



Engenharia de Produção:

NOVAS PESQUISAS e TENDÊNCIAS

2

Adriano Mesquita Soares
(Organizador)

Direção Editorial

Prof.º Dr. Adriano Mesquita Soares

Organizador

Prof.º Dr. Adriano Mesquita Soares

Capa

AYA Editora

Revisão

Os Autores

Executiva de Negócios

Ana Lucia Ribeiro Soares

Produção Editorial

AYA Editora

Imagens de Capa

br.freepik.com

Área do Conhecimento

Engenharias

Conselho Editorial

Prof.º Dr. Aknaton Toczec Souza

Centro Universitário Santa Amélia

Prof.ª Dr.ª Andréa Haddad Barbosa

Universidade Estadual de Londrina

Prof.ª Dr.ª Andreia Antunes da Luz

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Dr. Argemiro Midonês Bastos

Instituto Federal do Amapá

Prof.º Dr. Carlos López Noriega

Universidade São Judas Tadeu e Lab. Biomecatrônica - Poli - USP

Prof.ª Dr.ª Claudia Flores Rodrigues

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Prof.º Me. Clécio Danilo Dias da Silva

Centro Universitário FACEX

Prof.ª Dr.ª Daiane Maria De Genaro Chirolí

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Danyelle Andrade Mota

Universidade Federal de Sergipe

Prof.ª Dr.ª Déborah Aparecida Souza dos Reis

Universidade do Estado de Minas Gerais

Prof.ª Ma. Denise Pereira

Faculdade Sudoeste – FASU

Prof.ª Dr.ª Eliana Leal Ferreira Hellvig

Universidade Federal do Paraná

Prof.º Dr. Emerson Monteiro dos Santos

Universidade Federal do Amapá

Prof.º Dr. Fabio José Antonio da Silva

Universidade Estadual de Londrina

Prof.º Dr. Gilberto Zammar

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Helenadja Santos Mota

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, IF Baiano - Campus Valença

Prof.ª Dr.ª Heloísa Thaís Rodrigues de Souza

Universidade Federal de Sergipe

Prof.ª Dr.ª Ingridi Vargas Bortolaso

Universidade de Santa Cruz do Sul

Prof.ª Ma. Jaqueline Fonseca Rodrigues

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Dr. João Luiz Kovaleski

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.º Me. Jorge Soistak

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Dr. José Enildo Elias Bezerra

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Ubajara

Prof.º Me. José Henrique de Goes

Centro Universitário Santa Amélia

Prof.ª Dr.ª Karen Fernanda Bortoloti

Universidade Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Leozenir Mendes Betim

Faculdade Sagrada Família e Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais

Prof.ª Ma. Lucimara Glap

Faculdade Santana

Prof.º Dr. Luiz Flávio Arreguy Maia-Filho

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof.º Me. Luiz Henrique Domingues

Universidade Norte do Paraná

Prof.º Me. Milson dos Santos Barbosa

Instituto de Tecnologia e Pesquisa, ITP

Prof.º Me. Myller Augusto Santos Gomes

Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof.ª Dr.ª Pauline Balabuch

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Me. Pedro Fauth Manhães Miranda

Centro Universitário Santa Amélia

Prof.º Dr. Rafael da Silva Fernandes

*Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus
Pauapebas*

Prof.ª Dr.ª Regina Negri Pagani

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.º Dr. Ricardo dos Santos Pereira

Instituto Federal do Acre

Prof.ª Ma. Rosângela de França Bail

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais

Prof.º Dr. Rudy de Barros Ahrens

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

Universidade Federal do Piauí

Prof.ª Ma. Silvia Aparecida Medeiros

Rodrigues

Faculdade Sagrada Família

Prof.ª Dr.ª Silvia Gaia

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Sueli de Fátima de Oliveira Miranda

Santos

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Tânia do Carmo

Universidade Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Thaisa Rodrigues

Instituto Federal de Santa Catarina

Prof.º Dr. Valdoir Pedro Wathier

*Fundo Nacional de Desenvolvimento Educacional,
FNDE*

© 2021 - **AYA Editora** - O conteúdo deste Livro foi enviado pelos autores para publicação de acesso aberto, sob os termos e condições da Licença de Atribuição Creative Commons 4.0 Internacional (**CC BY 4.0**). As ilustrações e demais informações contidas desta obra são integralmente de responsabilidade de seus autores.

