

resultados de microflotação estatisticamente diferentes. Os resultados do teste ANOVA para o Flotigam 5806 estão apresentados nas tabelas 15 e 16.

Tabela 15 – Resumo dos dados de microflotação sob os fatores concentração e pH – Flotigam 5806

| Concentração 2,5 mg/L | pH 8 | pH 9 | pH 10 | Total |
|-------------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| Contagem | 3 | 3 | 3 | 9 |
| Soma | 295,314 | 262,978 | 291,603 | 849,895 |
| Média | 98,438 | 87,659 | 97,201 | 94,433 |
| Variância | 0,150 | 4,932 | 0,040 | 27,374 |
| Concentração 5,0 mg/L | pH 8 | pH 9 | pH 10 | Total |
| Contagem | 3 | 3 | 3 | 9 |
| Soma | 296,582 | 292,398 | 292,461 | 881,440 |
| Média | 98,861 | 97,466 | 97,487 | 97,938 |
| Variância | 0,209 | 0,090 | 0,200 | 0,604 |
| Concentração 7,5 mg/L | pH 8 | pH 9 | pH 10 | Total |
| Contagem | 3 | 3 | 3 | 9 |
| Soma | 298,386 | 293,956 | 294,805 | 887,147 |
| Média | 99,462 | 97,985 | 98,268 | 98,572 |
| Variância | 0,095 | 1,563 | 0,139 | 0,910 |
| Concentração 10,0 mg/L | pH 8 | pH 9 | pH 10 | Total |
| Contagem | 3 | 3 | 3 | 9 |
| Soma | 296,404 | 296,419 | 294,059 | 886,882 |
| Média | 98,801 | 98,806 | 98,020 | 98,542 |
| Variância | 0,010 | 0,069 | 0,279 | 0,243 |
| Total | | | | |
| Contagem | 12 | 12 | 12 | |
| Soma | 1186,685 | 1145,751 | 1172,928 | |
| Média | 98,890 | 95,479 | 97,744 | |
| Variância | 0,232 | 23,696 | 0,313 | |

Tabela 16 – ANOVA – Fator Duplo com Repetição – Flotigam 5806

| Fonte da variação | SQ | gl | MQ | F | valor-P | F crítico |
|-------------------|---------|----|--------|--------|-----------|-----------|
| Concentração | 105,919 | 3 | 35,306 | 54,489 | 7,335E-11 | 3,009 |
| pH | 72,317 | 2 | 36,158 | 55,804 | 9,444E-10 | 3,403 |
| Interações | 145,179 | 6 | 24,197 | 37,343 | 5,078E-11 | 2,508 |
| Dentro | 15,551 | 24 | 0,648 | | | |
| Total | 338,966 | 35 | | | | |

O resultado de uma análise do tipo ANOVA fornece o valor estatístico de F. No caso da concentração, este valor foi de 54,489, e para o pH o valor de F foi de 55,804. O p-valor para ambos os fatores é menor que 0,05. Desta forma, para os resultados serem significativos, o valor calculado de F deve ser pelo menos o valor do F crítico, ou seja, 3,009 para o fator concentração e 3,403 para o pH.

Como o valor calculado de F é muito maior que o valor crítico para F, pode-se afirmar que os resultados são significativos. Portanto, rejeita-se, ao nível de significância de 5 %, a hipótese nula, e é aceita a hipótese de que os fatores concentração e pH geraram ao menos um resultado estatisticamente diferente. Desta maneira, a concentração aplicada de coletor Flotigam 5806, bem como o pH aplicado nos testes, influenciaram nos resultados de microflotação.

Análise semelhante foi realizada para o coletor óleo de pequi. Os resultados são apresentados nas tabelas 17 e 18.

Tabela 17 – Resumo dos dados de microflotação sob os fatores concentração e pH – Óleo da polpa amarela de pequi

| Concentração 2,5 mg/L | pH 8 | pH 9 | pH 10 | Total |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|
| Contagem | 3 | 3 | 3 | 9 |
| Soma | 236,028 | 289,699 | 289,462 | 815,189 |
| Média | 78,676 | 96,566 | 96,487 | 90,577 |
| Variância | 11,486 | 0,113 | 0,066 | 82,580 |
| Concentração 5,0 mg/L | pH 8 | pH 9 | pH 10 | Total |
| Contagem | 3 | 3 | 3 | 9 |
| Soma | 292,973 | 289,195 | 292,927 | 875,095 |
| Média | 97,658 | 96,398 | 97,642 | 97,233 |

