para promover as atividades em termos de produção para atender ao mercado interno e externo, bem como as relações econômicas e de comercialização dos produtos.

Com a primeira etapa concluída e com os dados levantados, a segunda etapa da pesquisa irá contemplar aspectos de análise comparativa, considerando os cinco grupos de informações definidos.

A metodologia de pesquisa levou em consideração a regulamentação pelo poder público. No presente estudo foram considerados os conceitos de impacto ambiental, adotados em cada país.

Os métodos de estudo empregados consideram a relevância do impacto ambiental e sua magnitude; a adequação para que o processo de tomada de decisão, sem o seu comprometido: a comunicação entre as partes interessadas de forma a favorecer o entendimento do público interessado, conforme aponta Sánchez (2008) como metodologia de avaliação de impacto ambiental. A elaboração da matriz de impacto ambiental baseou-se na matriz utilizada pelo Departamento de Meio Ambiente da Fiesp (2007) considerando os seguintes parâmetros: incidência, abrangência, frequência, probabilidade, detecção e severidade. Cada impacto ambiental pode ser avaliado com pontuações que variam entre 1 e 3 para cada parâmetro, que serão utilizadas para o cálculo de significância. Por fim, dependendo da pontuação, o impacto pode ser classificado em “não significativa”, “significativa” e “muito significativa”.

Os dados foram analisados de forma comparativa, considerando semelhanças e diferenças e avaliação crítica dos procedimentos adotados pelas empresas de mineração.

5. Levantamento Bibliográfico Comentado

A revisão bibliográfica foi realizada considerando os aspectos geológicos, históricos, legislativos, os métodos de exploração de cada mina e a qualidade do carvão. Os dados foram organizados de forma comparativa e comentados à medida que se entendeu ser necessário.

5.1. Aspectos Geológicos

5.1.1. *Candiota*

O intervalo portador do depósito de Candiota está inserido na Formação Rio Bonito, uma unidade litoestratigráfica da Bacia do Paraná (Matos, 1999).

Essa Formação é a base do Grupo Guatá, sobreposta pela Formação Palermo e se estende desde o sul do Rio Grande do Sul até o sul de São Paulo (Figura 3). De acordo com Milani et al. (1993), o Grupo Guatá possui idade Permiana.

Schneider et al. (1974) dividiu a Formação Rio Bonito em três membros: Membro Triunfo, Membro Paraguaçu e Membro Siderópolis.

O autor descreve o Membro Triunfo (inferior) como um ambiente flúvio-lacustre, composto principalmente por arenitos esbranquiçados, finos e médios, além de arenitos muito finos, argilitos, siltitos, conglomerados e leitos de carvão. A porção intermediária da Formação é representada pelo Membro Paraguaçu e é formada por siltitos e folhelhos acimentados com intercalações carbonáticas e arenitos finos, correspondendo a depósitos transgressivos marinhos com planícies de maré. O Membro Siderópolis é o topo da unidade e é caracterizado por arenitos finos acimentados com intercalações pelíticas, carbonáticas e de carvão, sendo depositado em ambiente marinho litorâneo (Schneider et al., 1974).

No depósito de carvão de Candiota, há litotipos similares aos do Membro Siderópolis e do Membro Triunfo, com ausência do Membro Paraguaçu, indicando proximidade de porções da borda da bacia onde não ocorreram sistemas deltaicos expressivos (Matos, 1999).

O depósito de Candiota encontra-se majoritariamente em uma camada, denominada Candiota. De acordo com Matos (1999), a Camada Candiota consiste em dois bancos de carvão com espessuras médias maiores do que um metro divididos por camadas de argilito com espessuras decimétricas (Figura 4). Nos bancos de carvão há a presença de finas camadas de *tonstein*, que correspondem a material piroclástico alterado.

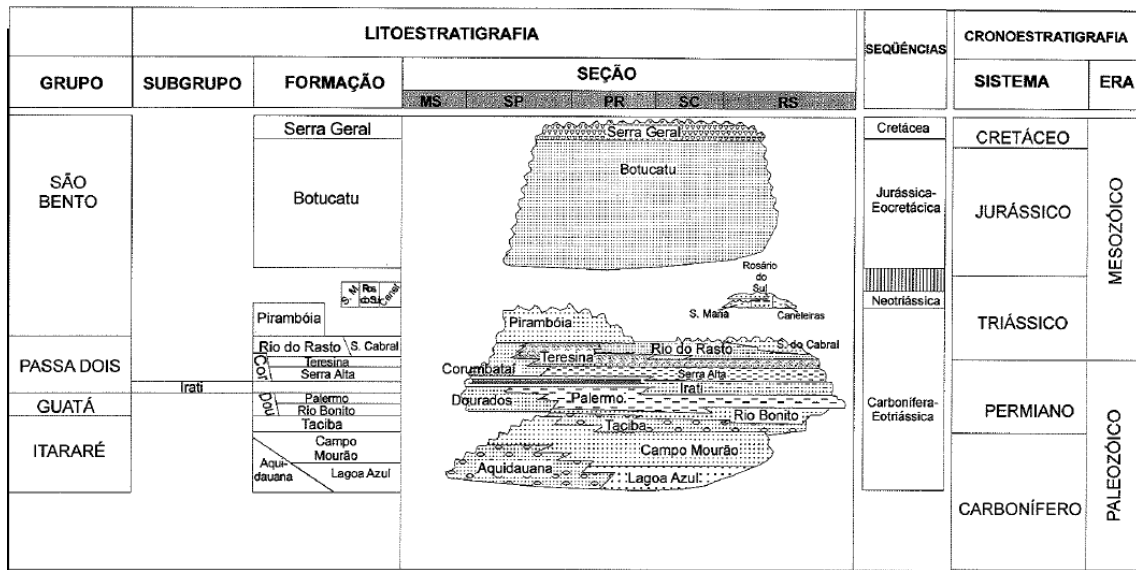


Figura 3: Litoestratigrafia da Bacia do Paraná no intervalo Neopaleozóico-Mesozóico (Milani et al. 1994).

Matos (1999) ainda afirma que a evolução das rochas do depósito de Candiota começa com a deposição fluvial que recobre os sedimentos do Grupo Itararé. Posteriormente ocorreu uma deposição litorânea, com a presença de ilhas barreira que protegiam os sedimentos finos e a matéria orgânica do mar aberto, dando origem ao carvão e folhelhos carbonosos. O início do processo de transgressão marinha é marcado pela instalação de sistemas litorâneos, resultando no fim da deposição de matéria orgânica.

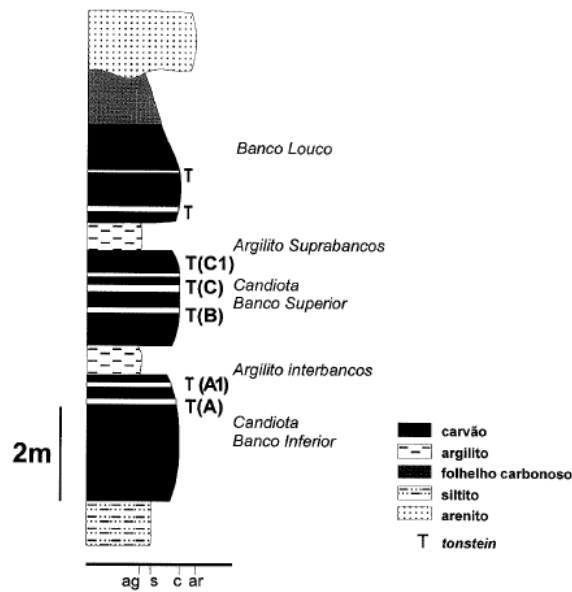


Figura 4: Seção da Camada Candiota na Mina de Candiota (Matos, 1999).

5.1.2. *Moatize*

A geologia de Moçambique pode ser dividida cronologicamente em duas partes: uma que representa o pré-Cambriano e outra que representa o Fanerozóico. Segundo Chauque (2008), os sedimentos fanerozóicos estão localizados principalmente sobre as grandes planícies costeiras no sul de Moçambique. No norte do país, há predomínio do Pré-Cambriano (Figura 5) e é formado principalmente de rochas de médio a alto grau caracterizando o Cinturão de Moçambique. Jamal (2005) descreve o embasamento pré-Cambriano com gnaisses de alto grau, granulitos, migmatitos e granitoides.

Na província de Tete, o embasamento é bastante complexo e dividido em três diferentes terrenos: Terreno do Gondwana Oeste, Terreno do Gondwana Leste e Terreno do Gondwana Sul. A maior parte da Bacia carbonífera de Moatize está inserida neste último, que abrange o Cráton de Zimbábue e diversas unidades litológicas nos cinturões dobrados Proterozóicos. Apesar de ser um terreno antigo, boa parte está coberta por rochas Fanerozóicas (Westerhof et al., 2008).

A Bacia Carbonífera de Moatize está inserida no Supergrupo do Karoo, que é a unidade estratigráfica mais difundida na África a sul do Deserto do Kalahari (Schlutler, 2008). As unidades sedimentares deste Supergrupo são representadas em bacias do tipo *rift* sendo preenchidas entre o Carbonífero Superior até o Jurássico Inferior. O carvão ocorre com maior frequência nos sedimentos do Karoo Inferior (Formação Moatize), como descrito por Westerhof et al. (2008).

De acordo com Pereira et al. (2014), o Grupo Karoo Inferior representa a sequência sedimentar depositada durante o Carbonífero Superior. É composta principalmente por depósitos glaciais na base, seguidos por sedimentos fluviais carbonosos e arenosos no topo. O embasamento cristalino faz parte do complexo básico-ultrabásico de Tete e é caracterizado por rochas intrusivas de composição gabróica e anortosítica (Westerhof, 2008).

De acordo com Westerhof et al., (2008) as principais porções de carvão aflorante na Formação Moatize estão próximas ao Rio Zambeze e são sequências de conglomerados e arenitos carbonáticos, argilitos negros e camadas de carvão. Essa formação possui natureza clástica depositada em ambiente continental com clima temperado úmido (Fernandes et al., 2015). Há uma subdivisão de seis camadas de carvão. Elas são, da base para o topo:

5.2. Qualidade do carvão

O carvão pode possuir diversos graus de qualidade e isso depende do seu processo de formação. Com pressões e temperaturas mais intensas a qual a camada vegetal é submetida e quanto mais tempo o processo durar, maior será o grau de carbonificação (*rank*), e conseqüentemente a qualidade do carvão. Do menor para o maior *rank*, os estágios de carbonificação são: turfa; sapropelito; linhito; carvão sub-betuminoso; carvão betuminoso e; antracito. Para utilização industrial, o carvão deve pelo menos atingir o estágio do linhito (Borba, 2001).

No caso de Candiota, apesar de ser a principal jazida carbonífera brasileira possuindo a maior reserva e camadas de grande espessura, o carvão é de baixa qualidade energeticamente (carvão sub-betuminoso e linhito), não admitindo beneficiamento nem transporte, sendo usado apenas na forma *Run-of-Mine* e na boca da mina (Borba, 2001).

Já em Moatize, o carvão possui uma qualidade bastante superior. O produto é do tipo betuminoso, indispensável para a indústria de alta metalurgia, sendo comparável aos melhores carvões da Europa (José e Sampaio, 2011).

No quadro 1 há uma breve comparação entre a geologia e qualidade do carvão do depósito de Candiota e de Moatize.