E576 Engenharia da produção: novas pesquisas e tendências [recurso eletrônico]. / Adriano Mesquita Soares (organizador) -- Ponta Grossa: Aya, 2021. 258 p. – ISBN 978-65-88580-85-1

Inclui biografia

Inclui índice

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

DOI 10.47573/aya.88580.2.51

1. Engenharia de produção. 2. Logística. 3. Sustentabilidade. 4. Comportamento organizacional. I. Soares, Adriano Mesquita. II. Título

CDD: 658.5

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Bruna Cristina Bonini - CRB 9/1347

International Scientific Journals Publicações de
Periódicos e Editora EIRELI

AYA Editora©

CNPJ: 36.140.631/0001-53

Fone: +55 42 3086-3131

E-mail: contato@ayaeditora.com.br

Site: <https://ayaeditora.com.br>

Endereço: Rua João Rabello Coutinho, 557
Ponta Grossa - Paraná - Brasil
84.071-150

Influência dos circuitos ultrafinos no teor de MGO do concentrado final da usina 320

Robson Cardoso de Freitas

DOI: 10.47573/aya.88580.2.51.14

Resumo

O presente estudo demonstra um estudo pratico a respeito da influencia do concentrado ultrafino no concentrado final da usina 320. O setor de desenvolvimento de Processos instalou uma unidade piloto de flotação de finos na Usina 320 para estudar o circuito ultrafino com o objetivo de aumentar a recuperação dessas partículas. Tecnologia química está desenvolvendo linha de fabricação de fosfato bicalcico com calcário calcítico proveniente das lamas. Objetivo: analisar a influencia dos circuitos ultrafinos no teor de oxido de magnésio do concentrado final da usina 320. Metodologia: o presente estudo trata-se de um estudo prático e analise documental. Resultados: Os dados apresentam influencia dos circuitos ultrafinos de no teor de oxido de magnésio quase que equiparando com P₂O₅, sendo necessária a substituição de sistemas e criando novas adaptações. Conclusão: Atualmente o concentrado produzido pelo circuito ultrafino apresenta teores aproximados de P₂O₅ e MgO. Para buscar voltar a produzir concentrado com alto teor de P₂O₅ e baixa impureza é sugerido a substituição do sistema de spargers para geração de bolhas das colunas por sistemas de recirculação de polpa e passagem do fluxo ar/polpa por tubo de cavitação.

Palavras-chave: circuitos ultrafinos. usina 320. MGO.

Abstract

This study demonstrates a practical study regarding the influence of ultra-fine concentrate on the final concentrate at Plant 320. The Process Development sector installed a pilot fines flotation unit at Plant 320 to study the ultra-fine circuit in order to increase recovery of these particles. Chemical technology is developing a production line for bicalcium phosphate with calcitic limestone from sludge. Objective: to analyze the influence of ultra-fine circuits on the magnesium oxide content of the final concentrate from plant 320. Methodology: the present study is a practical study and documental analysis. Results: The data show the influence of ultra-fine circuits on the magnesium oxide content almost equating with P₂O₅, requiring the replacement of systems and creating new adaptations. Conclusion: Currently, the concentrate produced by the ultra-fine circuit has approximate contents of P₂O₅ and MgO. In order to try again to produce concentrates with high P₂O₅ content and low impurity, it is suggested to replace the spargers system for generating bubbles in the columns by pulp recirculation systems and passage of the air/slurry flow through a cavitation tube.

Keywords: ultrathin circuits. power plant 320. MGO.

