



INSTITUTO TECNOLÓGICO VALE



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

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

PAULO ANTÓNIO MANDUNDE

**MOLHABILIDADE POR ÁGUA E TEMPO DE INDUÇÃO DE DUAS AMOSTRAS
DE CARVÃO DA CAMADA CHIPANGA – MOATIZE.**

**Tete
2019**

PAULO ANTÓNIO MANDUNDE

**MOLHABILIDADE POR ÁGUA E TEMPO DE INDUÇÃO DE DUAS AMOSTRAS
DE CARVÃO DA CAMADA CHIPANGA – MOATIZE.**

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. Dr. Laurindo de Salles Leal Filho
Coorientador: MSc. André Soares Braga

Tete

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M238m

Mandunde, Paulo Antônio

Molhabilidade por água e tempo de indução de duas amostras de carvão da camada chipanga - Moatize/ Paulo Antônio Mandunde - Ouro Preto, ITV, 2019.

68 f.: il.

Dissertação (mestrado) - Instituto Tecnológico Vale, 2019.

Orientador: Laurindo de Salles Leal Filho, Dr.

Coorientador: André Soares Braga, MSc.

1. Molhabilidade de Carvão. 2. Ângulo de Contato. 3. Tempo de Indução.
4. Tensão Superficial. I. Leal Filho, Laurindo de Salles. II. Braga, André Soares. III. Título.

CDD. 23. ed. 622.331



INSTITUTO TECNOLÓGICO VALE



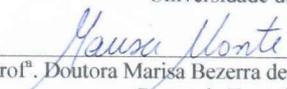
**Mestrado Profissional em Engenharia de Minas e de Processamento Mineral
Convênio Instituto Superior Politécnico de Tete e Instituto Tecnológico Vale**

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

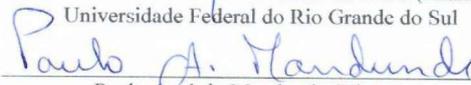
Aos trinta dias do mês de janeiro do ano de dois mil e dezanove, realizou-se às quinze horas, no Auditório do Instituto Superior Politécnico de Tete, a sessão de defesa de dissertação do candidato ao grau de Mestre em Engenharia de Processamento Mineral, Paulo António Mandunde intitulada "Molhabilidade por Água e Tempo de Indução de Duas Amostras de Carvão da Camada Chipanga-Moatize". O Júri Examinador foi constituído pelos Professores, Laurindo de Salles Leal Filho da Universidade de São Paulo, Marisa Bezerra de Mello Monte do Centro de Tecnologia Mineira e Irineu Antônio 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; 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. Doutor Laurindo de Salles Leal Filho (Supervisor)
Universidade de São Paulo


Prof.^a. Doutora Marisa Bezerra de Mello Monte (Examinadora)
Centro de Tecnologia Mineira


Prof. Doutor Irineu Antônio Schadach de Brum (Examinador)
Universidade Federal do Rio Grande do Sul


Paulo António Mandunde (Discente)

À minha mãe Fanajo Mutenga, minha esposa
Hortência José e minhas filhas Letícia, Islainy.e
Ariela .

AGRADECIMENTOS

Os sinceros agradecimentos do autor vão para o Professor **Laurindo de Salles Leal Filho** e ao mestre **André Soares Braga**, pela oportunidade de tornar este trabalho uma realidade e pela supervisão e orientações prestadas para o desenvolvimento dessa dissertação.

À **Vale**, **ITV** e **ISPT**, pela concessão da bolsa de estudo em várias fases distintas, para a efectivação deste trabalho.

À todos professores que prestaram seu apoio desde o Nivelamento até ao curso propriamente dito.

Aos colegas da turma, pelo apoio incondicional que prestaram nessa maratona que ora termina.

À minha esposa, **Hortência José**, pela paciência, carinho, apoio incondicional que prestou durante este curso que ora termina.

Aos colegas funcionários e Estagiários do LFQI, **Ivani**, **Derick**, **Eva**, **Jean**, **Lívia** e a **Luíza** que com amor e carinho, receberam, acolheram e instruíram o autor deste trabalho a manusear diversos equipamentos que posteriormente foram usados para a realização dos experimentos.

Aos amigos, **José Passe**, **Edson Razo**, pelo apoio de várias ordens, desde material até emocional.

Aos meus familiares e entes queridos, a minha mãe **Fanajo Mutenga**, minhas filhas **Letícia**, **Islainy** e **Ariela**, meus irmãos **Armando** e **Manuel**, que directa ou indirectamente, prestaram o seu incondicional apoio.