| | | | | |
|-------------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| Variância | 0,616 | 1,785 | 0,181 | 1,037 |
| Concentração 7,5 mg/L | pH 8 | pH 9 | pH 10 | Total |
| Contagem | 3 | 3 | 3 | 9 |
| Soma | 294,072 | 290,929 | 295,917 | 880,918 |
| Média | 98,024 | 96,976 | 98,639 | 97,880 |
| Variância | 0,122 | 0,039 | 0,042 | 0,581 |
| Concentração 10,0 mg/L | pH 8 | pH 9 | pH 10 | Total |
| Contagem | 3 | 3 | 3 | 9 |
| Soma | 295,630 | 295,704 | 295,244 | 886,578 |
| Média | 98,543 | 98,568 | 98,415 | 98,509 |
| Variância | 0,061 | 1,440 | 0,306 | 0,457 |
| Total | | | | |
| Contagem | 12 | 12 | 12 | |
| Soma | 1118,703 | 1165,526 | 1173,550 | |
| Média | 93,225 | 97,127 | 97,796 | |
| Variância | 79,316 | 1,417 | 0,880 | |

Tabela 18 – ANOVA – Fator Duplo com Repetição – Óleo da polpa amarela de pequi

| Fonte da variação | SQ | GI | MQ | F | valor-P | F crítico |
|-------------------|----------|----|---------|--------|-----------|-----------|
| Concentração | 366,756 | 3 | 122,252 | 90,239 | 3,296E-13 | 3,009 |
| pH | 146,252 | 2 | 73,126 | 53,977 | 1,310E-09 | 3,403 |
| Interações | 498,471 | 6 | 83,079 | 61,324 | 2,251E-13 | 2,508 |
| Dentro | 32,514 | 24 | 1,355 | | | |
| Total | 1043,994 | 35 | | | | |

Analisando-se os resultados da análise estatística para o coletor óleo da polpa amarela de pequi, para a concentração o valor calculado de F foi de 90,239, e para o pH o valor de F foi de 53,977. O p-valor para ambos os fatores é menor que 0,05. Desta forma, para os resultados serem significativos, o valor calculado de F deve ser pelo menos o valor do F crítico, ou seja, 3,009 para o fator concentração e 3,403 para o pH.

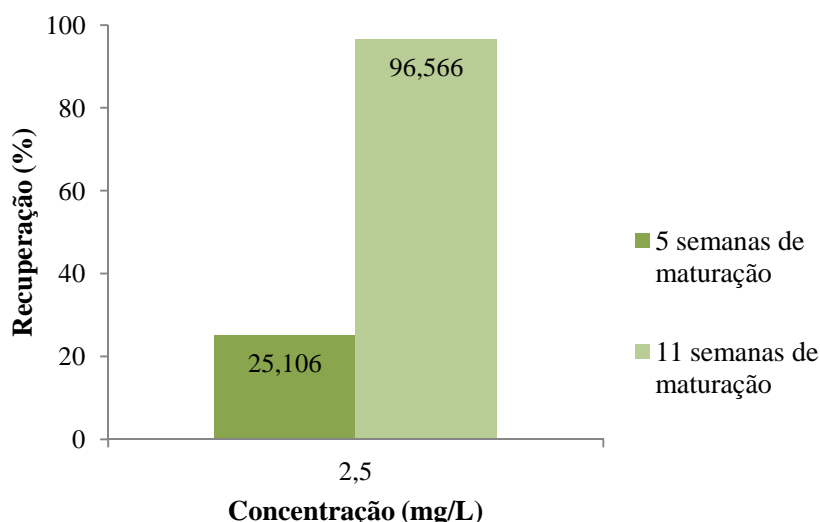
Como o valor calculado de F é muito maior que o valor crítico para F, principalmente para a concentração, pode-se afirmar que os resultados são significativos. Portanto, a hipótese nula de que os resultados dos testes são estatisticamente iguais é

rejeitada. Com 95 % de confiança, conclui-se que os fatores concentração e pH geraram ao menos um resultado estatisticamente diferente e, portanto, influenciaram nos resultados de microflotação com a aplicação do óleo da polpa amarela de pequi como coletor.

6.6.1. Maturação da saponificação: efeitos do grau de saponificação nos resultados

Após a realização dos testes de saponificação, o óleo de pequi saponificado, armazenado em frasco âmbar, ficou em repouso por vários dias. Após cinco semanas da data de saponificação, ele foi utilizado em ensaios de microflotação, no pH 9. Novamente, após onze semanas da saponificação, esse mesmo material foi utilizado na microflotação, ainda no pH 9, para comparação dos resultados. Visto que nas concentrações a partir de 5,0 mg/L as recuperações já atingiram resultados de recuperação próximos a 100 %, realizou-se, para fins de comparação, novos testes na concentração 2,5 mg/L. A Figura 54 apresenta esses resultados.

