



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE MINAS E MEIO AMBIENTE**

**BRUNA ROBERTA MARTINS GUIMARÃES**

**ESTUDO DO PROCESSO DE  
COAGULAÇÃO/FLOCULAÇÃO NO REJEITO DE  
FLOTAÇÃO DO MINÉRIO DE COBRE SULFETADO  
DA USINA DO SOSSEGO (PA).**

**MARABÁ – PA**

**2011**

BRUNA ROBERTA MARTINS GUIMARÃES

ESTUDO DO PROCESSO DE  
COAGULAÇÃO/FLOCULAÇÃO NO REJEITO DE  
FLOTAÇÃO DO MINÉRIO DE COBRE SULFETADO DA  
USINA DO SOSSEGO (PA).

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Faculdade de Engenharia de  
Minas e meio Ambiente da Universidade  
Federal do Pará – UFPA, em cumprimento  
às exigências para obtenção do grau de  
Bacharel em Engenharia de Minas.

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo Sabóia de  
Paiva

MARABÁ – PA

2011

BRUNA ROBERTA MARTINS GUIMARÃES

ESTUDO DO PROCESSO DE  
COAGULAÇÃO/FLOCULAÇÃO NO REJEITO DE  
FLOTAÇÃO DO MINÉRIO DE COBRE SULFETADO DA  
USINA DO SOSSEGO (PA).

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Faculdade de Engenharia de  
Minas e Meio Ambiente da Universidade  
Federal do Pará – UFPA, em cumprimento  
às exigências para obtenção do grau de  
Bacharel em Engenharia de Minas.

Data de aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Conceito: \_\_\_\_\_

Banca examinadora:

---

Prof. Reginaldo Sabóia de Paiva - Orientador  
Doutor em Engenharia Elétrica  
Universidade Federal do Pará

---

Prof. Roseane de Lima Silva - Membro  
Doutora em Engenharia Mecânica  
Universidade Federal do Pará

---

Prof. Lucinewton Silva de Moura - Membro  
Doutor em Engenharia de Alimentos  
Universidade Federal do Pará

Dedico a Deus,  
ao amor da minha família e amigos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me inspirar e conceder essa grande oportunidade na minha vida, o dom do conhecimento e ter me dado a paz de espírito necessária para superar os obstáculos.

À minha mãe Georgina Martins e avós Rizionete Martins e Mirandil Martins que sempre me apoiarem durante os estudos.

Ao meu orientador Dr. Reginaldo Sáboia de Paiva pela amizade e apoio dado durante a elaboração desse trabalho.

Aos professores da FEMMA pelos conhecimentos a mim transmitidos no decorrer do curso e à UFPA pelo espaço físico.

À técnica do Laboratório de Tratamento de Minérios, Natália

Ao Sr. Luís Cláuzio Machado por ter contribuído com este trabalho quando solicitado.

E a todos os amigos e amigas que fiz ao longo do Curso, em especial Márcia Lopes, Paula Sanz, Jackson Rainério, Viviane Costa e Jhol Souza, pela grande e verdadeira amizade.

“Ainda que eu tivesse o dom da profecia, o conhecimento de todos os mistérios e de toda a ciência; ainda que eu tivesse toda fé, a ponto de transportar montanhas, se não tivesse o amor, eu não seria nada.”

I Coríntios 13, 2

## RESUMO

O presente trabalho aborda o estudo do processo de coagulação/floculação como tratamento primário dos efluentes líquidos originados da flotação do cobre sulfetado da Mina do Sossego, a fim de flexibilizar e otimizar a recuperação da água presentes nas polpas de rejeitos. A coagulação/floculação é caracterizada como o sistema mais tradicionalmente utilizado no tratamento de efluentes, é considerado como um pré-tratamento que condiciona o despejo para o tratamento subsequente, que pode ser a sedimentação e/ou filtração. Tem por finalidade a remoção de substâncias coloidais, ou seja, material sólido em suspensão e/ou dissolvidos. A partir desse fato, foram realizados diversos ensaios de sedimentação com polpas de rejeito contendo diversos reagentes como o Amil Xantato de Potássio, Ditionofosfato de Sódio, MIBC e Propileno Glicol, usados na flotação do cobre sulfetado. Posteriormente foi adicionado como coagulante o sulfato de alumínio. Após o conhecimento dos resultados das análises do tempo de sedimentação das partículas, foi constatada a viabilidade da utilização desse processo, uma vez que o coagulante contribuiu com a significativa redução do tempo de sedimentação.

