

APROVEITAMENTO DOS REJEITOS DO PROCESSAMENTO DO CARVÃO: UMA BREVE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

GRASIELLE DA SILVA FRAGA¹; JULIA MENDES²; PAOLA VIEIRA MACHADO³;
CLAUDIA FERNANDA LEMONS E SILVA⁴; RUBIA FLORES ROMANI⁵

¹Universidade Federal de Pelotas – grasi.fraga.2711@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – mndsjulix@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – paolavieira.m@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – claudia.lemons@ufpel.edu.br

⁵Universidade Federal de Pelotas – fgrubia@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

O carvão mineral é um combustível fóssil utilizado em abundância para geração de energia e diversas atividades industriais, com isso, importante para a economia mundial (BORBA, 2001). Segundo, TORREZANI et al. (2013) a mineração, a combustão e o beneficiamento são etapas do processamento da exploração do carvão, as quais emitem contaminantes, os quais podem afetar a qualidade ambiental.

No Brasil, os carvões apresentam uma diminuição no material mineral e um aumento nas quantidades de enxofre, sendo necessário o beneficiamento do produto bruto, conhecido como Run of Mine (ROM) acarretando na geração de um grande volume de rejeitos (AMARAL FILHO, 2009).

Os desastres provenientes da mineração do carvão no sul do estado de Santa Catarina (NUNEZ-GOMEZ, 2016), apontam a necessidade do desenvolvimento de práticas sustentáveis no setor (FIRPO ET AL., 2015). Em vista disso, buscando a conservação do meio ambiente, estudos e tecnologias estão sendo desenvolvidos para que ocorra o aproveitamento da pirita presente nos rejeitos do carvão mineral (MADEIRA, 2012, FLORES et al, 2012). Segundo, AMARAL FILHO (2009) transformar um rejeito sem valor agregado em um subproduto, pode reduzir um dos maiores passivos ambientais do setor carbonífero.

Inclusive, as contaminações relacionadas ao concentrado de pirita causam o lixiviamento de metais como Al, Mn, Zn e entre outros. Com isso, a lixiviação da pirita tem sido usada em diversos estudos a fim de reduzir o volume dos rejeitos depositados em aterros e agregando valor econômico, reduzindo a necessidade de procurar novas fontes de exploração para novos produtos (BAUM, 2018).

Assim, o presente trabalho tem como objetivo apresentar estudos e tecnologias possíveis, por meio de uma revisão bibliográfica, que permitam o aproveitamento dos rejeitos do processamento do carvão mineral.

2. METODOLOGIA

A presente pesquisa consiste em uma revisão bibliográfica de estudos acerca do tema. A revisão bibliográfica é desenvolvida através de estudos já produzidos, como livros, revistas, artigos, teses e outras fontes literárias (GIL, 2007). Optou-se por utilizar 5 diferentes fontes de referência para comparação, como artigos acadêmicos, dissertações e teses, entre os anos de 2017 e 2020.

Os termos de busca foram “Rejeitos de Carvão” e “Tratamento de Lixiviado”, com o objetivo de encontrar estudos focados no aproveitamento de rejeitos oriundos da mineração de carvão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os artigos selecionados para esta revisão reportam estudos que empregaram, principalmente, concentrados e lixiviados de pirita, visando o aproveitamento destes constituintes, conforme dados sumarizados na Tabela 1. Com isso, foi possível observar o aproveitamento dos rejeitos em tratamento de efluentes, tratamento de águas, no controle de eutrofização e na recuperação de metais para diferentes usos.

VILLETTI (2017) aborda em seu estudo a produção de um coagulante de sulfato férrico a partir da lixiviação do concentrado de pirita, por meio da cristalização/solubilização do sulfato ferroso, em duas jazidas de carvão mineral, nos estados de Santa Catarina e Paraná. O coagulante produzido foi utilizado no tratamento de água do corpo hídrico Guaíba (RS), e, segundo o mesmo autor, apresentou eficiência para este fim.

LOPES (2020) produziu óxidos magnéticos através do processamento hidrometalúrgico, por meio da lixiviação aeróbica com água. O extrato aquoso, rico em íons férricos, obtido foi misturado com etanol, para a precipitação do ferro como melanterite, resultando em ferritas e cristais de magnetite, com rendimentos em relação ao ferro de 34,9 e 93,2%, respectivamente.

PASQUALINI (2020) utilizou o óxido-hidróxido de ferro para a adsorção de fósforo através do lixiviado de um concentrado de pirita, a partir da caracterização do licor e síntese do óxido-hidróxido de ferro, por precipitação. O procedimento de adsorção obteve sucesso para o tratamento de efluentes domésticos, assim como o óxido-hidróxido de ferro demonstrou-se eficaz para a adsorção de fósforo, podendo ser utilizado no controle de eutrofização.

MADRUGA et al. (2017) reportaram a eficiência do Processo Fenton, com o emprego de pirita oriunda do processamento do carvão, na degradação de lixiviado de aterro sanitário, seguido do processo de floculação por 3 horas. Os resultados alcançados, para a degradação por Fenton, foram de 84,4% na remoção de DQO, em pH 3,0 e, para floculação, o floculante catiônico apresentou os índices mais expressivos, com 96,8, 97,9 e 75,9% para as remoções de cor, turbidez e DQO, respectivamente.