Figura 54 – Maturação da saponificação e efeitos na recuperação de apatita

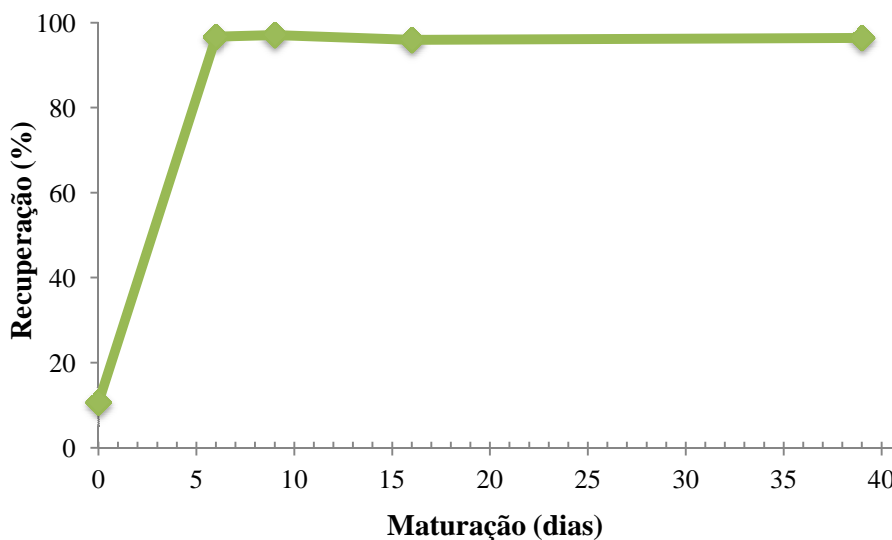


Fonte: Autoria própria.

Observou-se um significativo aumento da recuperação de apatita na concentração 2,5 mg/L em função do tempo de maturação da saponificação, como apresentado na figura. Em virtude desses resultados, novos testes foram realizados. Saponificou-se novamente o óleo de pequi e realizaram-se testes de microflotação no dia da saponificação (chamado de dia 0) e após 6, 9, 16 e 39 dias da saponificação. Desta vez, os testes foram realizados na concentração 5,0 mg/L no pH 9, mantendo-se o pH para comparação. Os resultados mostraram que, para esta concentração, após uma semana, a recuperação já equivalia à

obtida um mês depois para a concentração 5,0 mg/L, atingindo acima de 95 % de recuperação. Esses dados são apresentados no gráfico da Figura 55.

Figura 55 – Recuperação média de apatita em função do tempo de maturação da saponificação (concentração 5,0 mg/L em pH 9)

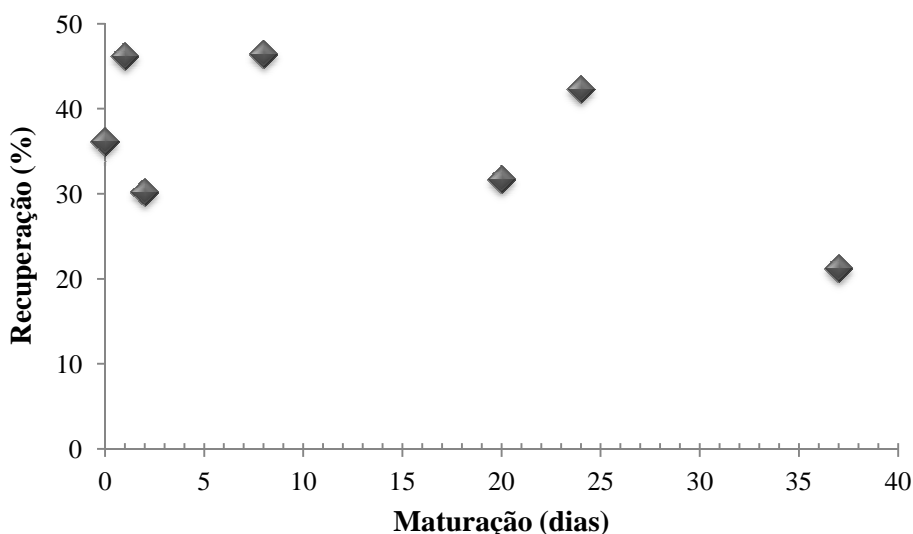


Fonte: Autoria própria.

Os resultados indicam, portanto, que a maior variação, a partir de uma semana de saponificação, aconteceu na concentração mais baixa, 2,5 mg/L. Nas concentrações a partir de 5,0 mg/L, uma semana de maturação foi suficiente para que as recuperações atingissem valores aproximados constantes.

Com base nestes resultados, novos ensaios de maturação foram realizados, semanalmente, durante o período de um mês. Nestes novos testes utilizou-se a concentração 2,5 mg/L e manteve-se o pH 9. O objetivo dos ensaios foi verificar a recuperação de mineral sob a atuação do óleo de pequi saponificado no período de um mês, iniciando os testes no dia da saponificação e realizando-os semanalmente com o intuito de observar o comportamento do coletor e sua atuação nos testes. Os resultados estão apresentados no gráfico da Figura 56.

