



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

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

**FLORIANO JANTAR TORCIDA**

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO CARVÃO DE MOATIZE COM A  
INCORPORAÇÃO DOS FINOS**

**Tete  
Moçambique  
2019**

**FLORIANO JANTAR TORCIDA**

**Avaliação do Desempenho do Carvão de Moatize com a  
Incorporação dos Finos**

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: Processamento Mineral

Orientador: Dra. Valdirene Gonzaga de Resende

Coorientador: Dr. Eunírio Zanetti Fernandes

Tete

2019

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

T676a

Torcida, Floriano Jantar

Avaliação do desempenho do carvão de Moatize com a incorporação dos finos/ Floriano Jantar Torcida - Ouro Preto, ITV, 2019.

64 f.: il.

Dissertação (mestrado) - Instituto Tecnológico Vale, 2019.

Orientador: Valdirene Gonzaga de Resende, Dra.

Coorientador: Eunírio Zanetti Fernandes, Dr.

1. Carvão Mineral. 2. Coqueificação. 3. Resistência Mecânica. 4. Coque.  
I. Resende, Valdirene Gonzaga de. II. Fernandes, Eunírio Zanetti.  
III. Título.

CDD. 23. ed. 622.331

Bibliotecária responsável: Nisa Gonçalves – CRB 2 - 525

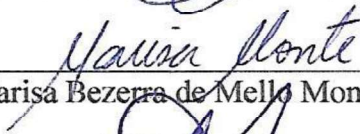
**Mestrado Profissional em Engenharia de Minas e de Processamento Mineral  
Convênio Instituto Superior Politécnico de Tete e Instituto Tecnológico Vale**

**ACTA DA SESSÃO DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO MESTRADO  
PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PROCESSAMENTO MINERAL**

Aos trinta dias do mês de janeiro 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 Processamento Mineral, Floriano Jantar Torcida intitulada “Avaliação do Desempenho do Carvão de Moatize com a Incorporação dos Finos”. O Júri Examinador foi constituído pelos Professores, Prof<sup>ª</sup>. Doutora Marisa Bezerra de Mello Monte do Centro de Tecnologia Mineira, André Luiz Amarante Mesquita da Universidade Federal do Pará e Thiago César Souza Pinto do Instituto Tecnológico Vale. 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; (X) Aprovação, sugerindo a incorporação das observações dos examinadores; ( ) 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 vinte e nove dias do mês de julho 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.



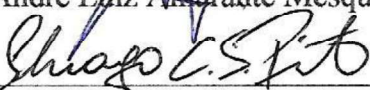
Doutor Bernardo Miguel Bene (Presidente)



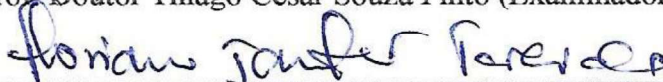
Prof<sup>ª</sup>. Doutora Marisa Bezerra de Mello Monte (Supervisora Substituta)



Prof. Doutor André Luiz Amarante Mesquita (Examinador)



Prof. Doutor Thiago César Souza Pinto (Examinador)



Floriano Jantar Torcida (Discente)

À família Torcida, especialmente aos meus pais  
Marcos Torcida (em memória) e Antónia Jantar  
pelo amparo, cuidados para o alcance  
de todos os meus estudos.

## **AGRADECIMENTOS**

A Dra. Valdirene Gonzaga de Resende pela orientação, estímulo, paciência e pela oportunidade da realização deste trabalho.

Ao Dr. Eunírio Zanetti Fernandes pela oportunidade de realizar o programa de mestrado.

A Eng<sup>a</sup> Delciane Porfiro pelo apoio na interpretação e discussão dos resultados.

Ao Eng. Sílvio Maranha pela discussão e direcionamento do trabalho.

A todos os técnicos dos laboratórios e gerência do Centro Tecnologia de Ferros da Vale, Brasil.

Aos docentes do Instituto Tecnológico Vale pelos ensinamentos ao longo da minha formação.

Aos meus pais Marcos Torcida Reino e Antónia Jantar pelo apoio e incentivo em todas as minhas decisões.

Aos meus irmãos Hélio J. Torcida, Elsa J. Torcida, Suzeta J. Torcida, a minha esposa Quina Francisco e ao meu filho Floriano Jantar Torcida Júnior pelo incentivo.