INTRODUÇÃO

O início dos estudos de concentração de partículas ultrafinas, que eram descartadas das usinas de concentração de fosfato iniciou-se em 1984, na Ultrafertil - Catalão, utilizando ciclones de 25 células mecânicas convencionais. Foram observados vários problemas no circuito que inviabilizou a continuidade da sua implantação, como: instabilidade operacional dos ciclones (variações no corte e % de sólidos, entupimentos, etc.); instabilidade na qualidade do concentrado final causada principalmente por descontrole dos níveis das células mecânicas, instabilidade da camada de espuma e elevados teores de contaminantes; baixo nível de recuperação de fósforo. Tais fatos inviabilizaram a operação naquela época (OLIVEIRA, 2011).

Em 1993, com o desenvolvimento de novas configurações de ciclones e novos arranjos de baterias de ciclones, em forma de canister's aliados a utilização de peneiras "cush-cush", que retiram partículas grosseiras, materiais orgânicos e corpos estranhos solucionaram o problema da instabilidade operacional dos ciclones (ALVES, 2015).

A utilização de colunas de notação, que proporciona adequada limpeza das espumas em diferentes estágios de flotação, foi um salto tecnológico que possibilitou a seletividade e, conseqüentemente, melhorou a qualidade no concentrado convencional, o que não era obtido em células mecânicas convencionais. Com o desenvolvimento das colunas obteve-se seletividade e o enriquecimento necessário exigido pelas especificações químicas nos concentrados apatíticos (AQUINO, 2010)

A partir desses desenvolvimentos, realizou-se uma ampla campanha de testes laboratoriais e piloto, que mostraram a viabilidade de uma instalação de recuperação de partículas ultrafinas de apatita. O projeto industrial de Ultrafinos da Ultrafertil - Catalão iniciou-se em 1995, com resultados relevantes em relação à recuperação de Pp5 e rendimento em massa da fração ultrafina. Isso motivou a Fosfertil - Tapira a iniciar testes laboratoriais e pilotos, em 1996 e em 2001 implantou-se o projeto nessa unidade (OLIVEIRA, 2011).

A deslamagem do circuito friável é dividida em cinco etapas: 1ª, 2ª, 3ª, 4ª e 6ª deslamagens, que têm como objetivos separar os finos naturais e as lamas geradas nas etapas de moagem e deslamagem e recuperar o Pp5, que seria eliminado naturalmente nessas lamas. (AQUINO, 2010)

METODOLOGIA

Foi realizado o levantamento no mês de abril a junho de 2010 simulando a influência do concentrado Ultrafino no concentrado final da Usina 320. Os dados de massas e teores da alimentação e concentrado final e teores do concentrado Ultrafino foram obtidos pelas planilhas de controle da usina. Os dados de massa do concentrado Ultrafino foram obtidos através do cálculo de recuperação mássica com os dados de teores do circuito de ultrafino e a massa obtida através da bomba 2 (AC02BO), correspondente a alimentação da coluna de flotação.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O concentrado produzido pelo circuito Ultrafino é incorporado no circuito de flotação de grossos, na alimentação da coluna de flotação cleaner, visando alcançar teores dentro da especificação.

Na Figura 1 e 2 é apresentado um fluxograma resumido das operações da Usina 320 com balanço de massas. O fluxo de polpa do overflow da deslamagem contém cerca de 10% do P_2O_5 alimentado na Usina. Pelo projeto era esperado que o circuito Ultrafino recuperasse perto de 50% desse P_2O_5 .

Flotação consiste em fazer flutuar sobre uma fase líquida um material de natureza hidrofóbica, enquanto que o material de natureza hidrofílica se deposita no fundo do recipiente. Este processo ocorre agitando-se a suspensão, ou borbulhando-se através da mesma. As partículas hidrofóbicas aderem às bolhas que as transportam à superfície da suspensão. Este processo, ainda, requer a produção de espuma de modo que seja criada uma interface ar-líquido de grande área que deve ser estável. Logo, para alcançar resultados satisfatórios utilizam-se espumantes e outros aditivos com finalidades diversas (BALTAR, 1999).