Figura 56 – Recuperação média de apatita em função do tempo de maturação da saponificação (concentração 2,5 mg/L em pH 9)



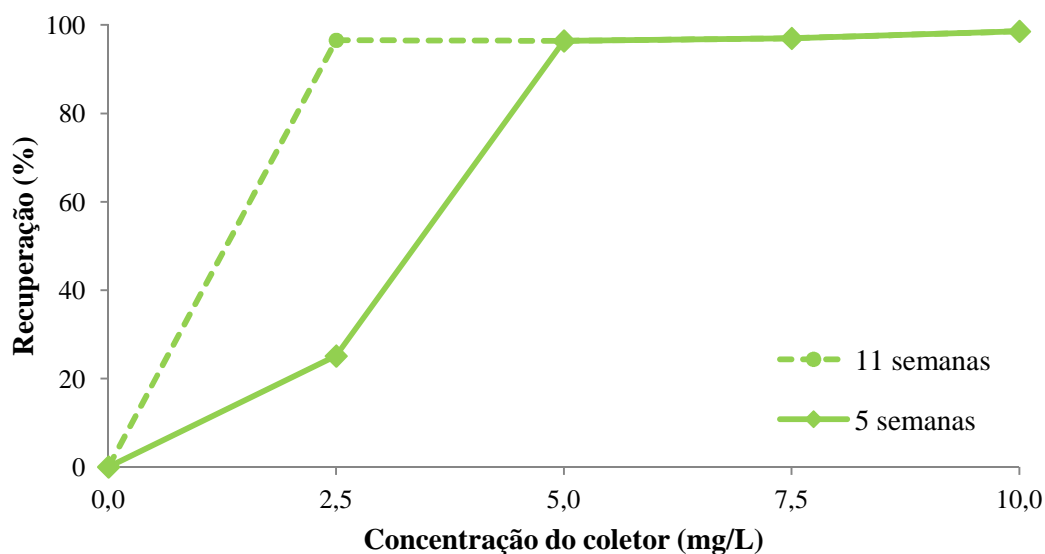
Fonte: Autoria própria.

Observa-se no gráfico da Figura 56 que os resultados de mineral flotado nos ensaios de maturação mantiveram-se inconstantes, não apresentando uma curva de crescimento contínuo. O óleo de pequi saponificado aplicado na concentração 2,5 mg/L apresentou variações nos resultados de recuperação de apatita, oscilando durante todo o período de testes. Portanto, os testes de maturação realizados, apesar de apresentarem variações com o passar do tempo, não apresentaram o crescimento esperado no percentual de mineral flotado.

Por outro lado, os testes possibilitaram constatar que o período de 38 dias não foi suficiente para atingir o percentual de recuperação observado na aplicação do óleo com 11 semanas de maturação, tempo este que foi satisfatório na geração de recuperações superiores a 95 %.

O gráfico da Figura 57 revela a recuperação de apatita, no pH 9, com testes realizados 5 semanas após a saponificação do óleo de pequi. Percebe-se que, com exceção da concentração 2,5 mg/L, o óleo de pequi obteve índices de recuperação próximos a 100%, com melhores resultados nas concentrações 7,5 e 10,0 mg/L. A concentração mais baixa, por outro lado, obteve uma recuperação média de 25,1 %. Testes realizados nesta concentração, após 11 semanas de saponificação, indicam que a recuperação do óleo de pequi melhora com a maturação da saponificação, atingindo 96,56 % de recuperação na concentração 2,5 mg/L frente aos 25,1 % encontrados anteriormente.

Figura 57 – Recuperação média de apatita no pH 9 utilizando óleo de pequi com diferentes tempos de maturação



Fonte: Autoria própria.

Considerando que os melhores resultados para a concentração 2,5 mg/L foram adquiridos em um estágio de maturação maior, os resultados dos testes de microflotação para esta concentração são apresentados para testes realizados com aproximadamente 11 semanas de maturação da saponificação. Para as concentrações a partir de 5 mg/L, os resultados são apresentados para testes realizados a partir de 5 semanas de maturação. Para o coletor industrial não se observou questões de maturação da saponificação.

Conclui-se que os resultados de maturação do óleo de pequi justificam-se pelo grau de saponificação do óleo. Este grau aumenta com o tempo, o que influencia na atuação do coletor saponificado na flotação. Desta forma, os diferentes resultados de recuperação apresentados nas figuras 55 e 57, atribuídos à chamada maturação, estão relacionados ao aumento do grau de saponificação com o tempo.

Em virtude desse fator, os resultados apresentados para os testes de microflotação na concentração 2,5 mg/L correspondem a testes realizados com aproximadamente 11 semanas de saponificação e, para as concentrações a partir de 5,0 mg/L, os resultados apresentados foram de testes realizados a partir de 5 semanas de saponificação. Logo, o grau de saponificação utilizado nos testes esteve entre aproximadamente 50 e 70 %. Como afirma Oliveira (2005), na prática industrial procura-se trabalhar com um grau de saponificação entre 55 e 75 %. Portanto, o grau de saponificação dos testes de microflotação realizados está de acordo com a prática industrial.