Quadro 1: Comparação da Geologia de Candiota e Moatize

Comparação da Geologia e do Carvão de Candiota e Moatize		
Local	Depósito de Candiota	Depósito de Moatize
Idade	Permiano Inferior.	Carbonífero Superior.
Ambiente de Formação	Deposição litorânea com presença de ilhas de barreira, protegendo os sedimentos finos e a matéria orgânica do mar aberto.	Deposição em ambiente continental em climas temperados úmidos.
Estratigrafia	Ocorre na Formação Rio Bonito, com litotipos similares a dos Membros Siderópolis e Triunfo. A camada portadora de minério é formada por bancos de carvão que são intercalados com pacotes silte-argilosos e folhelhos carbonosos.	Ocorre no Supergrupo Karoo, com maior frequência na Formação Moatize. As rochas são principalmente uma intercalção de folhelhos, carvão e rochas carbonáticas.
Volume	1,7 bilhões de toneladas.	2,5 bilhões de toneladas.
Espessura da Camada Portadora de Carvão	Camada Candiota - média de 5 metros de espessura.	Camada Chipanga - chega até 36 metros de espessura.
Qualidade do Carvão	Carvão sub-betuminoso e linhito.	Carvão betuminoso.

Observa-se que o carvão de Moatize, além de melhor qualidade, também possui maior espessura da camada e volume maior do que o de Candiota. Por estas características geológicas fica evidente o interesse e os investimentos na mineração de carvão em Moatize.

5.3. Legislação Mineral e Ambiental

5.3.1. Brasil

5.3.1.1. Código de Minas

No Brasil, a lei que regula e fiscaliza a atividade de mineração é o Código da Mineração (Decreto-Lei nº 227/1967), sendo este responsável pela regularização dos direitos sobre as massas individualizadas de substâncias minerais ou fósseis; o regime de aproveitamento, e a fiscalização pelo Governo Federal, da pesquisa, da lavra e de outros aspectos da indústria mineral.

O Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), criado em 1934, é o órgão responsável por gerir e fiscalizar o exercício das atividades de mineração em todo o território nacional. Além disso, deve promover o planejamento e o fomento da exploração mineral e do aproveitamento dos recursos minerais, assim como coordenar as pesquisas geológicas, minerais e de tecnologia mineral.

O artigo 7º define que a abrangência da atividade de mineração é a pesquisa, a lavra, o desenvolvimento da mina, o beneficiamento, a comercialização dos minérios e o fechamento da mina, incluindo ao minerador a responsabilidade de recuperação ambiental das áreas impactadas.

O Capítulo I do Código da Mineração levanta as questões relacionadas a pesquisa mineral. Nele, é determinado que a autorização de pesquisa deve ser outorgada pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

O Capítulo II é referente à atividade de lavra. Primeiramente, deve-se fazer um requerimento de lavra, com a delimitação da área pretendida; um plano de aproveitamento econômico contendo o método de mineração e infraestrutura local; descrição das servidões necessárias; e prova de disponibilidade de fundos ou de compromissos de financiamento. Para se obter a portaria de concessão de lavra, deve-se também apresentar a Licença Ambiental de Instalação. Após o início do funcionamento da mina, é necessário a elaboração de um relatório anual de lavra.

Atualmente está em discussão na Câmara dos Deputados a proposta do novo Marco Regulatório da Mineração. De acordo com o Ministério de Minas e Energia (2016), o Governo está propondo mudanças no modelo da mineração, pois considera os instrumentos regulatórios desatualizados. Essas mudanças, se aprovadas, deverão ampliar a pesquisa e lavra dos recursos minerais no território nacional. Dentre as principais mudanças, estabelece-se a criação do Conselho Nacional de Política Mineral e a Agência Nacional de Mineração (criada por meio da Medida Provisória nº 791, de 25 de julho de 2017). Haverá também novas regras em relação à arrecadação da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM). De um modo geral, o novo Marco aumentaria a arrecadação do Governo com os tributos da mineração e alteraria alguns requisitos para concessão dos direitos de pesquisa mineral e lavra.

5.3.1.2. Política Nacional do Meio Ambiente

As responsabilidades ambientais que visam a sustentabilidade estão previstas na Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/1981), Resolução 001, do CONAMA, de 1981 e na Constituição Federal de 1988, que dentre outros princípios, visa

promover o uso racional do solo, subsolo, da água e do ar e o planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais.

O Artigo 4 define os objetivos dessa lei. Dentre eles, busca-se a compatibilidade do desenvolvimento econômico e social com a preservação do equilíbrio ecológico e do meio ambiente; a demarcação de áreas prioritárias para o equilíbrio ecológico a partir de ação governamental; definição de critérios e padrões de qualidade ambiental; recuperação e/ou indenização obrigatória ao poluidor e predador que geraram danos pela utilização de recursos ambientais; entre outros.

O Artigo 14 prevê as penalidades para o não cumprimento das medidas que visam à preservação do meio ambiente e para os danos causados pela degradação da qualidade ambiental. Dentre elas, há multa simples ou diária; perda ou restrição de incentivos e benefícios fiscais; e suspensão de sua atividade.

No Anexo VIII, são definidas as atividades potencialmente poluidoras e utilizadoras de recursos ambientais, e classificadas a partir do potencial de poluição que oferecem: Dentre as atividades que possuem alto potencial estão a extração e tratamento de minerais. Esta é caracterizada como uma série de ações, como a “pesquisa mineral com guia de utilização; lavra a céu aberto, inclusive de aluvião, com ou sem beneficiamento; lavra subterrânea com ou sem beneficiamento; lavra garimpeira; perfuração de poços e produção de petróleo e gás natural”.

A Política Nacional do Meio Ambiente criou o Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), uma estrutura articulada de órgãos governamentais que envolve os três níveis de governo. Também houve a criação do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), responsável por formular diretrizes de política ambiental, e que envolve representantes de diferentes órgãos governamentais e da sociedade civil, incluindo organizações não governamentais e o setor sindical e empresarial.

De acordo com Sánchez (2008), essa lei estabeleceu avanços muito importantes para as questões ambientais. Além da criação da Conama, o autor também cita a instituição do princípio da responsabilidade objetiva do poluidor, que independentemente da culpa, é obrigatório responder por meio da ação que indenize ou realize reparos aos danos causados a terceiros e ao meio ambiente.

A Lei de Crimes Ambientais (Lei n.º 9.605 de 12 de fevereiro de 1998) determina as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, dentre elas as da atividade mineira.

Nos últimos anos, no entanto, a proposta de ementa constitucional (PEC 65/2012) e o Projeto de Lei do Senado (PLS) 654/2015, que na prática propõem a

extinção do licenciamento ambiental. Além destas, propostas de políticas estaduais de mudança nas agências de regulação ambiental e nos processos de licenciamento em terras indígenas e áreas de conservação estão enfraquecendo o poder regulador sobre o meio ambiente, tentando favorecer e ampliar a exploração mineral. O governo está estudando a criação de uma Lei Geral do Licenciamento, ainda em discussão.

5.3.2. *Moçambique*

5.3.2.1. *Lei de Minas*

A atividade mineral segue a Lei de Minas (Lei nº 20/2014) que tem como principal objetivo estabelecer os princípios que regulam os exercícios dos direitos e deveres relacionados a utilização dos recursos minerais, incluindo a água, mas não o petróleo, gás natural e gás metano que possuem uma lei específica. Ao entrar em vigor, essa lei revogou a Lei nº 14/2002, que regia os princípios relacionados a atividade de mineração. De acordo com esta lei, 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 Minerais.

A Seção I do Capítulo IV define as condições, prazos, direitos e deveres do titular para a licença de prospecção e pesquisa. Esta possui o prazo de validade de dois anos para recursos minerais para construção, renovável por igual período, e cinco anos para outros recursos minerais, renovável por até três anos. O titular adquire o direito de, entre outros, ter acesso a área com exclusividade para pesquisa e prospecção; colher e transportar amostras; fazer ensaios de tratamento do minério para cálculo do teor.

A Seção II do Capítulo IV define as condições, prazos, direitos e deveres do titular para a concessão mineira. O seu prazo é de até 25 anos, podendo ser prorrogado por igual período, dependendo da vida econômica da mina e do cumprimento dos deveres por parte do titular mineiro. A concessão confere ao titular, entre outros, o direito de ter acesso à área e realizar em regime exclusivo as

atividades de extração, desenvolvimento e processamento dos recursos minerais; realizar o armazenamento, transporte e processamento dos minérios e tratamento de resíduos contaminantes; vender os produtos minerais gerados pela atividade de mineração. Dentre os deveres, o titular deve adquirir licença ambiental; obter o direito de uso e aproveitamento da terra e a aprovação do plano de indenização e reassentamento; respeitar as comunidades locais e preservar seus aspectos sociais e culturais; cumprir as exigências de prevenção, proteção, gestão e restauração ambiental; indenizar os detentores de terra por qualquer dano causado a terra e propriedade como resultado de operação da mina; efetuar a recuperação ambiental e o encerramento da mina.

A Seção I do Capítulo V estabelece as condições, prazos, direitos e deveres do titular para o certificado mineiro. Este pode ser emitido por um período de no máximo 10 anos, renovável por igual período. De um modo geral, os direitos e deveres do certificado mineiro são similares aos de concessão mineira.

A Seção II do Capítulo V prevê as condições, prazos, direitos e deveres do titular para a senha mineira, que corresponde a área declarada onde seja apropriado o uso de métodos não sofisticados de prospecção e pesquisa, extração e processamento e atende-se à natureza e características da área. Esta é atribuída para as áreas designadas por até cinco anos, podendo ser renovada por período igual. De um modo geral, os direitos e deveres para a senha mineira são similares aos de concessão mineira.

A nova Lei de Minas foi aprovada em 2014, próxima da descoberta de significativos recursos minerais em Moçambique. Em comparação com a antiga legislação deve-se ressaltar dois pontos. O primeiro é o fato de que qualquer transmissão de direitos e títulos mineiros passam a estar sujeitas à aprovação do Governo, indicando que este possui um maior controle da atividade de mineração. Em segundo, a nova lei demonstra maior preocupação com as comunidades locais, determinando que uma porcentagem da receita gerada pela mineração deverá ser investida no desenvolvimento da população local.

No Quadro 2 há uma breve comparação entre a legislação mineral do Brasil e de Moçambique.

Observa-se que o código de mineração no Brasil é bem antigo e há certa relutância em sua renovação. Propostas de alteração vêm sendo discutidas, mas ainda são muito controvertidas e podem atender à interesses particulares de empresas e do governo com implicação direta na legislação ambiental. Já em Moçambique, fica

claro que a alteração da legislação foi realizada para atender aos megaprojetos que se instituíram no país a partir dos anos 2000, favorecendo empresas multinacionais e entrada de capital estrangeiro.

Quadro 2: Comparação entre a principal Lei Mineral do Brasil e Moçambique.

Comparação entre a principal Lei Mineral do Brasil e Moçambique		
País	Brasil	Moçambique
Principal Lei Mineral	Código da Mineração (Decreto-Lei nº 227/1967)	Lei de Minas (Lei nº 20/2014)
Semelhanças e Diferenças	<p>Em ambos os casos, a lei que rege a mineração exige uma série de autorizações que devem ser concedidas por organizações governamentais para a realização da pesquisa e lavra mineral. Entretanto, por ter sido feita há mais tempo e ter sido revisada diversas vezes, a lei brasileira possui maior consolidação em relação a questões tributárias e das comunidades locais.</p> <p>Também deve-se ressaltar que o subsolo é considerado bem da união nos dois casos e ambos são regidos por regimes de concessão de licenciamento mineral, sendo as fases de requerimento, pesquisa e prospecção semelhantes.</p> <p>Há exigência de taxa sobre a produção do minério, como a CEFEM, tanto no Brasil como em Moçambique, que deveria ser aplicada em melhorias no local da minas.</p> <p>Uma diferença considerável em ambas as leis se refere a recuperação da área degradada. Em Moçambique o empreendedor deve pagar porcentagem da produção destinada à recuperação da área degradada, o que não ocorre no Brasil.</p>	

5.3.2.2. *Lei do Ambiente*

A Lei do Ambiente (Lei nº 20/1997) é que rege as questões relacionadas ao meio ambiente no país com o principal objetivo de estimular o desenvolvimento sustentável. Esta lei se aplica a qualquer empreendimento que possa gerar impacto direto e indireto sobre o meio ambiente e é regida pelo Regulamento sobre o Processo de Avaliação de Impacto Ambiental (Decreto nº. 45/2004 de 29 de Setembro e alterado pelo Decreto nº. 42/2008 de 4 de Novembro). No Artigo 1, o impacto é definido como qualquer mudança do ambiente, para melhor ou pior, especialmente com efeitos no ar, na terra, na água e na saúde das pessoas, resultante de atividades humanas.