A flotação é um dos principais processos de concentração, sendo empregado para diversas classes de minerais (sulfetos, óxidos, silicatos, fosfatos etc.), como também para uma variedade de tamanhos de partículas. Estudos anteriores mostraram que a flotação pode ser empregada com sucesso para faixas granulométricas entre 10 e 300 μ m. A seletividade do processo de flotação torna-se muito baixa fora desses limites granulométricos porque as condições hidrodinâmicas do sistema são incapazes de manter o nível de flotabilidade ideal das partículas (SANTANA, 2011).

Normalmente o processo de flotação requer mais de um estágio, assim como em outros processos de concentração/separação. O primeiro estágio é denominado rougher (desbaste) que objetiva a máxima recuperação dos minerais que se deseja concentrar. Estágios subsequentes de limpeza (cleaner) e recuperação adicional de partículas não concentradas no estágio rougher (scavenger) podem ser introduzidos para a máxima recuperação metalúrgica e teor compatível com as especificações desejadas (SANTOS, 2010).

Com a implantação do circuito de recuperação de ultrafinos, as contribuições advindas, refletem em: melhoria de desempenho da usina de concentração, possibilitando: otimizar as deslamagens do circuito de minério friável e, conseqüentemente, melhorar o desempenho da flotação de finos desse mesmo circuito; reduzir a quantidade de sólidos descartados para a barragem de rejeitos, minimizando portanto os impactos ambientais, aumentando a vida útil da mina aliado a uma maior recuperação do conteúdo de P_2O_5 , com baixo custo de produção (AQUINO, 2010).

Nas figuras 1 e 2 abaixo são mostrados os resultados da simulação do concentrado sem a interferência do concentrado ultrafino. Também foi simulada a recuperação com e sem o circuito ultrafino.

Figura 1 - Fluxograma resumido das operações da Usina 320 com balanço de massas

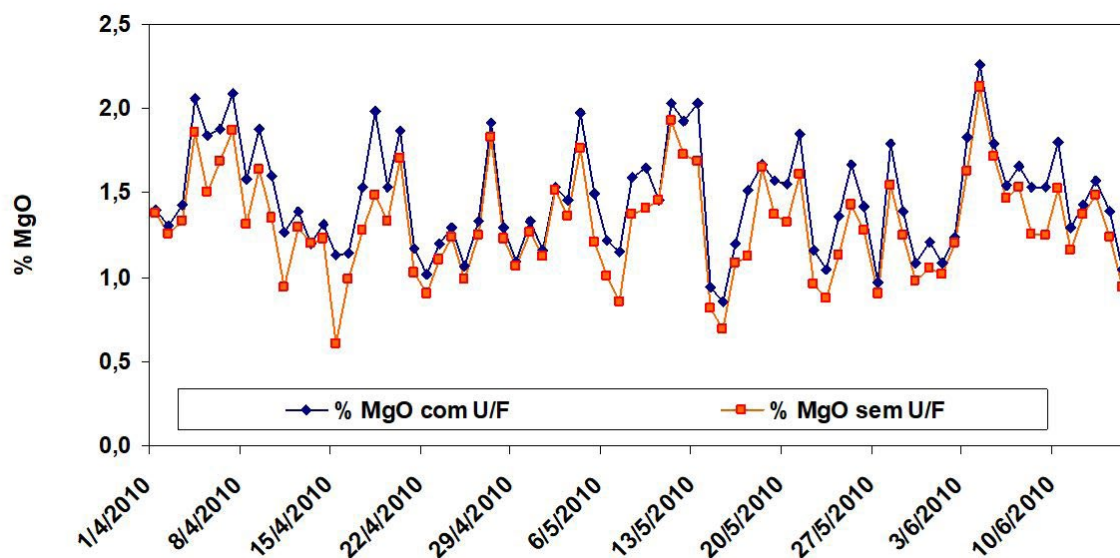
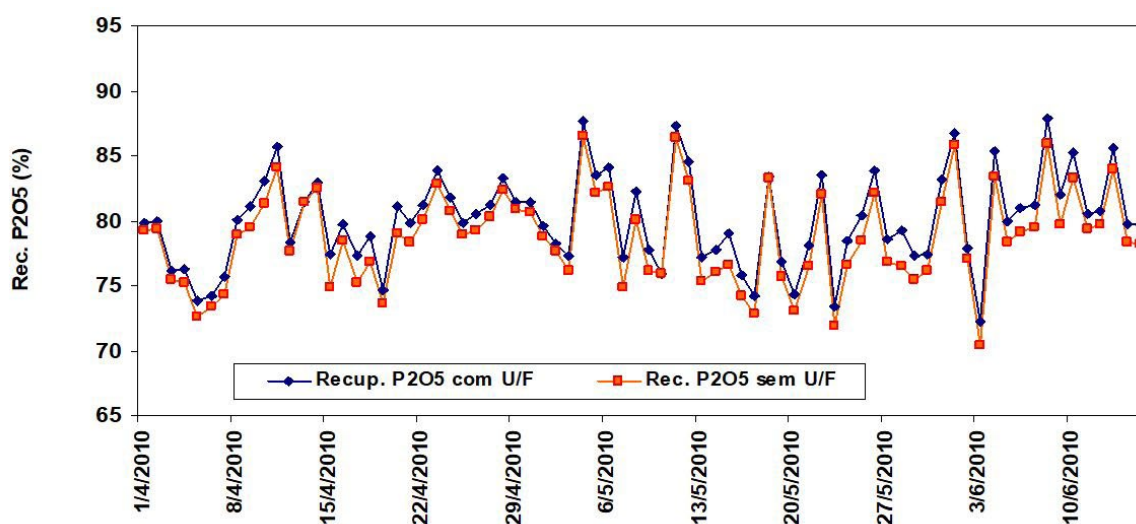


