



INSTITUTO TECNOLÓGICO VALE



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

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

**AMÉRICO JOSÉ COUVES**

**ESTUDO DO APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DO REJEITO DE  
CARVÃO DA MINA DE MOATIZE-MOÇAMBIQUE**

**Tete  
Moçambique  
2019**

*AMÉRICO JOSÉ COUVES*

**ESTUDO DO APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DO REJEITO DE CARVÃO DA  
MINA DE MOATIZE-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: Processamento Mineral

Orientador: Prof. Ivo André Homrich Schneider.

Co-orientador: Prof. Beatriz Alcía Firpo Vasques.

**Tete  
2019**

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

J1e

Couves, Américo José

Estudo do aproveitamento energético do rejeito de carvão da mina de Moatize-Moçambique / Américo José Couves - Ouro Preto, ITV, 2019.

62 f.: il.

Dissertação (mestrado) - Instituto Tecnológico Vale, 2019.

Orientador: Ivo André Homrich Schneider, Prof.

Coorientador (a): Beatriz Alcía Firpo Vasques, Prof.

1. Rejeito de Carvão. 2. Caracterização. 3. Aproveitamento de Rejeitos. 4. Beneficiamento. I. Schneider, Ivo André Homrich. II. Vasques, Beatriz Alcía Firpo. III. Título.

CDD. 23. ed. 622.331


**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 vinte e oito 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, Américo José Couves intitulada “Estudo de Aproveitamento Energético do Rejeito de Carvão da Mina de Moatize-Moçambique”. O Júri Examinador foi constituído pelos Professores, Marisa Bezerra de Mello Monte do Centro de Tecnologia Mineira, Lopo António Ferreira Trigoso de Sousa e Vasconcelos da Universidade Eduardo Mondlane e Irineu António Schadach de Brum da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 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 vinte e oito 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. Doutora Marisa Bezerra de Mello Monte (Supervisora Substituta)

  
Professor Catedrático Lopo António Ferreira Trigoso de Sousa e Vasconcelos  
(Examinador)

  
Prof. Doutor Irineu António Schadach de Brum (Examinador)

  
Américo José Couves (Discente)

## **DEDICATÓRIA**

A Deus acima de tudo, como Criador do mundo e de tudo o quanto nele existe, e a quem devo minha Honra e vida.

Aos meus filhos e à minha esposa pela paciência e apoio moral.

A todos os colegas do Mestrado Profissional e pesquisadores na área de mineração e os demais que necessitam de dados para a melhoramento contínuo da área de Processamento Mineral.

## AGRADECIMENTO

Ao Professor Doutor Ivo André Schneider, orientador desta dissertação e à co-orientadora Beatriz Firpo, pelo apoio, acompanhamento, disponibilidade e pela análise crítica que tanto me ajudou na elaboração;

Ao Instituto Tecnológico Vale – ITV e Instituto Superior Politécnico de Tete – ISPT por proporcionarem a bolsa do Mestrado Profissional;

A todos os trabalhadores do ITV, ao Dr. Eunirio Zanetti e Jamily Sousa por todas as facilidades concedidas, um especial agradecimento;

A toda a galera do Centro de Tecnologia, em especial aos mestrandos Jéssica Weiler, Eduardo Kercher de Oliveira e Renan Thiesen do LTM e Pedro Maraschim do LAPROM;

Ao Geociências da UFRGS, especialmente à Priscila Lourenzi, Técnica do Laboratório de Petrografia, e ao Dr. Lucas Bonan Gomes, técnico do Laboratório de Difractometria de Raios X (IGEO);

A todos os funcionários do LTM pelo acolhimento durante a minha estadia no Brasil e apoio que me deram;

À empresa Vale Mozambique, por facultarem o envio das amostras para a realização deste trabalho;

Aos meus familiares e amigos pelo incentivo, que me fez possibilitar a realização deste trabalho;

A todos os que direta ou indiretamente me apoiaram nesta caminhada, o meu muito obrigado.