O artigo 4 define oito princípios fundamentais para uma gestão ambiental correta, dos quais são listados os cinco principais para este estudo:

- a) princípio da utilização e gestão racionais dos componentes ambientais, com o intuito de melhoria da qualidade de vida da população e manutenção dos ecossistemas e biodiversidade.
- b) princípio da precaução, em que se deve priorizar o estabelecimento de sistemas de prevenção de atos lesivos ao meio ambiente, evitando os impactos ambientais negativos significativos ou irreversíveis.
- c) princípio da visão global e integrada do ambiente, estabelecendo interdependência entre os diferentes ecossistemas, naturais ou construídos, e que devem ser geridos de maneira a manter o seu equilíbrio;
- d) princípio da responsabilização, que determina que quem polui ou degrada o meio ambiente tem a obrigação de reparar ou pelo menos compensar os danos gerados;
- e) princípio da cooperação internacional, propondo a obtenção de soluções harmoniosas dos problemas de natureza ambiental, considerando que as dimensões de tais questões são globais.

O Artigo 9, estabelece a proibição de poluir, determinando que no território moçambicano, a produção, o depósito no solo e no subsolo, o lançamento para a água ou para a atmosfera de substâncias tóxicas e poluidoras, assim como a prática de atividades que acelerem os processos erosivos, o desflorestamento, a desertificação, ou qualquer tipo de degradação ambiental, estão fora dos limites legais.

O Artigo 10 institui ao Governo a responsabilidade de estabelecer padrões de qualidade ambiental, com o intuito de assegurar a sustentabilidade no uso dos recursos do país.

O Artigo 13 define que o Governo deve estabelecer áreas de proteção ambiental com a finalidade de assegurar a proteção e preservação dos componentes ambientais, assim como a manutenção de melhoria de ecossistemas de valor ecológico e socioeconômico. Essas áreas abrangem ambientes terrestres, águas lacustres, fluviais ou marítimas e outras zonas naturais distintas.

O Artigo 16 prevê que a avaliação de impacto ambiental deve ter com base um estudo de impacto ambiental realizado por entidades do governo.

O Artigo 28 trata da fiscalização ambiental. Com o objetivo de garantir a necessária participação das comunidades locais e a utilizar adequadamente os seus

conhecimentos e recursos humanos, o Governo promove a criação de agentes de fiscalização comunitários.

No Quadro 3 há uma breve comparação entre a legislação ambiental moçambicana e brasileira.

Quadro 3: Comparação entre a principal Lei Ambiental do Brasil e Moçambique.

Comparação entre a principal Lei Ambiental do Brasil e Moçambique		
País	Brasil	Moçambique
Principal Lei Ambiental	Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/1981)	Lei do Ambiente (Lei nº 20/1997)
Semelhanças e Diferenças	<p>A legislação ambiental dos dois países define bem a necessidade de preservação do meio ambiente com a compatibilidade do desenvolvimento econômico e social, assim como a punição dos responsáveis pela degradação ambiental. Entretanto, as leis ambientais brasileiras se destacam pela criação de diversos órgãos que facilitam a sua eficiência, como o SISNAMA e o CONAMA.</p> <p>Os estudos de impacto ambiental em Moçambique são realizados pelo governo, que também fiscaliza as atividades, enquanto no Brasil são realizados pelo empreendedor, que geralmente contrata uma empresa de consultoria para sua realização. A fiscalização do empreendimento e expedição das licenças está a cargo do governo, em âmbito federal, estadual ou municipal.</p> <p>Nos dois países, apesar de garantida pela legislação, a participação da população é ainda pequena nos processos de licenciamento. Não há paridade nas ações dos três atores sociais envolvidos nas atividades de mineração.</p>	

5.4. Histórico e Desenvolvimento das Atividades Mineiras

5.4.1. Candiota

Segundo Gomes (2002), o carvão sul-rio-grandense foi descoberto em 1795 e desde 1853 as jazidas são exploradas. A mineração do carvão em Candiota e Hulha Negra data de 1863 e atendia às fábricas e charqueadas da região. O carvão era garimpado em minas de encostas e às margens dos cursos d'água. Até 1920 o carvão do sul do estado abasteceu a Via Férrea.

Na década de 1940, no município de Candiota, com o objetivo de abastecimento de uma usina termelétrica, iniciaram-se trabalhos de pesquisa em

busca de uma reserva de carvão compatível com o empreendimento (Gavronski, 1997).

A Companhia Riograndense de Mineração (CRM), empresa que trabalha atualmente com a exploração de carvão de Candiota e conhecida como Departamento Autônomo de Carvão Mineral (DACM) na época, iniciou os trabalhos de lavra a céu aberto em 1961 junto com o abastecimento da Usina Termelétrica Candiota I, da Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE). Durante a década de 60, quatro malhas foram definidas para a exploração do carvão de Candiota, segundo Gavronski (1997).

Duas usinas termelétricas foram implementadas até 1989, e, paralelamente houve planos governamentais para a implantação de uma terceira Central Termelétrica Candiota III. Entretanto por problemas econômicos, esse plano não foi concretizado na época (Gavronski, 1997), entrando em operação apenas em 2010 (CRM, 2017).

5.4.1.1. Método de extração

Em Candiota a lavra é a céu aberto. O método de extração é mecânico e com uso de explosivos. Este pode ser dividido em cinco etapas: remoção da camada vegetal; decapeamento; lavra da camada de carvão; peneiramento e britagem; e cuidados ambientais (CRM, 2017).

A primeira etapa realizada é a remoção da vegetação e da cobertura de solo com cerca de 40 centímetros. O solo é armazenada e posteriormente reutilizado como base para o desenvolvimento de vegetação nas áreas já mineradas, assim que for reconstituída a topografia (Gavronski, 1997). A retirada é feita com escavadeiras e caminhões de pequeno porte (Figura 6), com o intuito de que o solo não seja misturado ou perdido durante as outras operações de lavra (CRM, 2017).

A camada de carvão é constituída por uma intercalação de folhelhos, argilitos e arenitos. Devido à resistência e coesão de algumas dessas rochas, é necessário o uso de explosivo para o desmonte. Como preparação para o desmonte, uma perfuratriz rotativa executa malhas de furos de 2m x 7m com 4,5" de diâmetro (Gavronski, 1997).

O material fragmentado é removido por meio de uma draga de arraste elétrica (Figura 7). Este material é retirado e depositado lateralmente em locais já minerados, formando pilhas com formato cônico (CRM, 2017).



Figura 6: Escavadeira e caminhões de pequeno porte são utilizados para retirar o solo que recobre as camadas de carvão (CRM, 2017).



Figura 7: Draga de arraste elétrica utilizada para remover o material fragmentado durante o desmorte (CRM, 2017).

A Camada Candiota possui duas camadas distintas de carvão, sendo cada uma delas removida em etapas separadas. Inicia-se com o desmorte da camada

superior, com o desmonte por explosivos e posterior carregamento do minério por escavadeira elétrica em caminhões fora-de-estrada de 65 toneladas. O argilito encontrado na camada intermediária entre os dois leitos de carvão é escarificado por trator de esteira tipo D-8 e posteriormente transportado por caminhões fora-de-estrada basculantes (Figura 8). Esse mesmo procedimento é repetido para a camada inferior. Após essa etapa, o carvão segue para a britagem e o argilito é encaminhado para a recuperação das áreas degradadas (Gavronski, 1997).

A britagem é composta por um britador primário e o minério é posteriormente processado por um circuito formado por peneira primária; britador secundário; peneira secundária; e britador secundário. O produto da britagem é estocado no pátio de estocagem da usina termelétrica, transportado por correias (Gavronski, 1997).

Uma das medidas adotadas pela CRM para minimizar os impactos da atividade de mineração de carvão é a regeneração topográfica no corte onde já foi extraído o carvão. Isso é realizado por tratores de esteira que aplainam os cones de estéril formados pelos materiais do decapeamento (CRM, 2017).



Figura 8: Caminhões fora-de-estrada utilizados para transporte do carvão (CRM, 2017).

Após a recomposição da topografia, a parte superior é coberta com solo, retirado das frentes de mineração com o auxílio de trator de lâmina. Questões

paisagísticas são levadas em consideração durante esse procedimento. Gramíneas e/ou árvores são plantadas como etapa final da recuperação ambiental (CRM, 2017).

Observa-se que as medidas de recuperação empregadas pela empresa constituem-se basicamente na recomposição da topografia e no plantio de vegetação. A última etapa consiste no monitoramento da área, onde os efluentes da mina são analisados para verificar sua acidez (CRM, 2017).

5.4.2. *Moatize*

A exploração de carvão em Moçambique data dos tempos de colonização, entretanto não apresentava grande relevância para a economia do país. Com a independência moçambicana em 1975, o carvão passou a ser explorado pela empresa estatal CARBOMOC E.E. Posteriormente com o avanço da guerra civil, a atividade de mineração de carvão foi paralisada devido à destruição da ferrovia de Sena, que transportava o carvão para a costa (Matos e Medeiros, 2012).

Na área de estudo, o interesse pela pesquisa mineral ressurgiu durante a década de 2000. Atualmente, três empresas estão explorando os depósitos de carvão: a brasileira Vale AS, a australiana International Coal Ventures Limited (ICVL, antigamente Riversdale Mining Ltda.) e a sul-africana Minas Moatize Ltda. Dentre as três, a Vale possui a maior concessão mineira em área, seguida da ICVL (Matos e Medeiros, 2012).

Em 2004, a Companhia Vale venceu o concurso internacional para os direitos de exploração de carvão em Moçambique, devido a seu capital, mão de obra qualificada, tecnologia e políticas ambientais. Em 2007 ocorreram os primeiros investimentos relacionados à infraestrutura, equipamentos e projetos sociais no local. A exploração de carvão iniciou em 2011 e em 2012 foi instalado o parque industrial da Vale (Selemane, 2010).

Como o principal mercado consumidor do carvão de Moatize é externo, o produto é escoado pela linha férrea que liga o distrito ao Porto de Beira, na província de Sofala, porção central de Moçambique, e por outra linha que liga ao Porto de Nacala, na porção setentrional do país (VALE, 2006).