6.7. Potencialidade de comercialização desta nova alternativa de coletor

O setor de fosfato produz milhões de toneladas no Brasil, como salientado na Figura 10. O novo coletor proposto com este estudo, baseado no óleo de pequi, torna-se mais uma alternativa para o beneficiamento de minérios, em especial nas regiões de incidência dessa espécie vegetal, regiões que estão entre as principais produtoras nacionais.

Ao estudar o desempenho dos óleos vegetais amazônicos como coletores na flotação de minérios, Costa (2012) salientou a importância ambiental dessa aplicação, sendo estes óleos fontes renováveis e biodegradáveis. Além desse fator, salientou-se que a utilização dessa nova fonte de coletores agregaria valor às espécies amazônicas, contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico da região. Segundo o autor, os sais obtidos a partir dos óleos vegetais da Amazônia podem constituir uma alternativa aos reagentes utilizados industrialmente, que são de alto custo e, muitas vezes, produzidos no exterior.

O estudo de um óleo proveniente do fruto característico do Cerrado brasileiro, o pequi, também está voltado, além dos benefícios gerados à indústria, ao intuito de agregar valor comercial à espécie, podendo utilizá-la não apenas na alimentação, mas em processos industriais da mineração. Como nova alternativa de coletor, espera-se fomentar o incentivo à preservação e produção comercial do pequi – já estudada por pesquisadores de universidades e por instituições como a Embrapa – trazendo benefícios ambientais e econômicos para a região, agregado ao intuito de produção de óleo para processos industriais.

Analisando-se a produção brasileira, as reservas de fosfato e as expectativas de crescimento do setor, conclui-se então que existe potencialidade de comercialização desta nova alternativa de coletor. O óleo de pequi constitui uma nova opção de reagente, podendo substituir parcialmente a utilização de coletores sintéticos – cuja demanda torna-se cada vez mais crescente em virtude da expansão do setor, contribuindo para o aumento da produção de fosfato no Brasil.

O intuito deste trabalho foi apresentar uma nova alternativa de reagente coletor para a indústria de fosfato. Os resultados iniciais do desempenho do pequi indicam que o óleo vegetal proveniente da polpa amarela deste fruto do Cerrado constitui um ótimo coletor na

flotação de apatita. Portanto, o objetivo deste trabalho foi cumprido, e espera-se que novas pesquisas deem continuidade aos estudos do óleo de pequi para este fim.

7. CONCLUSÕES

O material extraído da polpa branca não foi eficaz na recuperação de apatita, visto que não houve flotação, mesmo utilizando concentrações mais de 100 vezes maiores que as utilizadas com os demais coletores. Acredita-se que o método de extração utilizado não apresentou a eficiência necessária para a retirada dos lipídeos presentes nesta parte do fruto. O insucesso observado com a polpa branca pode ainda estar relacionado à baixa quantidade de lipídeos em sua composição.

Entretanto, por se tratar de um passivo ambiental e considerando sua representatividade em relação à massa total do pequi, espera-se que a polpa branca possa ser explorada industrialmente através da extração do óleo. Assim, não é descartada a continuidade dos estudos com este material e a possibilidade de sua aplicação na flotação.

O óleo da polpa amarela de pequi é composto principalmente pelos ácidos oleico e palmítico. Sua caracterização informa que o óleo possui baixo índice de acidez, próximo a 0,03 mg KOH/ g amostra, e índice de saponificação, em média, de 191,98 mg KOH/ g amostra. Como resultado, observou-se para o óleo de pequi um alto índice de éster. O índice de iodo encontrado foi de aproximadamente 50 g de iodo para cada 100 g de óleo, resultado que pode estar relacionado à quantidade de ácidos saturados presentes no óleo. Entretanto, a presença de ácidos saturados não afetou os resultados da flotação, que revelaram altas recuperações.

Com relação aos testes de microflotação, o óleo da polpa amarela do pequi apresentou melhores resultados atuando no pH 9 e 10, enquanto os melhores resultados do coletor Flotigam 5806, utilizado como parâmetro, foram no pH 8. Nos citados pHs, os resultados dos coletores foram similares. Ambos apresentaram mais de 95 % de recuperação na mais baixa concentração testada, 2,5 mg/L.

Conclui-se que o óleo de pequi comercializado, extraído da polpa amarela do fruto, foi eficaz na recuperação de apatita em testes de microflotação, com resultados similares ao coletor industrial utilizado como parâmetro. Com a análise estatística ANOVA, conclui-se ainda que os fatores concentração e pH influenciaram de forma significativa, estatisticamente, nos resultados de flotação.

