



INSTITUTO TECNOLÓGICO VALE



**INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE TETE**  
**ASSOCIAÇÃO INSTITUTO TECNOLÓGICO VALE**

**Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas e Processamento Mineral**

**MARCOS AFONSO JINJA CUSSAIA**

**LAVRA SUSTENTÁVEL NO CONTEXTO DAS VIBRAÇÕES CAUSADAS POR  
DESMONTE DE ROCHA COM EXPLOSIVOS EM ÁREAS PRÓXIMAS A  
COMUNIDADES –ESTUDO DE CASO - MINA DE CARVÃO DE MOATIZE-  
VALE MOÇAMBIQUE**

**Tete**  
**Moçambique**  
**2019**

**MARCOS AFONSO JINJA CUSSAIA**

**LAVRA SUSTENTÁVEL NO CONTEXTO DAS VIBRAÇÕES CAUSADAS POR  
DESMONTE DE ROCHA COM EXPLOSIVOS EM ÁREAS PRÓXIMAS A  
COMUNIDADES –ESTUDO DE CASO - MINA DE CARVÃO DE MOATIZE-  
VALE MOÇAMBIQUE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas e Processamento Mineral do Instituto Superior Politécnico de Tete e do Instituto Tecnológico Vale, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Mineral.

Área de concentração: Lavra de Minas

Orientador: Prof. Vidal Félix Navarro Torres

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C984I

Cussaia, Marcos Afonso Jinja

Lavra sustentável no contexto das vibrações causadas por desmonte de rocha com explosivo em áreas próximas a comunidades: estudo de caso mina de carvão de Moatize- Vale Moçambique/ Marcos Afonso Jinja Cussaia - Ouro Preto, ITV, 2019.

100 f.: il.

Dissertação (mestrado) - Instituto Tecnológico Vale, 2019.  
Orientador: Vidal Felix Navarro Torres, Dr.

1. Sustentabilidade Ambiental. 2. Explosivos. 3. Detonação.  
4. Monitoramento. 5. Acústica. 6. Monitoramento Sismográfico.  
I. Torres, Vidal Félix Navarro. II. Título.

CDD. 23. ed. 622.2



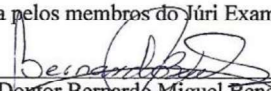
INSTITUTO TECNOLÓGICO VALE

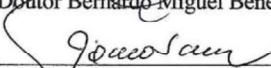


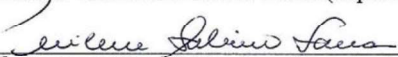
**Mestrado Profissional em Engenharia de Minas e de Processamento Mineral  
Convênio Instituto Superior Politécnico de Tete e Instituto Tecnológico Vale**


**ACTA DA SESSÃO DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO Mestrado  
PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE MINAS**


Aos seis dias do mês de maio do ano de dois mil e dezanove, realizou-se às dez horas, no Auditório do Instituto Superior Politécnico de Tete, a sessão de defesa de dissertação do candidato ao grau de Mestre em Engenharia de Minas, Marcos Afonso Jinja Cussaia intitulada "Lavra sustentável no contexto das vibrações causadas por desmonte com explosivos em áreas próximas a comunidades – Caso de Estudo da Vale Moçambique-Mina de Carvão de Moatize". O Júri Examinador foi constituído pelos Professores, Vidal Félix Navarro Torres do Instituto Tecnológico Vale, Milene Sabino Lana da Universidade Federal de Ouro Preto, Adilson Curi da Universidade Federal de Ouro Preto e Ildelfonso Gusmão Dutra da Universidade Federal de Minas Gerais. De acordo com o Regulamento do Curso de Mestrado, o Presidente do Júri Examinador, Bernardo Miguel Bene, do Instituto Superior Politécnico de Tete, abriu a sessão, passando a palavra ao candidato, que fez a exposição do seu trabalho. Em seguida, foi realizada a sessão de perguntas pelos examinadores acima citados, com a respectiva defesa do candidato. Finalizada a sessão, o Júri Examinador se reuniu, sem a presença do candidato, tendo deliberado pela sua: ( ) Aprovação; ( ) Aprovação, sugerindo a incorporação das observações dos examinadores; (X) Aprovação, condicionada ao cumprimento das exigências dos examinadores; ( ) Reprovação. Considerando o prazo máximo de seis meses, a data limite para entrega da versão final será aos seis dias do mês de novembro do ano de dois mil e dezanove. Nada mais havendo para constar, lavrou-se a presente acta, que segue assinada pelos membros do Júri Examinador.