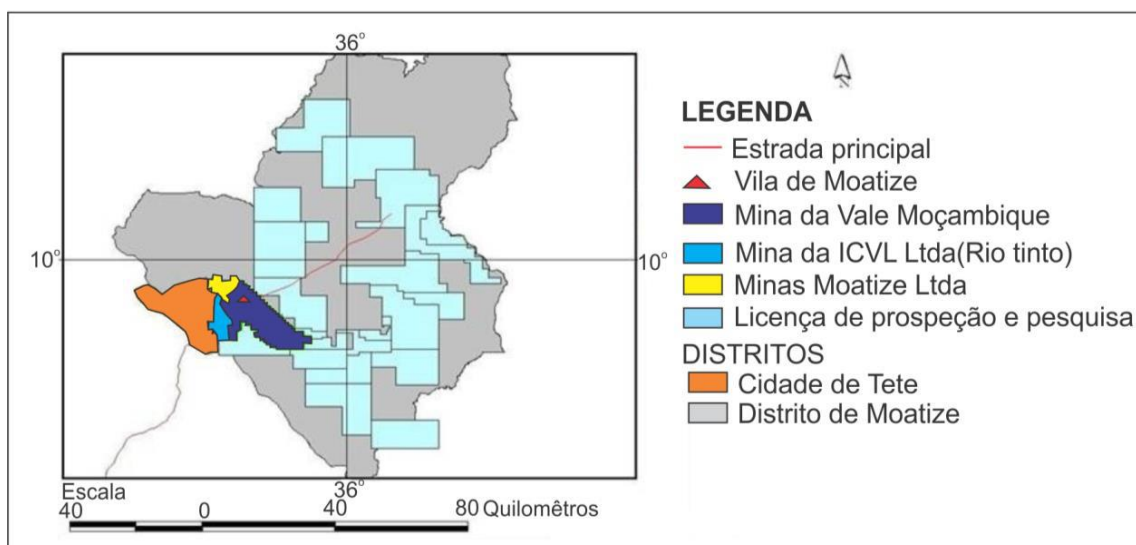


Figura 9: Áreas de exploração mineira e prospecção e pesquisa no distrito de Moatize (Matos e Medeiros, 2012). A área em azul escuro corresponde a área de exploração da Vale Moçambique, correspondendo à maior concessão mineira.

5.4.2.1. Método de extração

Devido à configuração geológica favorável, a Vale Moçambique realiza a exploração do carvão em Moatize a céu aberto e pelo mesmo método de Candiota, ou seja, o *strip mining* (Macie, 2015).

Após a etapa inicial de supressão da vegetação e retirada do solo superficial, o desmonte mecânico ou através de explosivos é realizado, dependendo da consistência da camada de rocha encontrada. Quando desmontado mecanicamente, utilizam-se escavadeiras ou tratores de esteiras (Figura 10). Caso a rocha seja bastante consistente, o uso de explosivos é mais indicado (Mambo, 2017).

O material fragmentado é carregado por carregadeiras elétricas sobre rodas ou escavadeiras hidráulicas (Figura 11) nas frentes de lavra de estéril, enquanto que nas frentes de lavra de minério, o carregamento é feito geralmente por escavadeiras (Mambo, 2017).

Para o transporte do minério, são utilizados caminhões fora de estrada. O carvão é descarregado no britador caso esteja disponível, caso contrário é colocado em uma pilha no pátio de estocagem de minério (Figura 12), sendo que este material é recuperado através de uma pá elétrica de pequeno porte, levando o carvão até o britador.



Figura 10: Utilização de tratores de esteira e escavadeiras para desmonte mecânico na mina de Moatize (Mambo, 2017).

Dentre as ações para recuperação ambiental utilizadas pela Vale, destaca-se o plantio de mudas de árvores nativas na região e o reaproveitamento de cerca de 80% da água utilizada no processo de beneficiamento do carvão. A Vale também pretende utilizar o rejeito das minas para a geração de energia elétrica para abastecimento das operações da Vale e para o população local (VALE, 2017).



Figura 11: Retro-escavadeira hidráulica utilizada para o carregamento do material fragmentado (Mambo, 2017).



Figura 12: Pátio de estocagem do minério (extraído do site <http://www.vale.com/mozambique>).

No Quadro 4 segue uma comparação entre as características principais de ambas as minas.

Quadro 4: Comparação entre os métodos de extração e mercado consumidor de ambas minas.

Comparação entre os métodos de extração e mercado consumidor		
Local	Candiota	Moatize
Empresa responsável pela atividade de mineração	Companhia Riograndense de Mineração (CRM) - empresa nacional.	Vale AS; International Coal Ventures Limited; Minas Moatize Ltda - empresas estrangeiras.
Método de extração	<i>Strip Mining</i> - O método de extração de ambas minas é similar, entretanto diferenciam-se no método de desmonte. Enquanto que em Candiota o desmonte é feito sempre utilizando-se explosivos, em Moatize também ocorre desmonte mecanicamente com escavadeiras e tratores de esteira em camadas menos consistentes.	
Mercado Consumidor	Interno, abastecendo principalmente a usina termelétrica de Candiota.	Majoritariamente externo, principalmente Ásia, Europa, Oriente Médio e Brasil.

5.5. Impactos Ambientais gerados pela mineração de carvão nos dois países

A definição legal de impacto ambiental no Brasil, de acordo com a Resolução CONAMA nº 1/86 é de qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que afetem:

- a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- as atividades sociais e econômicas;
- as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- a qualidade dos recursos ambientais.

A Resolução CONAMA também define os processos para a avaliação de impacto ambiental (AIA):

- Diagnóstico ambiental da área de influência;
- Identificação de impactos;
- Previsão e medição dos impactos;
- Definição de medidas mitigadoras;
- Elaboração do programa de monitoramento;

- Comunicação dos resultados.

De acordo com a Lei do Ambiente em Moçambique, deve-se realizar uma avaliação de impactos ambientais que compreenda no mínimo os seguintes requisitos:

- 1) Resumo não técnico do projeto;
- 2) Descrição da atividade a desenvolver;
- 3) Situação ambiental do local de implantação da atividade;
- 4) Modificações que a atividade provoca nos diferentes componentes ambientais existentes no local;
- 5) Medidas previstas para suprimir ou reduzir os efeitos negativos da atividade sobre a qualidade do ambiente;
- 6) Sistemas previstos para o controle e monitoramento da atividade.

Em relação à mineração, Sánchez (2008) elenca os principais impactos ambientais decorrentes de um empreendimento de mineração (Quadro 5). Vários desses impactos, segundo o referencial bibliográfico, foram identificados como presentes nas áreas de estudo.

Mais especificamente em relação à mineração de carvão, Farias (2002) descreve a contaminação das águas superficiais e subterrâneas pela drenagem ácida proveniente de antigos depósitos de rejeitos como o principal impacto ambiental gerado por essa atividade. Além do efeito sobre as águas, a drenagem ácida pode inibir a vegetação pois aumenta a acidez do solo (Pinto e Kampf, 2002).

A lavra de carvão pode ser feita a céu aberto ou em subsolo. A mineração subterrânea, por utilizar uma área em superfície menor, gera menos impactos para o meio ambiente em superfície e para a população local e muitas vezes, até em profundidades pequenas onde a lavra a céu aberto seria mais viável economicamente, adota-se a lavra subterrânea pela questão ambiental (Koppe e Costa, 2008).

As atividades de mineração de carvão com lavra a céu aberto no Brasil, historicamente foram realizadas sem o devido planejamento e padrões necessários para recuperação das áreas degradadas. Elas são realizadas em sua maioria pelo método de lavra em tiras (*strip mining*), que consiste na remoção das camadas de solo superficial e de formações sedimentares que estão sobre as camadas portadoras de carvão. Devido ao longo período de extração nessas áreas, os rejeitos foram dispostos sem o devido controle e o solo não foi preservado. Portanto, além da drenagem ácida e da alteração do nível de água subterrânea, alguns outros problemas para o meio

ambiente gerados por este tipo de atividade carbonífera também devem ser destacados, como o impacto visual e a erosão e liberação de gases para a atmosfera (Koppe e Costa, 2008).

Quadro 5: Impactos ambientais gerados pela mineração no meio físico, biótico e antrópico com a identificação de ocorrência em cada empreendimento.

Meio	Impactos Ambientais Gerados	Candiota	Moatize
Físico	Alteração da qualidade das águas superficiais e subterrâneas	x	x
	Alteração do regime de escoamento das águas subterrâneas		
	Alteração da qualidade do ar	x	x
	Alteração da qualidade do solo	x	x
	Alteração das condições climáticas locais		
Biótico	Alteração ou destruição de habitats terrestres	x	x
	Alteração de habitats aquáticos	x	x
	Redução da produção primária		x
	Diminuição da disponibilidade de nutrientes	x	x
	Diminuição da produtividade dos ecossistemas	x	x
	Deslocamento de fauna	x	x
	Perda de espécimes de fauna	x	x
	Criação de novos ambientes	x	x
	Proliferação de vetores		
Antrópico	Impacto visual	x	x
	Desconforto ambiental	x	x
	Riscos à saúde humana	x	x
	Substituição de atividades econômicas		x
	Incremento da atividade comercial	x	x
	Aumento local de preços		x
	Aumento da população		x
	Sobrecarga da infraestrutura de serviços		x
	Expansão da infraestrutura de serviços		x
	Perda de patrimônio cultural		x
	Perda de referências espaciais à memória e à cultura		x
	Redução da diversidade cultural		x
	Alteração dos modos de vida tradicionais		x
	Alteração das relações socioculturais		x
	Limitação das opções de uso do solo		x
	Aumento da arrecadação tributária	x	x
Qualificação profissional da mão de obra local	x	x	

5.5.1. Impacto visual, desflorestamento e alteração da topografia

Em ambos os casos há uma visível alteração da paisagem causada pela atividade de mineração. Na Figura 13 observa-se a alteração causada na mina de Candiota. É possível ver que houve intensa alteração da topografia local, assim como um grande impacto visual. A vegetação local é representativa do pampa, entretanto o bioma foi desmatado na área da mina, assim como ao seu redor. É possível observar

regiões com plantação de eucaliptos ao redor das minas, representando áreas que eram antigamente mineradas e foram preenchidas com solo e revegetadas.



Figura 13: Imagem de satélite da região de Candiota, incluindo o município e as atividades de mineração de carvão (extraído do *software* Google Earth e modificado pelo autor).

A Figura 14 corresponde à mina de Moatize. O impacto visual e a alteração topográfica também são observados, assim como o desmatamento da savana na área da mina e ao seu redor.

A mina de Candiota opera desde 1961, enquanto que a mina de Moatize opera há menos de uma década. Portanto comparativamente, uma área maior foi alterada no caso brasileiro.



Figura 14: Imagem de satélite da região de Moatize, incluindo o município e as atividades de mineração de carvão (extraído do *software* Google Earth e modificado pelo autor).

5.5.2. Qualidade da água e do solo

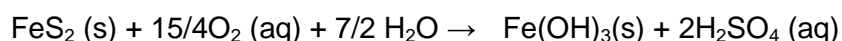
5.5.2.1. Candiota

Apesar da grande importância econômica da mina de Candiota e seu potencial energético, a mineração é uma atividade poluidora gerando comprometimento ambiental na região. Um dos principais efeitos gerados pela extração carbonífera é a drenagem ácida de mina (DAM), que pode ocorrer na mineração de outros minérios também. Os carvões brasileiros classificam-se como betuminoso e sub-betuminoso, apresentando elevados teores de pirita (FeS_2) e metais pesados. “Os teores de cinza resultantes da queima são também elevados, da ordem de 50%” (Borma et al., 2003).

Produzida quando materiais com sulfeto são expostos a oxigênio e água, é um dos principais impactos ambientais gerados pela extração do carvão. Apesar de esse processo ocorrer naturalmente, a mineração pode acelerar a drenagem ácida aumentando a quantidade de sulfetos expostos às reações químicas em superfície. Caracterizada por possuir um baixo pH e altas concentrações de metais pesados, a DAM pode contaminar solos, águas superficiais e subterrâneas severamente (Akcil e Koldas, 2004).

No caso de Candiota, a maior parte do carvão produzido na mina é destinado para a termoelétrica local, grande geradora de cinzas. Esta, contendo metais pesados, retorna à cava de mineração, e sobre elas são depositados os rejeitos ricos em carvão piritoso da cava seguinte. Com essas condições há a possibilidade de ocorrer a acidificação das águas superficiais e subterrâneas com a presença dos metais pesados (Soares et al., 1997). Além do efeito sobre as águas, a drenagem ácida pode inibir o crescimento da vegetação pois a acidez do solo aumenta (Pinto e Kampf, 2002).