Portanto, o óleo de pequi pode constituir uma alternativa de coletor a ser aplicado na flotação de minerais fosfatos. Este resultado fomenta a realização de novos estudos sobre a aplicação deste óleo na flotação de minerais, além de indicar uma nova fonte de reagente, contribuindo para a valorização da espécie, o incentivo à sua preservação e produção comercial, gerando inovação na produção brasileira de fosfato.

8. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Sugere-se para trabalhos futuros:

- Realizar estudos com óleo de pequi na flotação em escala de bancada utilizando minério de fosfato;
- Ampliar a faixa granulométrica e utilizar outras vazões de ar nos testes de microflotação, observando se há alterações no resultado;
- Realizar novos estudos com a polpa branca do pequi, aplicando a extração com hexano, bem como outros métodos de extração;
- Testar novos meios de separação do óleo e do solvente, além de aplicar outros métodos de saponificação para este óleo extraído;
- Utilizar outros métodos de saponificação, avaliando uma eficiência mais imediata do óleo da polpa amarela de pequi;
- Estudar concentrações mais baixas para o óleo de pequi, analisando se há a possibilidade de utilização de menores quantidades de reagente com desempenho semelhante aos já observados.
- Avaliar a mistura do óleo de pequi com coletores sintéticos.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, R. O. **Alternativas de processo para concentração do minério fósforo- uranífero de Itatiaia**. 2010. 214 f. Tese (Doutorado) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

ALVES, A.; COSTA, D.; MEIRELES, A.; QUEIROZ, R.; PERES, A. Aplicabilidade dos óleos de maracujá (*passiflora edulis*) e babaçu (*orbignya phalerata*) na flotação de apatita, calcita e quartzo. In: **XXV Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa e VIII Meeting of the Southern Hemisphere on Mineral Technology**. Goiânia, 2013.

AQUINO, L.; FERRUA, F.; BORGES, S.; ANTONIASSI, R.; CORREA, J.; CIRILLO, M. Influência da secagem do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) na qualidade do óleo extraído. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 354-357, abr.-jun. 2009.

ARAÚJO, A.C., PERES, A.E.C. Froth Flotation: Relevant Facts and the Brazilian Case. **Tecnologia Mineral**, v.70, p.1-38, 1995. Disponível em:<http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_stm/stm-70.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2014.

BALTAR, C. **Flotação no Tratamento de Minério**. Recife: UFPE, 2008.

BILIBIO, G. **Análise do teor de cloro livre nas soluções de hipoclorito de sódio denominadas comercialmente de QBOA e MAZZAROLLO**. 2011. 39 f. Monografia – Curso de Especialização em Endodontia, Faculdade Ingá, Passo Fundo, 2011.

BRANDÃO, P. R. G., CAIRES, L. G., QUEIROZ, D. S. B. Vegetable Lipid Oil-Based Collectors in the Flotation of Apatite Ores. **Minerals Engineering**, v. 7, p. 917-925, 1994.

BUZIN, E. **Modelagem e simulação da produção de pequi no território Kalunga de Goiás utilizando a metodologia System Dynamics**. 2009. 68 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Agronegócio, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

CAMPESTRE Indústria e Comércio de Óleos Vegetais LTDA. Óleo de algodão – especificações técnicas. Disponível em: <http://campestre.com.br/especificacao_algodao.shtml>. Acesso em: mar. 2014.

CARVALHO, C. O. **Comparação entre métodos de extração do óleo de *Mauritia flexuosa* L.f. (ARECACEAE – buriti) para o uso sustentável na reserva de desenvolvimento Tupé: rendimento e atividade antimicrobiana.** 2011. 110 f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Biotecnologia e Recursos Naturais, Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2011.

CARVALHO, P. **Pequizeiro – *Caryocar brasiliense*.** Comunicado Técnico 230. Colombo-PR: Embrapa, 2009.

COSTA, C.; SILVA, C.; LORDELLO, A.; ZANIN, S.; DIAS, J.; MIGUEL, M.; MIGUEL, O. Identificação de δ tocotrienol e de ácidos graxos no óleo fixo de urucum (*Bixa orellana* Linné). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 15, n. 4, p.508-512, 2013.

COSTA, D. S. **Uso de Óleos Vegetais Amazônicos na Flotação de Minérios Fosfáticos.** 2012. 191 f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM. **Informe Mineral 2º 2013.** Brasília: DNPM, 2014. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/mostra_arquivo.asp?IDBancoArquivoArquivo=9114>. Acesso em: set. 2014.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM; INSTITUTO BRASILEIRO DE GEMAS E METAIS PRECIOSOS – IBGM. **Manual Técnico de Gemas.** 4ª ed. Brasília, 2009.

DEUS, T. **Extração e caracterização de óleo do pequi (*Caryocar brasiliensis* Camb.) para o uso sustentável em formulações cosméticas óleo/água (O/A).** 2008. 75f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2008.