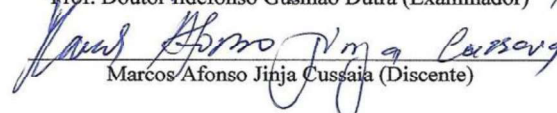
  
Doutor Bernardo Miguel Bene (Presidente)

  
Prof. Doutor Vidal Félix Navarro Torres (Supervisor)

  
Prof.ª Doutora Milene Sabino Lana (Examinadora)

  
Prof. Doutor Adilson Curi (Examinador)

  
Prof. Doutor Ildelfonso Gusmão Dutra (Examinador)

  
Marcos Afonso Jinja Cussaia (Discente)

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a minha família pela força que me deu para poder elaborar este trabalho e pelo encorajamento nos momentos difíceis.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter-me dado força e coragem para desafiar este curso e também ter colocado pessoas que quando pensasse em desistir estivessem ao lado para animar.

Os meus agradecimentos vão, de seguida ao meu Orientador Pr.Dr. Vidal Félix Navarro Torres, que me transmitiu os primeiros passos para elaboração deste trabalho, pela paciência e ideias sabias que ajudaram a tornar numa realidade a minha dissertação.

Os meus agradecimentos são extensivos aos meus Docentes do mestrado, e vão a eles o meu reconhecimento e gratidão pela paciência ao longo do tempo que durou o curso.

Os meus agradecimentos vão ao Mestre Leandro Silveira, pelo apoio que deu em campo e carinho, na teoria e na prática.

Aos colegas da Vale Bernardino Magasso que me acompanhou em campo na recolha de dados, um homem incansável.

Aos meus colegas do mestrado na turma de lavra, estendo o meu obrigado pela confiança, força e encorajamento durante a caminhada desta realidade.

Agradecer a Vale Moçambique por me ceder o espaço para desenvolver meu trabalho de pesquisa, na pessoa de Leonardo Xirinda Gerente do Planejamento, ao Fidel Ataide com os planos de perfuração e desmonte, Sérgio Fernando que nos deu todo apoio logístico durante o estágio.

Finalmente agradeço a todos os que direta ou indiretamente deram confiança necessária para realização deste trabalho.

*Há uma só Terra, mas não um só mundo. Todos nós dependemos de uma biosfera para conservarmos nossas vidas. Mesmo assim, cada comunidade, cada país luta pela sobrevivência e pela prosperidade quase sem levar em consideração o impacto que causa sobre os demais. Alguns consomem os recursos da Terra a um tal ritmo que provavelmente pouco sobrarão para as gerações futuras.*

**(BRUNDTLAND, 1991).**

## RESUMO

O presente trabalho com a lavra sustentável no contexto das vibrações causadas por desmonte de rocha com explosivos em áreas próximas a comunidades – estudo de caso - mina de carvão de Moatize- vale Moçambique. Tem como objetivo Garantir a sustentabilidade ambiental no contexto das vibrações e pressão acústica provocado por desmonte de rocha com explosivos, gerando impacto aceitáveis sobre o empreendimento bem como a vizinhança da mina de carvão Moatize, o trabalho trata da aplicação de um processo matemático inovador, para a quantificação da sustentabilidade ambiental em lavra de minas a céu aberto mediante o índice de sustentabilidade ambiental baseado nos diversos parâmetros das quatro componentes ambientais (atmosfera, litosfera, hidrosfera e biosfera), a sua admissibilidade e permanência ao longo do tempo. O modelo matemático foi aplicado para os parâmetros vibração e pressão acústica para uma mina de carvão da VALE- Moçambique, na qual foram realizados trabalhos de monitoramento sismográfico em campo e posterior processamento de dados. Tal processo permite avaliar quantitativamente a sustentabilidade das operações desta mina e pode ser aplicado a qualquer mina a céu aberto.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade ambiental. Explosivo. Detonação. Vibrações. Pressão acústica. Dano estrutural. Impactos negativos. Monitoramento sismográfico.



## ABSTRACT

The present entitled Sustainable mining in the response of vibrations caused by rock blasting in areas near to the communities - case study Vale Mozambique - Moatize Coal Mine, aims to control the vibration caused by the rock blasting operation and to minimize the negative impacts to the population around the mine. In this study, it will be the monitored vibrations generated by explosives at the Moatize Coal Mine, in Tete province operated by Vale Mozambique, and it deals with the application of an innovative mathematical process for the quantification of environmental sustainability in mining of open pit mines through the environmental sustainability index based on the various parameters of the four environmental components (atmosphere, lithosphere, hydrosphere and biosphere), their admissibility and permanence over time. The mathematical model was applied at the vibration and acoustic pressure parameters at the Moatize Coal Mine, in which seismographic monitoring was carried out in the field in order to gather data for subsequent data processing phases. That process allows a quantitative evaluation of the sustainability of the operations at this mine and can be applied to any open pit mine worldwide operating in the same conditions.

**Keywords:** Sustainability. Explosive. Blasting. Vibration. Acoustic pressure. Structural damage. Negative impacts. Seismograph monitoring.