De acordo com Pinto e Kampf (2002) a drenagem ácida ocorre seguindo a equação:



Segundo Soares et al. (1997), em Candiota de fato há a mobilização de metais pesados com potencial contaminador das águas superficiais e subterrâneas na mina. O autor também afirma que as cinzas de combustão do carvão não são a única fonte de contaminação com metais pesados, sendo que os estéreis e a argila constituem uma grande fonte poluidora.

Bittencourt et al. (2015) realizou um estudo onde dividiu as áreas mineradas em Candiota de acordo com a época em que foram exploradas. Foram analisados solos de áreas onde o carvão era extraído nas décadas de 1960-1980, quando não havia um plano de recuperação ambiental na mina e as pilhas de estéreis eram simplesmente depositadas, recompostas topograficamente e posteriormente ocorria a revegetação de eucalipto, e solos de áreas mineradas a partir da década de 1990, onde havia um plano de recuperação a partir da colocação de *topsoil* sobre um solo construído por uma mistura de estéreis.

Concluiu-se que os solos das áreas mais antigas possuem pHs menores e potenciais de acidificação mais elevados, indicando a continuidade do processo da drenagem ácida no local ao longo do tempo.

Algumas medidas são propostas para a prevenção desse impacto. A disposição correta dos rejeitos, isolando-os do contato com o ar e água é um exemplo. Para isso deve-se construir camadas impermeáveis formadas por argila (Ubaldo e De Souza, 2008).

Em relação à mitigação, algumas estratégias são adotadas para minimizar os efeitos da DAM. Dentre elas, há a “cobertura úmida”, que consiste na elevação do nível d’água nas áreas de deposição de resíduos, evitando a oxidação por meio do bloqueio da entrada de oxigênio no sistema, considerando que o ar possui um coeficiente de difusão do oxigênio bem maior do que o da água (MEND/CANMET, 1994). Também se deve destacar a “cobertura seca” pois é uma alternativa quando os aspectos climáticos não favorecem a área, principalmente em áreas secas onde o nível do lençol freático não pode ser restabelecido submergindo os rejeitos que geram a acidez. Um exemplo de cobertura seca é a utilização de solo argiloso compactado e com alto grau de saturação, impedindo a difusão do transporte de oxigênio para o interior dos depósitos de resíduos (Yanful et al., 1993).

5.5.2.2. Moatize

A área que compreende a extração de carvão de Moatize localiza-se próxima de três importantes rios: Zambeze, Revúboè e Moatize. Considerando que a mineração de carvão é uma atividade potencialmente poluidora de corpos hídricos, estes devem ser monitorados com frequência para garantir a qualidade ambiental das águas.

Macie (2015) analisou diversos parâmetros da água em treze pontos desses rios, como pH, potencial redox (Eh), temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, turbidez e as concentrações de sulfatos, alumínio, arsênio, ferro, manganês,

magnésio e zinco e utilizou valores orientadores para a qualidade da água superficial estabelecidos pela legislação moçambicana (Diploma Ministerial ° 180/2004) e pela legislação brasileira (Resolução CONAMA nº357). Os resultados desta pesquisa estão apresentados no Quadro 6.

O autor conclui que a qualidade das águas superficiais próximas a área de mineração está dentro dos limites aceitáveis pelas normas vigentes, apesar de alguns pontos amostrados apresentarem valores acima dos limites estabelecidos pelas legislações moçambicana e/ou brasileira. Destacam-se os pontos mais próximos da Mina Moatize que possuem valores de ferro e magnésio acima dos valores orientadores. Como conclusão o autor afirma que a exploração de carvão na região não afeta diretamente a qualidade das águas superficiais.

De um modo geral, comparando os estudos relacionados à contaminação das duas áreas, observa-se que a região de Candiota apresenta-se mais impactada, em função do maior tempo da presença da atividade na região e também pela falta de ações mitigadoras por um longo período, anterior à vigência das leis ambientais. O principal impacto está na acidez do solo e das águas superficiais, impactando a fauna e flora local. A contaminação do aquífero é outro impacto apontado na literatura, podendo atingir outras regiões.

A disposição dos estéreis de forma inadequada pode ser apontada como a principal fonte de acidificação do solo e da água. Já em Moatize, a extração de carvão começou há menos de dez anos, quando já havia a Lei do Ambiente em Moçambique, tornando obrigatória a recuperação ambiental da mina.

Quadro 6: Resultados dos parâmetros analisados para a água superficial dos rios próximos a mina de Moatize.

Parâmetro	Resultados
Temperatura	Temperatura média de 33°C, não indicando uma variação crítica.
Potencial Hidrogeniônico e Potencial Redox	Alguns pontos apresentam-se acima dos valores recomendados pelo Diploma Ministerial nº 180/2004.
Condutividade Elétrica	Apenas um ponto apresentou CE acima dos valores recomendados pelo Diploma Ministerial nº 180/2004.
Oxigênio Dissolvido	Apenas um ponto apresentou OD abaixo dos valores recomendados pelo Diploma Ministerial nº 180/2004
Turbidez	Diversos pontos apresentamturbidez acima dos valores recomendados pela Resolução CONAMA nº 357/05, indicando a influência dos efluentes domésticos da comunidades próximas ao rio.
Sulfatos	Dois pontos apresentaram concentrações acima dos valores recomendados pela Diploma Ministerial nº 180/2004. Esses pontos estão próximos a mina de carvão Moatize.
Arsênio	Todos os pontos apresentaram concentrações abaixo dos valores recomendados pela Resolução CONAMA nº 357/05.
Alumínio	Todos os pontos apresentaram concentrações abaixo dos valores recomendados pela Resolução CONAMA nº 357/05.
Manganês	Todos os pontos apresentaram concentrações abaixo dos valores recomendados pela Resolução CONAMA nº 357/05.
Ferro	Diversos pontos apresentamturbidez acima dos valores recomendados pela Diploma Ministerial nº 180/2004. Esses pontos estão próximos a mina da Vale Moçambique a jusante.
Magnésio	Diversos pontos apresentamturbidez acima dos valores recomendados pela Diploma Ministerial nº 180/2004. Esses pontos estão próximos a mina da Vale Moçambique a jusante.
Zinco	Todos os pontos apresentaram concentrações abaixo dos valores recomendados pelo Diploma Ministerial nº 180/2004.

No Quadro 7 segue uma breve comparação entre a qualidade das águas e solos em ambas as regiões.

Quadro 7: Comparação entre a contaminação da água e solo em Candiota e Moatize.

Comparação entre a contaminação da água e solo		
Local	Candiota	Moatize
Situação da contaminação	Historicamente, as minas de carvão de Candiota não dispuseram os rejeitos de forma adequada no início de sua operação, intensificando a acidificação dos solos no local e provocando a drenagem ácida.	Apesar da escassez de estudos sobre a contaminação na área, análises químicas de amostras de água superficiais indicam que a mineração de carvão não está comprometendo os recursos hídricos.

5.5.3. *Percepção da população em relação aos empreendimentos*

5.5.3.1. *Moatize*

A mineração é uma atividade que requer extensas áreas para a operação de suas atividades e muitas vezes é necessário a desapropriação de áreas adjacentes às cavas, promovendo reassentamentos da população local. Em Moatize, a Vale elaborou um Plano de Ação e Reassentamento (PAR) com o objetivo de assegurar à população diretamente afetada pelo projeto condições de manutenção garantindo seus direito de cidadania e valores culturais (Chizenga, 2016). O reassentamento das famílias no raio de influência da mina e do complexo industrial foi compulsório, pois havia embasamento legal na Lei de Minas (nº 14/2002) que afirma que o uso da terra para mineração tem prioridade sobre os demais usos quando as operações minerais gerem um benefício maior para a economia do país.

Conseqüentemente, foram gerados conflitos entre a população local e a empresa. Houveram três fases diferentes de deslocamento compulsório: a instalação da empresa, em 2007; a fase de funcionamento, iniciada em 2011; e a expansão da mina; com os primeiros realizados em 2015. Na primeira etapa, as pessoas do bairro de Chipanga e dos povoados de Mithete, Malabwe e Nhacolo foram deslocadas. A segunda fase afetou os bairros de Bagamoyo, 1º de Maio e os povoados de Catete e Tchenga. Com a pretensão de expandir a mina, em junho de 2015 a Vale começou a registrar novas famílias e imóveis que devem ser afetados e estão localizadas principalmente no bairro da Liberdade e 25 de Setembro (Chizenga, 2016).

Entre os anos de 2009 e 2010, mais de 760 famílias que habitavam as zonas de produção de carvão em Moatize foram transferidas para outros bairros. Inicialmente, as famílias foram distribuídas a partir de seu status social, separando as rurais das semi-urbanas, onde a população reassentada rural foi para Cateme, a 40

km da Vila de Moatize, e a população urbana for para o Bairro 25 de Setembro. (Seleman, 2010).

As famílias reassentadas, de um modo geral, acham que as residências entregues (Figura 15) não estavam em boas condições, algumas inclusive alegam que antes de habitadas as casas já apresentavam rachaduras. A Vale contra argumenta, afirmando que apresentou uma boa casa modelo, tanto para o Governo quanto para os líderes comunitários e que casas daquele tipo são modernas e comuns no Brasil. Apesar das alegações da empresa, 28 famílias se recusaram a receber as casas (Seleman, 2010).

O governador provincial de Tete, Alberto Vaquina, criou uma comissão responsável para lidar com este conflito. A vida em Chipanga e Mithethe praticamente parou durante o processo de reassentamento, onde a população foi proibida de fazer qualquer tipo de construção ou benfeitoria (Seleman, 2010).

Outra reclamação dos moradores foi que a Vale não cumpriu com os prazos do reassentamento. A previsão de conclusão era em 25 de junho de 2010, mas devido aos desentendimentos com os moradores, a data limite não foi respeitada. As indenizações para as famílias que recusaram as novas moradias também foram atrasadas (Seleman, 2010).

De acordo com Seleman (2010), as principais reclamações dos moradores com as novas moradias são: falta de qualidade das habitações; má qualidade das terras destinadas a agricultura e das áreas de pastagem; maior distância dos centros urbanos e também das áreas de cultivo, que na situação anterior eram bem próximas das casas.

Como consequência do reassentamento, Matos e Medeiros (2012) destacam:

- Os novos espaços habitados pela população não foram uma escolha da comunidade, não tendo sido considerado fatores importantes relacionados a seleção de uma moradia para fixação;
- As condições econômicas e sociais adquiridas pela comunidade ao longo dos anos não foi mantida, devido as grandes dificuldades de adaptação;
- Foram geradas novas formas de dependência de fatores externos, como por exemplo empregos fora da comunidade ou criação de novas formas de sustento.



Figura 15: Novas moradias no reassentamento de Cateme (Fonte: Mosca e Selemane, 2010).

A geração de emprego é um impacto positivo de empreendimentos de mineração. Entretanto, por exigir alto grau de qualificação, grande parte das vagas oferecidas pela Vale foram preenchidas por pessoas de outras partes do país e do exterior, gerando descontentamento na população local (Macie, 2015).

Um levantamento feito por uma equipe de militantes e pesquisadores da ONG ADECRU em 2013, mostra que mais de 6 mil famílias enfrentam sérios e graves problemas de saúde, provocadas pela poluição do porto seco de carvão mineral da Jindal, ameaçando moradores de cinco bairros municipais da Vila de Moatize. São cerca de 30 mil pessoas atingidas severamente pela poluição do carvão mineral. O Instituto de Estudos Sociais e Econômicos moçambicano (IESE) alertou num estudo que Moatize poderá enfrentar grandes problemas de poluição atmosférica, devido às minas de carvão. De acordo com a avaliação do instituto, citada pela agência de notícias Lusa, a presença no ar de poluentes como o dióxido de enxofre, óxidos de nitrogénio e monóxido de carbono poderá ser prejudicial para a saúde da população.