À todos aqueles que directa ou indirectamente deram o seu apoio incondicional, contribuição e forças para o presente trabalho tornasse uma realidade.

Muito obrigado!

RESUMO

Esta dissertação objectiva a caracterização da molhabilidade por água de duas amostras de carvão (UCT e LC38) oriundas da Camada Chipanga, jazida de Moatize (Província de Tete - República de Moçambique), através de medidas de parâmetros de caracterização superficial de partículas (ângulo de contacto, tempo de indução e determinação da tensão superficial crítica de molhabilidade). Resultados de medidas de ângulo de contacto, realizadas na ausência de espumantes, mostraram que o carvão retirado da base da Camada Chipanga (LC38) é mais hidrofóbico ($\theta=82^\circ$) do que o carvão retirado do topo (UCT) da mesma camada ($\theta=77^\circ$). Este resultado é coerente com a composição química e mineralógica de ambas as amostras: UCT é mais pobre em carbono e mais rica em oximinerais. Na ausência de agentes espumantes, o tempo de indução (σ_i) medido para a amostra UCT ($\sigma_i = 25\text{ms}$) foi maior do que aquele medido para LC38 ($\sigma_i = 20\text{ms}$). Tal diferença pode ser explicada pelo menor conteúdo de ganga exibido pela amostra LC38, que é mais rica em carbono e, portanto, mais repelente à água. Todos os agentes espumantes testados nesta investigação (álcoois de cadeia curta e Glucopon[®]225DK) foram capazes de reduzir o tempo de indução (σ_i) para valores abaixo daqueles obtidos com água pura. Valores determinados para a tensão superficial crítica de molhabilidade não mostraram uma grande diferença entre as amostras estudadas, visto que tanto UCT quanto LC38 apresentaram um valor crítico de aproximadamente 29 mN/m. Medidas de tensão superficial (γ) de soluções contendo espumantes revelaram que, para todas as concentrações adotadas, a magnitude de γ é sempre superior à da tensão superficial crítica de molhabilidade das amostras UCT e LC38. Estes resultados revelam que UCT e LC38 continuam a repelir água, mesmo quando imersas em soluções aquosas que contêm espumantes em concentrações dentro da faixa abordada por este estudo. Como a composição química e mineralógica das duas amostras evidencia que UCT possui mais minerais portadores de oxigênio. Porém, os resultados de medidas de parâmetros de caracterização superficial de partículas (ângulo de contacto, tempo de indução e tensão superficial crítica de molhabilidade) não indicam que houve oxidação superficial evidente.

Palavras Chave: Molhabilidade de carvão, ângulo de contacto, tempo de indução, tensão superficial crítica de molhabilidade.

ABSTRACT

This dissertation aims to evaluate the characterization of the water wettability for two coal samples (UCT and LC38) from the Chipanga Layer, Moatize deposit (Tete - Republic of Mozambique), by measuring particle surface characterization parameters, such as contact angle, induction time and critical surface tension of wettability). Results of contact angle measurements, performed in the absence of frothers, showed that the coal found on the base of the Chipanga layer (LC38) is more hydrophobic ($\theta = 82^\circ$) than the topcoat (UCT) from the same layer ($\theta = 77^\circ$). This finding is in agreement with the chemical and mineralogical composition of both samples: UCT is poorer in carbon and richer in oximinerals. In the absence of frothers, the induction time (σ_i) measured for the UCT sample ($\sigma_i = 25\text{ms}$) was higher than that measured for LC38 ($\sigma_i = 20\text{ms}$). Such difference can be explained by the lower gangue content found in sample LC38, which is richer in carbon, and, therefore more water repellent. All foaming agents tested in this investigation (short chain alcohols and GlucoPON®225DK) were efficient for induction time (σ_i) reduction to values below those obtained with pure water. Critical surface tension of wettability results did not convey discrepant difference among studied samples, since both UCT and LC38 presented a critical value of 29 mN /m, approximately. Surface tension measurements (γ) of frother solutions showed that, for all concentrations adopted, the magnitude of γ is always higher than the critical surface tension of the UCT and LC38 samples. These findings show that UCT and LC38 continue to repel water even when immersed in frother solutions exhibiting concentrations within the range addressed by this study. Being seeing that the chemical and mineralogical composition of the samples shows that UCT presents more minerals carrying oxygen. However, the particle surface characterization parameters (contact angle, induction time and critical surface tension of wettability) did not indicate that evident surface oxidation has occurred.

Keywords: Coal wettability, contact angle, induction time, critical surface tension of wettability.