BAUM (2018) empregou o rejeito de carvão de uma mina para a recuperação de metais pelo processo de lixiviação ácida complementado pelo processo de ultrassom. As maiores concentrações de metais encontrados foram o alumínio (18%) e o ferro (12%). O uso do ultrassom demonstrou ser um procedimento possível para a extração de metais, e ainda segundo o autor, pode ser considerado uma tecnologia de baixo impacto ao ambiente.

Tabela 1 - Parâmetros de comparação entre os métodos utilizados nos estudos.

Características físico-químicas	Tecnologia	Reutilização	Referência
Carbono fixo 14,2% (SC) e 8,5% (PR) Cinzas 62,2% (SC) e 66,4% (PR) Matéria volátil 23,6% (SC) e 25,1% (PR) Spirítico 36,4% (SC) e 39,1% (PR) Sulfático 0,9% (SC) e 0,8% (PR) S _{total} 37,3 (SC) e 39,9% (PR)	Cristalização/solubilização de sulfato ferroso.	Tratamento de água de corpos hídricos.	VILLETTI, (2017)
Concentrado de lixiviado de pirita com 80,8 g.L-1 de ferro e pH inicial igual a 0,98	Síntese do óxido-hidróxido de ferro por precipitação.	Produção de sais e óxidos de ferro, controle de eutrofização	PASQUALINI, (2020)
66,4% de cinzas 25,1% de matéria volátil 8,5% de carbono fixo S _{total} igual a 39 1% de S _{spirítico} ; 0,8% S _{sulfático}	Precipitação do sulfato ferroso e síntese dos óxidos magnéticos.	Ferritas e cristais de magnetita	LOPES, (2020)
Cor = 1967,4 mg.L-1 Turbidez = 22 NTU Ph = 8,0 DQO = 926,7 mg.L-1 Sólidos Totais = 2609 Sólidos Dissolvidos=2595 Sólidos Suspenso = 15	Processo Fenton utilizando a pirita como catalisador, seguido da floculação do lixiviado.	Tratamento de lixiviados de aterro sanitário	MADRUGA et al. (2017)
28,4% de matéria mineral na ganga e 33,4% de resíduos finos	Lixiviação ácida assistida por ultrassom.	Extração de metais	BAUM, (2018)

4. CONCLUSÕES

Portanto, diante das pesquisas apresentadas foi possível concluir que os rejeitos provenientes da mineração de carvão podem ser aproveitados através das diferentes tecnologias e métodos envolvendo a lixiviação de um concentrado de pirita. Contudo, diante do número de pesquisas encontradas a respeito do assunto, fica evidente a importância do tema, no entanto ainda são muitos os desafios, principalmente com a implementação em larga escala.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL FILHO, J.R. **Avaliação ambiental e do potencial de aproveitamento de um módulo de rejeitos de carvão na região carbonífera de Santa Catarina.** 2009 .Dissertação (Mestrado em Engenharia). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BAUM, I.C. **Extração de metais em rejeito de mineração de carvão fóssil através de lixiviação ácida assistida por ultrassom.** 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais). Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

BORBA, R. F. **Carvão mineral.** Balanço mineral brasileiro, n. 1, p. 1-19, 2001.

CAMPOS, M.L. DE ALMEIDA, J. A., DA SILVEIRA, C. B., GATIBONLI, L. C., ALBUQUERQUE, J. A., MAFRA, Á. L., ... & SANTOS, J. C. P. Impactos no solo provocados pela mineração e depósito de rejeitos de carvão mineral. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 9, n. 2, p. 198-205, 2010.

FIRPO, B. A.; AMARAL FILHO, J. R.; SCHNEIDER, I. A. H. A brief procedure to fabricate soils from coal mine wastes based on mineral processing, agricultural, and environmental concepts. **Minerals Engineering**, v. 76, p.81-86, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2014.11.005>

FLORES, R.G.; ANDERSEN, SILVIA L. F.; MAIA, L.K.K; JOSÉ, H.J ; MOREIRA, R. F. P. M. . Recovery of iron oxides from acid mine drainage and their application as adsorbent or catalyst. **Journal of Environmental Management**, v. 111, p. 53-60, 2012.

GIL, A. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Atlas: São Paulo, 2007.

LOPES, F.A. **Produção hidrometalúrgica de óxidos magnéticos a partir de concentrado de pirita proveniente de rejeitos da mineração de carvão**. 2020. Tese (Doutorado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

NÚÑEZ-GÓMEZ, D.; NAGEL-HASSEMER, M. E.; LAPOLLI, F. R. LOBO-RECIO, M. A. Potencial dos resíduos do processamento de camarão para remediação de águas contaminadas com drenagem ácida mineral. **Polímeros**, v.26, p.1-7, 2016.

PASQUALINI, J.P. **Adsorção de fósforo por óxido-hidróxido de ferro produzido a partir de lixiviado da pirita da mineração de carvão**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

TORREZANI, N.C.; OLIVEIRA, E.F. **Problemas ambientais decorrentes da exploração do carvão mineral e a aplicação da ecotoxicologia aquática como ferramenta de biomonitoramento**. *Oecologia Australis*, v. 17, n. 4, p. 509-521, 2013.

VILLETTI, P.I. **Produção de coagulante férrico a partir da lixiviação de concentrado de pirita da mineração de carvão via cristalização/solubilização de sulfato ferroso – estudo comparativo entre rejeitos de duas jazidas**. 2017. Dissertação (Mestre em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.