Além desses, outros impactos sociais são apontados como: aumento populacional, especulação imobiliária; elevação do custo de vida; aumento da desigualdade sociais, elevação do índice de criminalidade e prostituição, perda dos meios de subsistência das famílias, violação dos direitos humanos; apropriação das terras das comunidades locais, desestruturação das comunidades; destruição de valores e hábitos tradicionais, essenciais para a sustentação da solidariedade e unidade das famílias e comunidades; privação das mulheres de seus meios de

ocupação tradicional, tornando-se cada vez mais dependentes dos homens (IESE, 2014).



Figura 16: Área degradada pela atividade mineral em Moatize (Issufo, 2013).

Portanto, observa-se que os impactos mais significativo da mineração de carvão na região de Tete foram, sem dúvida, os impactos sociais, gerando uma cadeia de insatisfações e movimentos contrários por parte da comunidade à instalação e funcionamento da mina na região. Tais problemas perduram ainda hoje, sem solução. A legislação e o governo local apoiam a atividade mineral, considerando o impacto social como decorrente do processo de instalação da mina.

5.5.3.2. *Candiota*

Os dados sobre desapropriações para a mina de Candiota são escassos, apenas indicando que algumas famílias foram desapropriadas para início da operação da mina. Entretanto diversos autores descrevem a relação da população local com a atividade carbonífera, como Pereira (2013), Pereira e Almeida (2015) e Fritz e Waquil (2003).

Dentre as principais atividades econômicas da região, destaca-se a atividade carbonífera, seja na mineração ou na usina termelétrica, e em menor escala a agropecuária. Entretanto a população local encara ambas atividades de maneiras diferentes. Os trabalhos relacionados à exploração de carvão são considerados sinônimos de crescimento econômico enquanto que o ambiente rural é tido como atraso. É bastante comum que agricultores e pecuaristas migrem para a cidade em

busca de emprego e acabem se envolvendo com a atividade carbonífera, seja com a geração de energia ou com a mineração (Pereira, 2013).

Apesar do carvão representar a principal atividade econômica local, a mídia, representada principalmente pelo jornal local, corrobora com a ideia de que o carvão representa desenvolvimento econômico transmitindo informações do poder público e de empresas, utilizando-se de argumentos técnico-científicos. Em contrapartida, as opiniões contrárias ficam apenas no plano da comunicação cotidiana (Pereira, 2015).

Segundo Fritz e Waquil (2003), boa parte da população de Candiota entende que a atividade carbonífera traz problemas locais ao meio ambiente, mas de um modo geral acredita-se que as externalidades positivas da exploração de carvão são maiores do que as negativas, em especial o desenvolvimento econômico e a geração de empregos.

Comparativamente, a população de Candiota tem uma percepção mais positiva do empreendimento de mineração no local do que a população de Moatize. Enquanto a primeira acredita que o carvão traz muitos benefícios à região, no distrito de Moatize as pessoas ainda estão receosas e encaram com certa desconfiança a presença da mina de carvão.

O processo de reassentamento no caso moçambicano atingiu muitas famílias e foi tratado com certo descaso pela Vale Moçambique e autoridades locais. A maior parte das famílias ficaram insatisfeitas com a localização e condições das novas moradias. Portanto, apesar da geração de empregos e infraestrutura, a população possui um forte descontentamento com o empreendimento (Macie, 2015).

Já em Candiota, os processos de desapropriações ocorreram no início de sua operação, na década de 1960. Portanto atualmente qualquer possível descontentamento das famílias realocadas é praticamente inexistente.

No Quadro 8, segue uma breve comparação entre a percepção da população local com a mineração de carvão em ambos os casos

Quadro 8: Comparação entre a percepção da população em relação à mineração de carvão.

Comparação entre a percepção da população em relação à mineração de carvão		
Local	Candiota	Moatize
Percepção da população	Apesar da população compreender que a mina de carvão traz impactos negativos à região, a atividade carbonífera é vista com bons olhos e como sinônimo de emprego e desenvolvimento econômico	De um modo geral, a população local encara com receio e descontentamento a presença da atividade carbonífera na região, principalmente devido ao reassentamento de centenas de famílias.

5.5.4. *Significância dos impactos*

De acordo com modelo do Departamento de Meio Ambiente da Fiesp (DMA, 2007), a significância dos impactos ambientais pode ser realizada a partir dos seguintes parâmetros:

- Incidência – Esta pode ser direta, quando a organização exerce controle efetivo, causando um impacto direto; ou indireta, quando a organização apenas exerce influência, sem o controle efetivo do impacto.
- Abrangência – Pode ser classificada em local (um ponto), regional (dois pontos) ou global (três pontos), dependendo se o impacto se encontra nas dependências da organização; afeta o entorno da organização; ou atinge um patamar de importância coletiva, nacional ou internacional.
- Frequência – Pode ser classificada em alta (três pontos), média (dois pontos) e baixa (um ponto), dependendo da frequência de ocorrência do impacto.
- Probabilidade – Também classificada em alta (três pontos), média (dois pontos) e baixa (um ponto). É avaliada de acordo com sua probabilidade de ocorrência.
- Severidade – Leva em consideração a magnitude e reversibilidade do impacto, sendo classificada em alta (três pontos – alta magnitude e irreversível), média (dois pontos – alta a média magnitude, porém reversíveis) e baixa (um ponto – baixa magnitude, independente da reversibilidade).
- Detecção – Considera o nível de dificuldade de avaliação e medição dos aspectos e impactos ambientais, podendo ser classificado em difícil (três pontos); moderado (dois pontos) e fácil (um ponto).

O cálculo da significância, segundo o DMA (2007), é dado pela seguinte equação:

$$\text{Significância} = \text{Abrangência} \times \text{Probabilidade} \times \text{Severidade} \times \text{Detecção}$$

Usando esta metodologia de classificação dos impactos ambientais, foram calculados para as duas áreas de estudo os impactos mais significativos. No Quadro 9 é apresentada a classificação dos impactos de acordo com sua pontuação, segundo DMA (2007).

Quadro 9: Classificação dos impactos segundo sua pontuação.

Resultado	Significância
≤ 06 pontos	Não significativo
08 - 16 pontos	Significativo
≥ 18 pontos	Muito significativo

No Quadro 10, os principais impactos ambientais da atividade de mineração de carvão de Candiota estão listados e classificados segundo sua significância. Observa-se que o mais significativo foi a drenagem ácida. No Quadro 11 é apresentada a classificação para Moatize, onde o impacto mais significativo foi o reassentamento da população local.

Quadro 10: Significância dos impactos ambientais de Candiota

Candiota								
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	I	Ab	Pr	Sr	De	Re	Significância
Remoção da camada vegetal	Impacto Visual	D	1	3	3	1	9	Significativo
	Desmatamento	D	1	3	2	1	6	Não significativo
	Alteração da topografia	D	1	3	3	1	9	Significativo
	Alteração do escoamento de água superficial	D	2	3	2	1	12	Significativo
Desmonte das bancadas	Poluição do ar	I	1	3	1	2	6	Não significativo
	Geração de ruídos e vibrações	D	1	3	1	1	3	Não significativo
Disposição do rejeito	Drenagem ácida	I	2	2	2	3	24	Muito significativo

I = Incidência: Direta (D), Indireta (I)

Ab = Abrangência: Local (1), Regional (2), Global (3)

Pr = Probabilidade: Baixa (1), Média (2), Alta (3)

Sr = Severidade: Baixa (1), Média (2), Alta (3)

De = Detecção: Fácil (1), Moderada (2), Difícil (3)

Re = Resultado

Quadro 11: Significância dos impactos ambientais de Moatize

Moatize								
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	I	Ab	Pr	Sr	De	Re	Significância
Remoção da camada vegetal	Impacto Visual	D	1	3	3	1	9	Significativo
	Desmatamento	D	1	3	2	1	6	Não significativo
	Alteração da topografia	D	1	3	3	1	9	Significativo
	Alteração do escoamento de água superficial	D	2	3	2	1	12	Significativo
Desmonte das bancadas	Poluição do ar	I	1	3	1	2	6	Não significativo
	Geração de ruídos e vibrações	D	1	3	1	1	3	Não significativo
Implementação do empreendimento mineiro	Reassentamento da população local	D	2	3	3	1	18	Muito significativo
	Aumento local de preços	I	2	2	1	2	8	Significativo
	Aumento da infra-estrutura	I	2	2	1	2	8	Significativo

I = Incidência: Direta (D), Indireta (I)

Ab = Abrangência: Local (1), Regional (2), Global (3)

Pr = Probabilidade: Baixa (1), Média (2), Alta (3)

Sr = Severidade: Baixa (1), Média (2), Alta (3)

De = Detecção: Fácil (1), Moderada (2), Difícil (3)

Re = Resultado

6. Interpretação e discussão

Este capítulo apresenta a interpretação e discussão dos dados comparativos de ambas as minas, considerando os aspectos ambientais, com destaque para a contaminação da água e solo e aspectos sociais envolvendo os empreendimentos. No entanto, não podemos dissociar os aspectos ambientais dos contextos políticos e econômico dos dois países.

Dentre os impactos com alta significância, destacam-se a drenagem ácida em Candiota e o reassentamento da população local em Moatize, ambos sendo considerado muito significativo.

Em relação aos parâmetros analisados, os impactos relacionados à drenagem ácida em Candiota possuem abrangência regional, probabilidade média, severidade média e difícil detecção. Devido à alta concentração de pirita, os rejeitos das atividades de mineração do carvão sul-rio-grandense constituem-se em fonte com um grande potencial de contaminação, tanto para as águas superficiais e subterrâneas quanto para o solo. Desde o início de operação da mina, o Departamento Autônomo de Carvão Mineral dispunha o rejeito sem a requerida preocupação ambiental, acelerando a acidificação das águas e do solo da região.

A legislação ambiental até meados da década de 1980 não exigia que medidas de proteção ambiental fossem implementadas, sendo que as medidas adotadas pela empresa para disposição dos rejeitos, foi um dos fatores fundamentais para a contaminação que ocorreu ao longo de décadas de exploração na região, comum em outras minas de carvão brasileiras. Com o surgimento da Política Nacional do Meio Ambiente em 1981 e com a Resolução CONAMA 01/86, que estipularam os parâmetros a serem respeitados e instituíram a fiscalização do uso dos recursos ambientais, o setor mineral foi obrigado a mudar as operações de disposição dos rejeitos e a iniciar planos de recuperação ambiental.

Em Moatize não foram detectados valores dos parâmetros de qualidade das águas superficiais muito além dos limites estabelecidos pela legislação moçambicana e/ou brasileira, indicando que as empresas responsáveis pela mineração de carvão na região estão respeitando a legislação ambiental local (Lei do Ambiente), estabelecida em 1997, anterior à instalação dos empreendimentos mineiros.

O impacto de maior significância em Moatize foi, sem dúvida, o reassentamento da população local, caracterizado como de abrangência regional, probabilidade alta, severidade alta e detecção fácil. A sua alta significância reflete o descontentamento das famílias deslocadas para implantação e operação da mina.

Macie (2015) realizou uma pesquisa de satisfação com a presença da Vale Moçambique em Moatize, e constatou que 64% dos entrevistados apresentam algum descontentamento com a empresa devido à violação de seus direitos. Entretanto, o governo local, que apenas enxerga o empreendimento como um benefício à economia moçambicana, afirma que a aprovação da Vale pela população é de 71%. Tais controvérsias estão ainda hoje em pauta e os conflitos sociais permanecem desde a implantação das atividades minerais.