EMBRAPA. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fbl23vmz02wx5eo0sawqe3egcicvo.html>>. Acesso em: ago. 2014.

GERHARDT, T.; SILVEIRA, D. (Org.). **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GOIÁS. Análise Conjuntural 2012. Centrais de Abastecimento de Goiás S/A. – CEASA, nº 37. 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Edição IV – 1ª Edição Digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. Disponível em: <http://www.ibram.org.br/150/15001002.asp?ttCD_CHAVE=226642>. Acesso em: out. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Informações e Análises da Economia Mineral Brasileira**. 7ª ed. 2012. Disponível em: <http://www.ibram.org.br/>. Acesso em: jul. 2014.

KEAN UNIVERSITY. **ANOVA – Analysis of Variance**. Disponível em: <<http://www.kean.edu/~fosborne/bstat/08ANOVA.html>>. Acesso em: set. 2014.

LEDO, P. ; PAULO, J. ; LIMA, R.; BRANDÃO, P.; VIEIRA, M. Flotação de calcita utilizando óleos vegetais regionais saponificados. In: **XX Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa**. Volume 2. Florianópolis, 2004.

LEHNINGER, A. L. **Bioquímica**. Vol. 1. São Paulo: Edgard Blucher, 1976.

LIMA, A.; SILVA, A; TRINDADE, R.; TORRES, R.; MANCINI-FILHO, J. Composição Química e Compostos Bioativos presentes na Polpa e na Amêndoa do Pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 29, n. 3, p. 695-698, Dezembro 2007.

LOPES, R.; SILVA, J.; VIEIRA, R.; SILVA, D.; GOMES, I.; COSTA, T. Composição de Ácidos Graxos em Polpa de Frutas Nativas do Cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 34, n. 2, p. 635-640, Junho 2012.

MANIASSO, N. Ambientes Micelares em Química Analítica. **Química Nova**, v. 24, nº 1, p. 87-93, 2001.

MARTINS, M. **Molhabilidade de apatita e sua influência na flotação**. 2009. 119 p. Tese (Doutorado) – Escola de Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

MONTE, M.; PERES, A. Química de Superfície na Flotação. In: **Tratamento de Minérios**, 4ª edição. Rio de Janeiro: CETEM, 2004.

MONTEIRO, S. **Caracterização química da casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), avaliação de seus extratos e aplicação em linguiça de frango para aumento do *shelf life***. 2013. 91 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

MORETTO, E.; FETT, R. **Óleos e gorduras vegetais: processamento e análises**. 2ª ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 1989.

MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1998.

OLIVEIRA, J. **Grau de Saponificação de Óleos Vegetais na Flotação Seletiva de Apatita de Minério Carbonatítico**. 2005. 187 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós – Graduação em Engenharia Mineral, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005.

OLIVEIRA, J. Tendências Evolutivas no Processo de Flotação. In: FERRAN, A. **A mineração e a flotação no Brasil: uma perspectiva histórica**. Departamento Nacional de Produção Mineral, 2007.

OLIVEIRA, M. S. **Minério fosfático sílico-carbonatado: estudo fundamental**. 2007. 223 f. Tese (Doutorado) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

OLIVEIRA, M.; GUERRA, N.; BARROS, L.; ALVES, R. **Aspectos Agronômicos e de Qualidade do Pequi**. Embrapa Agroindústria Tropical, Documentos, 113. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008. Disponível em: <http://www.cnpat.embrapa.br/cnpat/cd/jss/acervo/Dc_113.pdf>. Acesso em: Janeiro, 2013.

PERES, A.; ARAÚJO, A. A flotação como operação unitária no tratamento de minérios. In: CHAVES, A. (Org.). **Teoria e Prática no Tratamento de Minérios**. Vol. 4 – Flotação – O Estado da Arte no Brasil. 1ª ed. São Paulo: Signus Editora, 2006.

RODRIGUES, O. M. S. **Estudos de flotação de caulinita**. 2009. 95 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

ROSSI, D. **Índice de iodo (Wijs)**. Métodos de Ensaio. Disponível em: <<http://www.professordanielrossi.yolasite.com>>. Acesso em: jun. 2014.

SALGADO, A.; SCHMIDT, P.; FRAGA, A.; CASTRO, D.; SILVA, V.; VILELA, F.; AGUIAR, P.; CASTRO NETO, P. **Rendimento de óleos fixos de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum*) e sua caracterização química**. Embrapa, 2007. Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba4/290.pdf>.

SAMPAIO, J.; BALTAR, C. Ensaio de Flotação. In: SAMPAIO, J.; FRANÇA, S.; BRAGA, P. **Tratamento de Minérios: práticas laboratoriais**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2007.