Figura 2 - Fluxograma resumido das operações da Usina 320 com balanço de massas



Corte do ciclone

Os hidrociclones são alimentados com polpa de minério, resultando como produtos o underflow e o overflow. O primeiro contém a maior parte das partículas grossas que foram alimentadas e o segundo engloba a maioria das partículas finas, que foram classificadas (BALTAR, 1999).

Basicamente um hidrociclone consiste de uma parte cilíndrica seguida de uma parte cônica que possui, em seu vértice, uma abertura, denominada apex, pela qual descarrega o underflow. A alimentação é introduzida tangencialmente à seção cilíndrica, em que há um tubo coaxial denominado vortex finder, pelo qual é descarregado o overflow (OLIVEIRA, 2011).

A energia potencial armazenada na polpa, em razão do bombeamento é transformada em energia cinética, e devido à geometria do hidrociclone, esta produz um movimento rotacional da polpa. As partículas de diâmetros maiores tendem a ocupar as regiões mais periféricas do cilindro e, conseqüentemente, do cone. As partículas de diâmetros menores são deslocadas para a região central do hidrociclone. Desta forma, a região próxima à parede do hidrociclone é ocupada, preferencialmente, por polpa com predominância de partículas grossas e a região central,

por polpa com predominância de partículas finas (SANTOS, 2010).

Os hidrociclones é um equipamento para classificação de partículas por frações de tamanho, que utiliza a força centrífuga, considerando também a Densidade e a Velocidade com que a partícula entra no equipamento. É um cilindro cilíndrico que possui uma entrada periférica para alimentação das partículas (SANTANA, 2011).

A hidrocisão apresenta baixa eficiência se comparada àquelas obtidas nos classificadores espirais ou rake, porém estes últimos tendem a desaparecer devido ao grande volume que ocupam e ao alto custo de manutenção.

Classificação ideal - A classificação ideal é obtida quando no tamanho de corte que é operado todas as partículas maiores passam para o ápice do ciclone e todas as partículas menores que o tamanho do corte passam para o vórtice

Na tabela 1 abaixo, encontram-se os resultados de uma amostragem com minério Calcítico, pela qual podemos observar que o corte do ciclone interfere pouco, já que o resultado de teores de MgO das correntes under e over estão na mesma faixa.