Palavras-chave: flotação, reagentes, coagulação/floculação, efluentes líquidos.

## **ABSTRACT**

This paper describes the study of the process of coagulation/flocculation as primary treatment of wastewater originating from the flotation of mine Sossego's copper sulfide. In order to optimize and flexibility the recovery process of water present in the tailings slurry. The coagulation/flocculation is characterized as the most traditional method used in wastewater treatment and is considered a pre-treatment that determines the dump to the subsequent treatment, which can be sedimentation and/or filtration. Its purpose is the removal of colloidal substances or solid material in suspension and/or dissolved. From this fact, several sedimentation tests were performed with tailings slurry containing various reagents such as Amilxanthate Potassium, Sodium Dithiophosphate, MIBC and Propylene glycol, used in the flotation of copper sulfide. It was later added as the coagulation aluminium. After knowing the results of particles sedimentation time analysis', the feasibility of using this process was confirmed, since the coagulant contributed to the significant reduction in the time of sedimentation.

**Keywords:** flotation reagents, coagulation/flocculation, liquid effluents.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 01 –	Ilustração de interações moleculares .....	15
FIGURA 02 –	Ilustração do contato partícula bolha: (1) partícula hidrofóbica (afinamento e rompimento da película antecedendo a adesão); (2) partícula hidrofílica (película estável e repulsão) .....	16
FIGURA 03 –	Circuito típico de beneficiamento .....	27
FIGURA 04 -	(a) Célula de Flotação; (b) Detalhe do rotor e estator .....	28
FIGURA 05 –	Esquema básico de uma coluna de flotação .....	29
FIGURA 06 -	Fluxograma da usina do Sossego .....	31
FIGURA 07 –	Usina de beneficiamento Sossego .....	32
FIGURA 08 –	Modelo esquemático dos processos de coagulação e floculação .....	39
FIGURA 09 –	Peneiramento 1 .....	47
FIGURA 10 –	Peneiramento 2 .....	47
FIGURA 11 –	Primeiro ensaio de sedimentação .....	48
FIGURA 12 –	Segundo ensaio de sedimentação .....	49
FIGURA 13 –	Terceiro ensaio de sedimentação .....	49
FIGURA 14 –	Quarto ensaio de sedimentação .....	50
FIGURA 15 –	Quinto ensaio de sedimentação .....	51

## LISTA DE TABELAS

TABELA 01 –	Coletores aniônicos típicos.....	20
TABELA 02 –	Tiocompostos.....	21
TABELA 03 –	Grau de substituição e tipo de amina resultante.....	24
TABELA 04 –	Espumantes típicos.....	24
TABELA 05 –	Valores típicos dos produtos da etapa rougher.....	31
TABELA 06 –	Valores típicos dos produtos da etapa cleaner.....	32
TABELA 07 –	Principais reagentes utilizados em Usinas de Tratamento de minérios (principalmente em flotação).....	34
TABELA 08 –	Propriedades químicas e físico-químicas das águas residuais de circuitos de flotação.....	34
TABELA 09 –	Características das águas residuais de circuitos de flotação. Concentração de íons mais freqüentes em ppm.....	35
TABELA 10 –	Técnicas (tecnologias) emergentes.....	36
TABELA 11 -	Padrões de Lançamento de Efluentes.....	41
TABELA 12 –	Distribuição granulométrica do rejeito de flotação.....	44