SANTOS, E.; OLIVEIRA, J. **Utilização de óleo de jojoba como coletor alternativo na flotação seletiva entre apatita e calcita**. PEMM/ COPPE/ UFRJ. Rio de Janeiro, 2012.

SANTOS, M. **A flotação por ar dissolvido como alternativa ao tratamento de efluente mineral visando ao reuso da água e à melhoria do processo de flotação de apatita**. 2014. 186f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2014.

SCHROEDER, P.; SANTOS, E.; OLIVEIRA, J. **Utilização de ácido erúico como reagente alternativo na flotação de apatita**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.

SILVA, C. **Obtenção de ésteres etílicos a partir da transesterificação do óleo de andiroba com etanol**. 2005. 78f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Química Inorgânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2005.

SILVA, L.; SILVA, E.; BRITO, V.; DUDU, R.; SOUZA, J. Caracterização físico-química dos óleos de mamona e algodão na flotabilidade da dolomita como agentes coletores. In: **XLIX Congresso Brasileiro de Química**. Porto Alegre – RS, 2009.

SOLOMONS, T. W. G. **Química Orgânica 2**. Tradução: Horacio Macedo. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1996.

SOUZA, A.; FONSECA, D. **Fosfato**. DNPM, 2008. Disponível em:<https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=4003>. Acesso em 24 fev. 2014.

SOUZA, K.; NEVES, V. **Experimentos de Bioquímica**. UNESP, [s.d.]. Disponível em:<http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/introducao_lipidios/introducao_lipidios.htm>.

TAKATA, L. Flotação em Coluna. In: CHAVES, A. (Org.). **Teoria e Prática no Tratamento de Minérios**. Vol. 4 – Flotação – O Estado da Arte no Brasil. 1ª ed. São Paulo: Signus Editora, 2006.

UNESP. Apatita. Museu de Minerais e Rochas Heinz Ebert. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/museudpm/banco/fosfatos/apatita.html>. Acesso em out. 2014.

VERA, R.; NAVES, R.; NASCIMENTO, J.; CHAVES, L.; LEANDRO, W.; SOUZA, E. Caracterização física de frutos do Pequi (Caryocar brasiliense Camb.) no Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35 (2), p. 71-79, 2005.

VIANA, P. **Flotação de espodumênio, microclina, muscovita e quartzo com coletores aniônicos, catiônicos, anfotéricos e mistura de coletores**. 2006. 224f. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

VIEIRA, M.; LEDO, P.; LIMA, R.; PAULO, J.; BRANDÃO, P. Flotação de calcita a partir de óleos vegetais regionais saponificados como agentes coletores. In: **VI Congresso Brasileiro De Engenharia Química em Iniciação Científica**. Campinas-SP, 2005.

WILLS, B. A.; NAPIER-MUNN, T.J. **Mineral Processing Technology – An introduction to the practical aspects of ore treatment and mineral recovery**. 7ª ed. Elsevier Science & Technology Books, 2006.

ZUPPA, T. Avaliação das potencialidades de plantas nativas e introduzidas no Cerrado na obtenção de óleos e gorduras vegetais. 2001. 116f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2001.

TRABALHOS PUBLICADOS

Extração e Aplicações do Óleo de Pequi – Prêmio SBPC/GO de Popularização da Ciência – Menção Honrosa pelo citado prêmio.

SILVA, T.; SILVA, A.; SILVA, E.; ALVES, B. Apatite's Froth Flotation Using Pequi's Yellow Pulp Oil as Collector. In: *XIV International Mineral Processing Symposium and Exhibition* – IMPS, 14, 2014, Kusadasi, Turkey. Izmir: Turkish Mining Development Foundation, 2014, p. 231 a 238. ISBN: 978-975-441-436-3.

SILVA, T.; SILVA, A.; SILVA, E.; ALVES, B. Aplicação do óleo de pequi como reagente coletor na microflotação de apatita. **Revista Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 10, n. 19; p. 99. ISSN: 1809-0583.

SILVA, T.; SILVA, A.; SILVA, E.; ALVES, B. Aplicação do óleo de pequi como reagente coletor na microflotação de apatita. In: **II Seminário de Integração: Mestrado Profissional em Áreas Interdisciplinares e de Inovação – SIMPAII**, 2, 2014, Catalão. Catalão, Universidade Federal de Goiás, 2014.

SILVA, T.; SILVA, A.; SILVA, E. Microflotação de apatita utilizando o óleo de pequi como coletor. In: **XI Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão- Conpeex**, 11, 2014, Goiânia. Conhecimento, Inclusão Social e Desenvolvimento. Goiânia, Universidade Federal de Goiás, 2014 (no prelo).

PATENTE DEPOSITADA

Patente de Invenção: **Óleo De Pequi (*Caryocar brasiliense*) Como Coletor Aniônico Na Flotação De Minerais.**

Número: **BR 10 2014 024970 2**

Data: **07/10/2014**