Tabela 1 - Resultados de análise química

RESULTADOS DE ANÁLISE QUÍMICA		MATERIAL CALCÍTICO					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	P ₂ O ₅	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	SO ₃
TM1455	Alim. Espessador	3,46	5,55	4,33	2,04	47,28	0,69
TM1457	Alim. 1º estágio	3,47	5,36	3,97	1,85	47,55	0,7
TM1459	Under 1º estágio	3,63	5,41	3,84	1,75	47,28	0,63
TM1461	Over 1º estágio	3,15	5,2	3,92	1,95	47,85	0,79
TM1463	Alim. 2º estágio	3,66	5,41	3,92	1,79	47,34	0,64
TM1465	Under 2º estágio	3,81	5,52	3,95	1,76	46,88	0,6
TM1467	Over 2º estágio	3,56	5,44	3,95	1,77	47,79	0,66
TM1469	Lama classificada	3,84	5,55	3,87	1,74	47,33	0,62
TM1471	Alim. Coluna 3	3,95	5,38	3,56	1,6	47,51	0,59
TM1473	Conc. Coluna 3	14,53	4,73	4,38	0,68	47,74	0,4
TM1475	Rej. Coluna 3	1,97	5,23	2,76	1,77	48,02	0,62
TM1477	Conc. Coluna 5	5,35	5,37	3,07	1,01	47,89	0,49
TM1479	Rej. Coluna 5	0,95	4,98	2,47	1,98	48,39	0,66

Para reduzir o teor de MgO do Ultrafinos será necessário voltar a fazer a etapa Cleaner na Coluna 04, para se chegar ao teor de 30% de P₂O₅ com 2% de MgO que é o esperado de Projeto. Com objetivo de melhorar a eficiência do processo, costuma-se submeter tanto o concentrado quanto o rejeito a novos estágios de flotação.

Cada minério, em função de suas características peculiares, obriga o desenvolvimento de um circuito de flotação particular, onde os teores e recuperações do mineral valioso sejam maximizados. Os circuitos se caracterizam por apresentarem fluxos de carga circulante, repassando rejeitos de operações de limpeza (cleaner) e concentrados de operações de recuperação (scavenger). Os estágios de recuperação visam recuperar o máximo possível os minerais úteis que ficaram junto ao rejeito. Já os estágios de limpeza objetivam reduzir o teor dos elementos/minerais contaminantes (BALTAR, 1999).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente o concentrado produzido pelo circuito ultrafino apresenta teores aproximados de P_2O_5 de 14% e MgO atingindo 4% contra o projeto original que utilizava teores de 30% de P_2O_5 e 2% de MgO. Para buscar voltar a produzir concentrado com alto teor de P_2O_5 e baixa impureza é sugerido a substituição do sistema de spargers para geração de bolhas das colunas por sistemas de recirculação de polpa e passagem do fluxo ar/polpa por tubo de cavitação. Também é sugerida a reativação da coluna Cleaner para flotação de finos, produzindo um concentrado que não seria mais incorporado ao Cleaner na flotação de grossos e sim iria diretamente para o desaguamento e Filtragem como de projeto.

REFERÊNCIAS

- ALVES, L. P. Implantação de coluna de flotação no Laboratório de Tratamento de Minérios do CEFET/MG, Unidade Araxá e realização de estudo exploratório [monografia]. Araxá: Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais; 2015.
- AQUINO, J. A. Tratamento de minérios. 4. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT; 2010. p. 459-494.
- BALTAR, C. A. M. Flotação no tratamento de minérios. 2. ed. Recife: Editora UFPE; 2010.
- OLIVEIRA, M. S. Recuperação de apatita de rejeitos de flotação. Tecnologia de separação e purificação. 2011;79:79-84.
- SANTANA, R. C. Seletividade de flotação de minério de fosfato: efeitos do tamanho da partícula e do reagente. Separation Science and Technology. 2011;46:1511-1518.
- SANTOS, E. P. Alternativas para o tratamento de ultrafinos de minério de ferro da Mina do Pico/MG por flotação em coluna. Dissertação de mestrado. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2010.
- SANTOS, L. H. Avaliação dos efeitos da dosagem de depressor e do pH da polpa na flotação de minério fosfático: um estudo experimental de caso. monografia. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2012.