Apesar do deslocamento compulsório ser amparado por lei, que garante que os recursos minerais que se encontram no solo e subsolo são propriedade do Estado, e que o uso da terra para mineração tem prioridade sobre os demais usos quando as operações mineiras gerem um benefício maior para a economia do país, é importante ressaltar que a Vale não está cumprindo suas obrigações previstas em lei com a comunidade, e mesmo assim não sofre as medidas punitivas que o Governo deveria aplicar. Este, por sua vez, com a argumento “pró-desenvolvimento”, reforça o poder da empresa sobre as famílias.

Em Candiota, a presença da Companhia Riograndense de Mineração é vista pela população de maneira diferente. Apesar de compreenderem que a atividade carbonífera provoca impactos ambientais negativos, como alteração da paisagem, geração de ruídos, poluição do ar, alteração da qualidade da água e solo, etc. a geração de empregos e o desenvolvimento econômico regional trazidos pela mina e pela usina termelétrica são considerados essenciais para o município. De um modo geral, a população de Candiota possui duas visões muito diferentes em relação aos dois principais setores da economia local: a atividade carbonífera e agropecuária. O primeiro é visto como sinônimo de evolução, enquanto o segundo é considerado arcaico e pouco rentável.

Portanto há um grande contraste na percepção local em relação aos empreendimentos de mineração. Enquanto em Moatize há um grande descontentamento com a Vale gerando intenso conflito social, em Candiota a presença da CRM é aceita pela população.

7. Conclusão

Os impactos ambientais são intrínsecos à atividade mineral. A mineração de carvão gera uma significativa degradação ao meio ambiente. Os impactos ambientais ocorrem em todas as etapas do empreendimento, desde a pesquisa até o encerramento das operações. A mineração gera alguns impactos irreversíveis ao ambiente, como a contaminação de extensas áreas pela drenagem ácida, impacto

este que até o presente não está controlado no Brasil, apesar de todos os avanços no campo de técnicas de recuperação ambiental e na legislação. Portanto, esta é uma questão que tem que ser enfrentada no país. Com o intuito de prever e avaliar os impactos ambientais gerados por um empreendimento, tanto a legislação brasileira quanto a legislação moçambicana exigem que um estudo prévio seja realizado. Desse modo, os impactos negativos podem ser prevenidos ou minimizados. Entretanto há uma grande diferença entre o estudo de impacto ambiental (EIA) de ambos os países. Em Moçambique, o EIA é realizado pelo Governo, assim como a fiscalização das atividades, enquanto que no Brasil isso cabe ao próprio empreendedor, que geralmente contrata uma empresa de consultoria.

Na legislação brasileira, o controle e monitoramento das atividades significativamente degradadoras do ambiente pelos órgãos governamentais são mais sólidas e mais estruturadas, apesar das diversas propostas que o governo vem tentando implementar nos últimos anos, de forma a enfraquecer o aparato legal ambiental e dismantelar as instituições fiscalizadoras.

No entanto, a implantação dos megaprojetos de mineração em Moçambique implicou na alteração dos usos do solo, pois, como foi definido pela lei de minas (Lei no. 14/2002 de 26 de junho, no seu artigo 43, ponto 2), a exploração mineira apresenta-se como prioritária em relação aos usos existentes, incluindo o uso destinado ao consumo próprio das comunidades locais.

Em Moçambique pode-se observar a fragilidade da legislação e de controle exercido pelo governo sobre a atividade mineral. Estudos apontam que direções provinciais do Ministério para a Coordenação da Ação Ambiental (MICOA) não têm capacidade de averiguar as atividades das empresas mineiras e, por isso, não sabem com exatidão quais os impactos reais da sua atividade (Issufo, 2013).

Exemplo disso é relatado pela ONG ADECRU (2015) que aponta que a mina de Chirodzi, da empresa JSPL Mozambique Minerais Limitada (Jindal) foi inaugurada pelo ex-presidente da República de Moçambique, Armando Emílio Guebuza, antes mesmo da conclusão e aprovação do estudo de impacto ambiental, violando, desse modo, a legislação e ignorando também os impactos provocados pela mesma à mais de 600 famílias que vivem a menos de 300 metros da mesma, cujo reassentamento prometido em 2011 não se efetivou, constituindo uma violação grosseira a Lei n.º 20/2014, de 18 de Agosto (Lei de Minas) e decreto n.º 11/2006 de 15 de Junho (Regulamento sobre a Inspeção Ambiental).

Outro problema apontado por ambientalistas locais é a falta de transparência das ações de controle dos impactos pelo governo, o qual não permite acesso e não torna público os planos de gestão ambiental e as avaliações anuais para medir a quantidade e o impacto da poluição (Macie, 2015). Também apontam que as medidas de recuperação, como implantação de cordão verde para diminuição da poeira e melhor controle da poluição atmosférica, não são satisfatórias.

Apesar das flagrantes violações, as empresas não são punidas na região, o que aponta que os interesses governamentais e privados em âmbito nacional ainda prevalecem de forma autoritária no país.

“Disseram-nos que este não é um caso do nosso nível, e que estávamos a mexer no que não devíamos. Tivemos que abandonar este caso. Há quem de facto manda neste país, a lei existe para uns e não para todos”, disse um dos nossos interlocutores (ADECRU, 2015).

A natureza também frágil e pouco desenvolvida tecnologicamente da base produtiva nacional reforça o interesse do governo nos megaprojetos de mineração. Das empresas de capital estrangeiro, entre 70 e 75% tem forte ligação com o governo ou com interesses privados no país, o que não promove o desenvolvimento social, uma vez que os bens primários são todos exportados. O desenvolvimento que se observa é o de serviços relacionados ao setor mineral e não de produção (Langa, 2017). A infraestrutura é precária e voltada ainda à exportação dos recursos minerais, com predomínio de redes ferroviárias que ligam as áreas de exploração aos portos para exportação do minério e de outros produtos.

A tardia independência do país (1975) e os sucessivos governos que se instalaram não conseguiram remediar situação de conflitos e de pobreza originadas pela colonização e exploração dos recursos naturais. Os moçambicanos pouco ou mesmo nada se beneficiavam com a exploração dos recursos existentes. De certa forma, continuam reféns de interesses exploratórios, que se configuram como neocolonialistas, com a concessão do governo à exploração das áreas minerais. As empresas de mineração estão inseridas nesse contexto sócio-político-econômico frágil e visam obter o máximo de lucro com os menores custos ambientais e sociais. Apesar das exigências da legislação ambiental local, estas nem sempre são respeitadas.

Tal postura das empresas não é exclusividade de Moçambique, mas se repete em vários países do mundo. Considerando os diferentes contextos nos países em estudo, não é muito diferente no Brasil. Apesar das imposições de controle ambiental,

o comportamento das empresas é o de cumprimento mínimo das exigências e muitas vezes procuram desviar caminhos para adiar ou não cumprir certas imposições legais.

O trabalho abordou diversos aspectos das atividades de mineração de carvão de Candiota e Moatize, com destaque para os impactos ambientais. Foi observado que apesar de possuírem características em comum, como os métodos de extração e a grande alteração da paisagem e da topografia, os principais aspectos socioambientais ocorrem de maneiras distintas em ambos os casos. Uma diferença central que implica na importância dos depósitos é a formação geológica e a qualidade energética do carvão. Em Moatize, o carvão de boa qualidade é explorado por empresas multinacionais que exportam o produto para o mercado global, em particular a China. Isso está relacionado à economia mundial, cercada de muitos interesses. Em Candiota, a gestão é local, por empresa brasileira e pelo governo sul-rio-grandense, com fornecimento para geração de energia na região. Portanto, as pressões sobre produto, demanda de mercado, políticas de controle de preços aqui não se fazem presentes tão fortemente quanto em Moatize. Este fator nos mostra a complexidade existente na atividade da mineração e como é necessário entender os diferentes aspectos a ela atrelados, sejam eles do meio físico ou social.

Outra grande diferença é a percepção que ambas populações possuem em relação às empresas. Moçambique é um país com um dos piores índices de Desenvolvimento Humano (IDH) do mundo (0,418) e possui uma população de baixa escolaridade (UNDP, 2016). Consequentemente, os empregos gerados pela atividade carbonífera foram em sua maioria direcionados a mão-de-obra qualificada de outros lugares, apesar de também atender uma parte pequena da comunidade. Para as famílias locais restou o ônus do empreendimento, seja com o deslocamento compulsório de centenas de famílias ou com as vibrações e ruídos gerados pelas operações de desmonte na mina, bem como as alterações culturais, de modo de vida e falsas expectativas.

Conclui-se, portanto, deste estudo que similaridades estão presentes nas duas áreas pesquisadas, em termos de aplicação de tecnologias e desenvolvimento dos procedimentos de exploração mineral, bem como nos tipos de impactos ambientais. No entanto, a situação política e econômica diferente dos dois países nos permite apontar como esse fator causa grande influência sobre a legislação ambiental e a aprovação de projetos multinacionais. Não podemos dizer que no Brasil também não haja isenção de interesses políticos e econômicos no setor mineral que pressionam a preservação ambiental. Também podemos verificar que abusos são cometidos e que muitos responsáveis não são punidos, a exemplo do caso da

mineração Samarco em Mariana. Se o carvão brasileiro fosse de excelente qualidade e as jazidas fossem tão grandes quanto as de Moatize, com certeza haveriam multinacionais explorando esses depósitos, como o que acontece com o minério de ferro.

As relações entre a degradação ambiental e humana são geradas pelos interesses econômicos de exploração dos recursos naturais em todo o mundo, os quais são ainda dominados por poucos grupos que se sobrepõem aos direitos e desejos das maiorias, muitas vezes até de governos, que sofrem com as pressões internacionais de mercado para agirem em concordância com esse modelo exploratório. Questões como falta de cumprimento da legislação, corrupção, falta de transparência, demandas de mercado, produção de bens de consumo de ordem global causam tais degradações, em particular em países mais vulneráveis.

A questão central que se coloca em discussão é até quando a visão de exploração dos recursos minerais se sustentará frente às mudanças que ocorrem na sociedade? Até quando a sociedade vai continuar aceitando tais impactos, na dependência de uma economia baseada em produtos primários que beneficia parte da sociedade e gera ônus para uma grande maioria?

O exercício do controle social requer ainda um caminho longo para ser desenvolvido nos dois países, bem como uma mudança de visão das empresas que se coloquem com mais responsabilidade social e ambiental.

O desenvolvimento da atividade minerária com a sustentabilidade socioambiental ainda está longe de ser alcançado.

8. Referência Bibliográficas

ADECRU (2015). Poluição do Porto Seco de Carvão da Jindal atinge 30 mil pessoas em Moçambique. Acção Acadêmica para o Desenvolvimento das Comunidades Rurais, Maputo, Moçambique. Disponível em <<https://adecru.wordpress.com/2015/02/04/poluicao-do-porto-seco-de-carvao-da-jindal-atinge-30-mil-pessoas-em-mocambique/>>. Acesso em 05/10/2017.

AIE, (2014). World Energy Outlook 2014. AIE, Paris, França. Disponível em <<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WorldEnergyOutlook2014ExecutiveSummaryPortugueseversion.pdf>>. Acesso em 28/03/2017.

Akcil, A., Koldas, S., (2005). Acid Mine Drainage (AMD): causes, treatment and case studies. *Journal of Cleaner Production*. 14. 1139-1145.

ANEEL, (2008). *Atlas de Energia Elétrica do Brasil*. Brasil. InTech, <<http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas3ed.pdf>>. Acesso em 27/03/2017.

Bittencourt, D.G.B., Pinto, L.F.S., Pauletto, E.A., Silva, M.T., Garcia, G.F. (2015). Geração de ácida e de contaminação por metais pesados em perfis de solos construídos em área de mineração de carvão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 39: 1821-1834.