A todos meus colegas da turma de Engenharia de Processamento Mineral pelos tempos que passamos juntos dentro e fora da faculdade e apoio social.

Ao Instituto Politécnico de Tete por ter me concedido a bolsa de estudo para a minha formação.

## RESUMO

A Vale é uma das empresas líderes em mineração no mundo e está presente nos cinco continentes, em Moçambique particularmente na província de Tete, distrito de Moatize. Nesta província a empresa se dedica a exploração, extração e processamento de carvão mineral, comercializado nos mercados globais como Europa, Índia, Américas e Ásia Oriental.

Este trabalho teve como objetivo geral, avaliar o desempenho do carvão de Moatize da camada Chipanga, explorado pela Vale Moçambique, após a incorporação dos finos (<0,250mm). A incorporação dos finos tem a finalidade de maximizar o rendimento do sistema mina/usina de beneficiamento sem o comprometimento das propriedades do carvão que lhe conferem características adequadas para produção de coque utilizado nos altos fornos. Para isso foram preparadas por peneiramento, recomposição de massas e caracterizadas três amostras com diferentes percentuais de material abaixo de 0,250mm, isto é, com 7, 15 e 30% de finos. A caracterização das amostras, inclusive dos finos, envolveu análises química, físicas, petrográficas e térmicas.

Quanto aos resultados obtidos pela caracterização das amostras com diferentes percentuais de finos, ressalta-se que o aumento do percentual elevou o teor de superfinos (<0,150mm), maximizando o efeito negativo da granulometria sobre a fluidez, dilatação e inchamento do carvão e, conseqüentemente, reatividade e resistência após reação do coque. Destaca-se, principalmente, que a amostra com 30% apresentou percentual de superfinos considerado elevado, 21,2%, nível próximo ao de alguns carvões concorrentes, mas que podem impactar negativamente no desempenho do carvão durante seu manuseio.

Os coques caracterizados neste trabalho foram gerados em escala de bancada, a partir de semicoques produzidos em forno de soleira aquecida com tratamento térmico posterior. Os resultados destes coques mostraram que o índice de reatividade (CRI) aumentou e a resistência após reação (CSR) reduziu com o aumento da participação de finos, sendo que a correlação entre estes dois parâmetros foi de  $R^2=0,9956$ , mostrando que as análises não impactaram nos resultados. O comportamento do CRI/CSR para as presentes amostras, indicou uma correlação com a granulometria das amostras.

**Palavras-Chaves:** Moatize, carvão mineral, incorporação de finos, coqueificação, coque, resistência mecânica.

## ABSTRACT

Vale is one of the leading mining companies in the world and it is present on the five continents. Particularly in Mozambique, it is present in the province of Tete, at Moatize district. In this province, the company is engaged on the exploration, extraction and processing of mineral coal, marketed in global markets such as Europe, India, Americas and East Asia.

The main goal of this work was to evaluate the performance of Moatize coal in the Chipanga layer, exploited by Vale Moçambique, after the incorporation of fines (<0.250mm). The incorporation these fines has the purpose of maximizing the yield of the mine/beneficiation system without compromising the properties of the coal, which give it suitable characteristics to produce coke to be used in blast furnaces. Three samples with 7, 15 and 30% of fines were prepared by sieving and mass recomposition, and finally characterized. The characterization of the samples, including fines, involved chemical, physical, petrographic and thermal analyzes.

Concerning the results of the characterization of the samples, the increase of the superfine content (<0.150mm) maximized the negative effect of the granulometry on the fluidity, expansion and swelling of the coal and, consequently, reactivity and resistance after coke reaction. It is important to note that the sample with 30% had a considerable high percentage of superfine, 21.2%, which is similar to some coals from competitors. However, it could negatively impact the performance of the coal during its application.

The cokes characterized in this work were generated in bench scale, from semicokes produced in a sole heat oven with subsequent heat treatment. The results of these cokes showed that the reactivity index (CRI) increased and the resistance after reaction (CSR) reduced with the increase of the addition of fines, and the correlation between these two parameters was  $R^2 = 0.9956$ , showing that the analyses did not affect the results. The behavior of the CRI/CSR for the present samples indicated a correlation with the granulometry of the samples.

**Keywords:** Moatize, mineral coal, incorporation of fines, cokemaking, coke, mechanical strength.