*A humildade que nos torna ser grande.*

## RESUMO

Em Moçambique existem grandes reservas de carvão mineral, particularmente na Província de Tete, distrito de Moatize. Este produto tem contribuído bastante para o desenvolvimento econômico do País. A Vale é uma das maiores empresa que explora o carvão na Bacia Carbonífera de Moatize, mas pouca atenção tem sido dada no aproveitamento do rejeito. Estima-se que entre 60 e 70% do minério de ROM beneficiado pela empresa é descartado em forma de rejeito como um material sem aproveitamento comercial. Há carência de conhecimento se há perda ou não de material útil. Assim, este trabalho teve como objetivo realizar a caracterização de rejeitos de carvão mineral da subcamada UCT da camada Chipanga visando seu aproveitamento na produção de energia. O trabalho incluiu estudos de análise granulométrica, separação densimétrica, bem como a caracterização dos produtos em termos de análise imediata, análise elementar (C, N e S) e composição petrográfica. Os resultados indicaram que o rejeito de carvão gerado na subcamada UCT da Mina de Moatize, Moçambique, apresenta 95% do material em granulometria entre 50 e 1 mm e um teor de cinzas de 67,6%. O processamento do rejeito de carvão em meio denso, com uma densidade de corte de 1,9, possibilitou a recuperação mássica de 25,5% de um carvão energético com potencial para uso em termoelétricas. O produto apresentou as seguintes características em relação à análise imediata: teor de cinzas de 43%, matéria volátil de 18,2%, carbono fixo de 38,8%. A análise elementar indicou um teor de 46% carbono, um teor de 0,9% de nitrogênio e um teor de 0,6% de enxofre. A análise petrográfica do carvão recuperado a partir do rejeito da camada UCT, obtido a partir do corte densimétrico em 1,9, indicou que os macerais do grupo da vitrinita compõe 30,2% (com predominância de colotelinita) e que os macerais do grupo da inertinita perfazem 31,8%, (sendo comum a semifusinita, inertodetrinita e fusinita). Não foram encontrados macerais do grupo da liptinita. A matéria mineral constitui 38% da amostra. Os principais minerais cristalinos encontrados foram quartzo, ilita e caolinita. Considerando a capacidade instalada na mina, de processamento de 22 milhões de toneladas anuais, pode-se fornecer energia para atender 2.300.000 habitantes. Pode-se concluir, que, devido o porte da mina, há um grande potencial de aproveitamento energético dos rejeitos de carvão da mina de Moatize em termoelétricas que funcionem com um alto teor de cinzas (25 a 45%).

**Palavras-Chave:** rejeito de carvão, caracterização, aproveitamento dos rejeitos, beneficiamento.



## ABSTRACT

There are large coal deposits in Mozambique, especially in the province of Tete, district of Moatize. This product has largely contributed for the economic development of the country. Vale is one of the largest companies exploiting the Moatize Coal Basin, however little attention has been given to the use of the waste. It is estimated that 60 to 70 % of the ROM ore that is beneficiated by the company is discarded as waste, a material without commercial value. There is lack knowledge whether losses of useful material may occur throughout the process. Thus, the objective of this study was to characterize the UCT layer of the Chipanga seam, aiming at its use for energy production. The study included size particle analysis, dense medium separation, as well as the characterization of products in terms of immediate and elemental (C, N and S) analysis, and petrographic composition. Results indicated that 95% of the coal waste size generated by the UCT layer in Moatize Mine is between 1 and 50 mm large with a 67.6% ash yield. A coal waste dense medium separation at 1.9 density allowed a 25.5% energetic coal mass recovery with thermoelectric potential use. The product showed the following characteristic with respect to immediate analysis: 43% ash, 18.2% volatile matter, and 38.8% fixed carbon. The elemental analysis indicated 46% carbon, 0.9% nitrogen and 0.6% sulfur contents. The petrographic analysis of coal recovered from UCT waste after a dense medium separation at 1.9% density cut indicated that macerals from vitrinite group represent 30.2% (predominantly collotelinite) while macerals from inertinite group represent 31.8% (usually semifusinite, inertodetrinite and fusinite) of the sample. Liptinite group macerals were not found. Samples are 38% comprised by mineral matter. Quartz, illite and kaolinite are the main crystalline minerals. Given that the mine has capacity to process 22 million tons per year, coal waste re-beneficiation could supply energy for 2.300.000 inhabitants. It can be concluded that, due to the scale of mining in the Moatize mine, the estimated coal waste production has the potential to supply a thermoelectric plant capable to operate with high ash content material (25 to 45%), for energy production.

Keywords: coal waste, characterization, waste recovery, coal processing.