Borba, R. F. (2001). Balanço Mineral Brasileiro 2001. DNPM, Brasil. Disponível em <http://www.dnpm.gov.br/dnpm/paginas/balanco-mineral/arquivos/balanco-mineral-brasileiro-2001-carvao-mineral/@@download/file/BALANCO_MINERAL_006_2001.pdf>. Acesso em 27/03/2017.

Borma, L.S., Mendonça, R.G., Souza, V.P., Soares, P.S.M., (2003). Utilização de cinza no contexto da reabilitação de áreas de mineração de carvão. *V Congresso Brasileiro de Geotecnia Ambiental*. v.1. 3-6. Porto Alegre: CETEM.

Brasil (1967). *Decreto-Lei nº 227/1967, de 28 de fevereiro. Aprova o Código da Mineiração*. Brasil. Imprensa Internacional.

Brasil (1981). *Lei nº 6.938/1981, de 31 de agosto. Aprova a Política Nacional do Meio Ambiente*. Brasil. Imprensa Internacional.

Brasil (1998). *Lei nº 9.605/1998, de 12 de fevereiro. Aprova a Lei de Crimes Ambientais*. Brasil. Imprensa Internacional.

Brasil, Ministério de Minas e Energia (2013). Balanço Energético Nacional. MME, Rio de Janeiro, Brasil. Disponível em

<https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final_2013_Web.pdf>. Acesso em 30/03/2017.

Brasil, Ministério de Minas e Energia (2016). Marco da Mineração – Perguntas e Respostas, Brasil. Disponível em <http://www.mme.gov.br/documents/10584/1594105/Perguntas_e_Respostas.pdf/9e65ca38-1cc4-4540-a714-e5221a79e8a6 > Acesso em 28/07/2017.

Chauque, F.R. (2008). *Estudo geocronológico, litogeoquímico e de geoquímica isotópica de alguns carbonatitos e rochas alcalinas de Moçambique*. Dissertação (Mestrado). São Paulo: Instituto de Geociências, USP.

Chizenga, A.P. (2016). Mineração e o conflito ambiental: disputas em torno da implantação do megaprojeto da Vale na Bacia Carbonífera de Moatize, Moçambique. Dissertação (Mestrado). Porto Alegre: Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, UFRGS.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente (1986). *Resolução Conama ° 01, de 23 de janeiro de 1986*. Ministério do Meio Ambiente. Brasil.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente (2005). *Resolução Conama ° 357, de 17 de março de 2005*. Ministério do Meio Ambiente. Brasil.

CRM (2017). Etapas da mineração e recuperação ambiental. Companhia Riograndense de Mineração, Porto Alegre. Disponível em <<http://www.crm.rs.gov.br/lista/531/Etapas-da-mineracao-e-recuperacao-ambiental#.WYdW8jOGPIU> >. Acesso em 25/07/2017.

DMA (2007). Melhore a competitividade com o sistema de gestão ambiental – SGA. São Paulo, Departamento de Meio Ambiente da Fiesp. Disponível em <http://www.crq4.org.br/downloads/sistema_gestao.pdf>. Acesso em 20/09/2017.

Farias, C. E. G. (2002). Mineração e Meio Ambiente no Brasil. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Disponível em <http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/minera.pdf>. Acesso em 22/07/2017.

Fernandes, P., Chew, D., Rodrigues, B., Jorge, R., Marques, J., Jamal, D., Vasconcelos, L., (2015). The thermal history of the Karoo Moatize-Minjova Basin, Tete Province, Mozambique: An integrated vitrinite reflectance and apatite fission track thermochronology study. *Journal of African Earth Sciences*, 112, 55-72.

Fritz, K.B.B., Waquil, P.D. (2003). A percepção da população do município de Candiota sobre os impactos sociais, econômicos e ambientais decorrentes da produção e emprego do carvão mineral. *Teoria e Evidência Econômica*. v.11, 119-134.

Gavronski, J.D. (1997). *Mina de Candiota: Alternativas de Produção*. Dissertação (Mestrado). Porto Alegre: Escola de Engenharia, UFRGS.

Gomes, A.J.P. (2002). Carvão do Brasil, turfa agrícola: geologia, meio ambiente e participação estratégica na produção de eletricidade no sul do Brasil. Porto Alegre: EST Edições.

IESE (2014). Impactos da extracção do carvão sobre o emprego e a produção agrária em Moatize. *IV Conferência Internacional do Instituto de Estudos Sociais e Económicos*. v.1. 1978-2012. Maputo: IESE.

Issufo, N. (2013). Quedo do preço do carvão pode ameaçar produção em Moçambique. Moçambique: InTech: <<http://p.dw.com/p/19xdy>>. Acesso em 05/10/2017.

Jamal, D.L. (2005). *Crustal studies across selected geotransects in NE Mozambique: differentiating between Mozambican (Kibaran) and Pan-African events, with implications for Gondwana studies*. Tese (PhD). Cidade do Cabo: University of Cape Town.

José, D.S., Sampaio, C.H., (2011). Estado da Arte da Mineração em Moçambique: Caso Carvão de Moatize, Tete. *6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia*. v.1, 3-15. Maputo: CLME.

Koppe, J.C., Costa, J.F.C.L. (2008). A lavra de carvão e o meio ambiente em Santa Catarina. In Soares, P.S.M., Santos, M.D.C., Possa, M.V., *Carvão Brasileiro: tecnologia e meio ambiente*. CETEM, p. 25-39.

Langa, E. (2017). Ligações com megaprojectos: oportunidades limitadas a determinados grupos. In: Brito, L. & Chivulele, F.M. *Economia, Recursos Naturais, Pobreza e Política em Moçambique – uma coletânea de textos*. Maputo, p.163-168.

Macie, A. E. A. (2015). *Mineração de carvão na bacia carbonífera de Moatize, província de Tete - noroeste de Moçambique: Uma análise socioambiental*. Dissertação (Mestrado). São Paulo: Instituto de Geociências, USP, 138p.

Mambo, I. F. (2017). *Simulação da operação de carregamento e transporte numa mina a céu aberto de carvão*. Dissertação (Mestrado). Ouro Preto: Escola de Minas, UFOP, 62p.

Matos, S.L.F. (1999). *História deposicional e intervalo portador de carvão da formação Rio Bonito, permiano da Bacia do Paraná, no depósito de carvão de Candiota*, RS. Tese (Doutorado). São Paulo: Instituto de Geociências, USP, 158p.

Matos, E.A.C., Medeiros, R.M.V. (2012). Exploração Mineira em Moatize, no Centro de Moçambique: Que futuro para as Comunidades Locais. *XXI Encontro Nacional de Geografia Agrária*. UFU ISSN 1983-487X.

MEND/CANMET (1994). Technical Report: Evaluation of alternate dry covers for the inhibition of acid mine drainage from tailings. The Mine Environment Neutral Drainage (MEND), Canadian Centre for Mineral and Energy Technology, Ontario, Canada. Disponível em: <<http://mend-nedem.org/wp-content/uploads/2013/01/2.20.1.pdf>>. Acesso em 23/09/2017.

Milani, E.J., Assine, M.L., Soares, P.C. (1993). A sequência ordovício-siluriana da Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências da PETROBRÁS*.

Moçambique (1997). *Lei nº 20/1997, de 7 de outubro. Aprova a Lei do Ambiente*. Moçambique. Imprensa Internacional.

Moçambique (2014). *Lei nº 20/2014, de 18 de agosto. Aprova a nova Lei de Minas*. Moçambique, Imprensa Internacional.

Pereira, V.C. (2013). *O rural e o carvão: representações sociais em Candiota – RS*. Dissertação (Mestrado). Porto Alegre: Faculdade de Ciências Econômicas, UFRGS.

Pereira, V.C., Almeida, J. (2015). Relações entre a Atividade Carbonífera e o Rural em Candiota, RS, Brasil: análises sobre representações sociais em um contexto de dilemas sobre a energia. *Revista de Economia e Sociologia Rural*. v.53, 127-142.

Pereira, Z. Lopes, G., Fernandes, P., Marques, J. (2014). Estudo palinostratigráfico da sondagem ETA 72 do Karoo Inferior da Bacia Carbonífera de Moatize-Minjova, Moçambique: resultados preliminares. *Comunicações Geológicas*, Especial I, 543-546.

Pinto, L.F.S., Kampf, N. (2002). Contaminação dos solos construídos. In: Teixeira, E.C., Pires, M.J.R. *Meio ambiente e carvão. Impactos da exploração e utilização*. Porto Alegre: FINEP/ CAPES/ PADCT/ GTM/ PUCRS/ UFSM/ FEPAN. p 69-92.

PNUD (2010). Ranking IDHM Municípios 2010. Programa das Nações Unidas para o desenvolvimento no Brasil. Disponível em

<<http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/rankings/idhm-municipios-2010.html>>. Acesso em 24/07/2017.

Sánchez, L.E. (2008). *Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos*. São Paulo: Oficina de Textos.

Schlüter, T. (2008). *Geological Atlas of Africa: With Notes on Stratigraphy, Tectonics, Economic, Geology, Geohazards and Geosites of Each Country*. Nairobi: Springer.

Schneider, R.L., Muhlmann H., Tomassi E., Medeiros R.A., Daemon R.A., Nogueira A.A. (1974). Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná. *XVIII Congresso Brasileiro de Geologia*, v.1, 49-56. Porto Alegre: SBG.

Selemane, T. (2010). *Questões à volta da Mineração em Moçambique – Relatório de Monitoria das Actividades Mineiras em Moma, Moatize, Manica e Sussundenga*. Maputo: Centro de Integridade Pública

Soares, E.R., Mello, J.W.V., Costa, L.M., Corrêa, L.T. (1997). Drenagem ácida de materiais proveniente da mineração de carvão, de Candiota RS. *Geonomos* 5(1): 67-72.

Taioli, F. Recurso energéticos e meio ambiente (2009). In: Teixeira, W., Fairchild, T.R., Toledo, M.C.M., Taioli, F. *Decifrando a Terra*. 2. Ed. Companhia Editora Nacional. p. 486-507.

Ubaldo, M.O., Souza, V.P. (2008). Controle e mitigação da drenagem ácida em operações de mineração. In Soares, P. S. M., Santos, M. D. C., Possa, M. V., *Carvão Brasileiro: tecnologia e meio ambiente*. CETEM, p. 213-235.

UNDP (2016) Human Development Index and its components. In: UNDP. *Human Development Report 2016*. Ottawa: Lowe-Martin Group.p 198.

VALE (2006). *Projecto de Carvão de Moatize - Estudo do Impacto Ambiental (EIA) – Complexo Industrial de Moatize*. Companhia Vale do Rio Doce Moçambique. Volume IV.

VALE (2017). *Mina de Moatize – Mineração Sustentável*. Vale, Maputo. Disponível em < <http://www.vale.com/mozambique/pt/business/mining/coal/moatize-coal-mine/paginas/default.aspx> >. Acesso em 25/09/2017.

Westerhof, A.B.P., Matti, I. L., Mäkitie H, Manninen T., Pekkala, Y., Gustafsson, B., Tahon, A. (2008). The Tete-Chipata Belt: a new multiple terrano elemento from western Mozambique and Southern Zambia In Pekkala, Y., Tapio, L., Mäkitie, H. *GTK*

Consortium Geological Surveys in Mozambique 2002-2007. Geological Survey of Finland, Special Paper 48, p. 145-167.

Yanful, E.K., Bell, A.V., Woysner, M.R. (1993). Design of a composite soil cover for an experimental waste rock pile near Newcastle, New Brunswick, Canada. *Canadian Geotechnical Journal*, 30: p. 578-58.