

## ANÁLISE DAS VARIÁVEIS E OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO HIDROTÉRMICO DE EXTRAÇÃO DE SÍLICA EM CINZAS DE CARVÃO

**YASMIM MOURAD OSHIRO<sup>1</sup>**; JANDER LUIS FERNANDES MONKS <sup>2</sup>; DARCI ALBERTO GATTO<sup>3</sup>; ANTONIO CARLOS DA SILVA RAMOS<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas – yasmimoshiro@outlook.com*

<sup>2</sup>*Instituto Federal Sul-Rio-Grandense – jandermonks@hotmail.com*

<sup>3</sup>*Universidade Federal de Pelotas – darcigatto@yahoo.com*

<sup>4</sup>*Universidade Federal de Pelotas – akarloss@yahoo.com.br*

### 1. INTRODUÇÃO

De todas as fontes de energia utilizadas no Brasil, a queima do carvão mineral movimenta 5,5% da matriz energética nacional e tem como subprodutos voláteis e uma grande quantidade de resíduos sólidos, que são distinguidos em cinzas leves ou pesadas de acordo com sua granulometria.

As cinzas são constituídas por compostos de silício e alumínio, provenientes de argilominerais, óxidos e silicatos, teores de ferro e pequenas quantidades de Mg, Ca, Ti, S, Na e K. A composição matricial da cinza do carvão reflete diretamente a composição original do carvão utilizado.

O Rio Grande do Sul detém cerca de 89,25% das jazidas de carvão mineral do país, sendo que a jazida de Candiota representa 38% de todo o carvão encontrado em território nacional.

A jazida de Candiota possui camadas de carvão espessas, com grande continuidade lateral e pouca cobertura, proporcionando lavras em larga escala. A camada Candiota tem 5 metros de espessura média e 10 metros de cobertura, porém trata-se de um carvão energético pobre que não admite beneficiamento. No aspecto geológico encontra-se sob a Formação Rio Bonito, caracterizada por arenitos associados a pelitos e camadas de carvão confinadas por duas camadas de argilitos (Aboarrage & Lopes 1986).

Dentre os processos de extração de sílica, o processo hidrotérmico apresenta índices mais baixos de recuperação e aproveitamento em relação a outros métodos, porém é de menor complexidade e custo, sendo a motivação do presente trabalho a melhoria desse método através da análise da influência das diversas variáveis envolvidas no método, como temperatura, concentração de solução e tempo, a fim de elevar o rendimento de extração da sílica. Para tal, utilizou-se as cinzas leves geradas na Usina Termelétrica Presidente Médici.

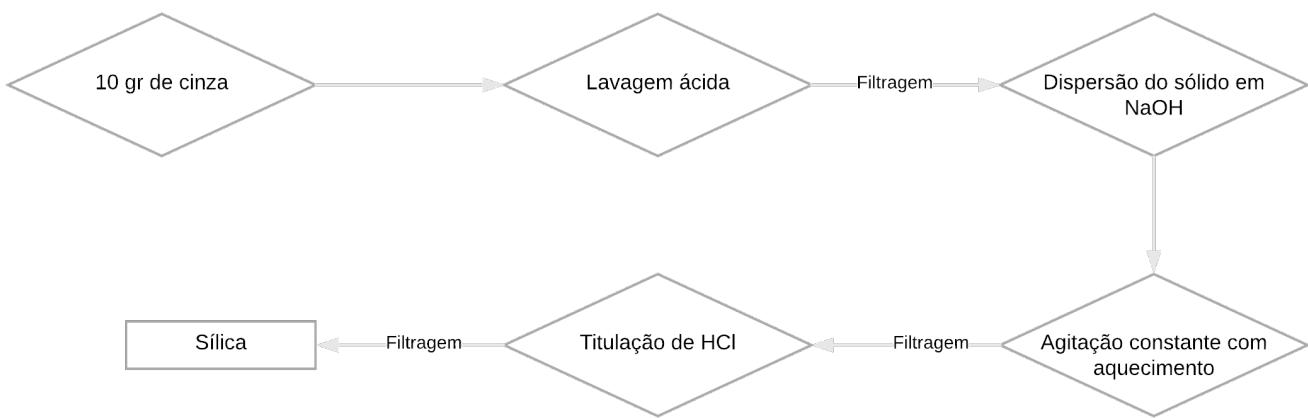
### 2. METODOLOGIA

Para realizar a extração de sílica a partir das cinzas de carvão foi empregado o método hidrotérmico que consiste em uma sequência de etapas físicas conduzidas em meio aquoso a fim de concentrar a sílica ao final do processo.

Como etapa preliminar realiza-se uma lavagem ácida que visa a remoção de impurezas e concentração de sílica no sólido. O processo de lavagem ácida utilizado é uma adaptação do proposto por Kalapathy *et al* (2000), em que 10 gramas de cinzas, previamente secas em estufa, são colocadas em contato com 1M de HCl com agitação constante durante o período de uma hora. Após esse período a mistura é filtrada em papel filtro quantitativo, o líquido é descartado e o sólido é utilizado nas etapas seguintes.

Afim de solubilizar a sílica e concentrá-la no líquido, o sólido foi disperso em cerca de 200ml de solução de NaOH a 1M e 2M. O processo de extração de sílica e concentração no líquido foi realizado em duas etapas, a primeira em banho maria com agitação manual constante, e a segunda utilizando um agitador magnético a mesma temperatura utilizada na etapa anterior. O método foi realizado em temperatura de 30°, 80° e 100°C e com tempo de contato de 1 e 2 horas. As misturas foram em estufa a 50°C por 24 horas afim de aumentar a concentração e posteriormente filtradas.

Para precipitação da sílica HCl é titulado e o pH é controlado com auxílio de um peagâmetro digital. Após o período de 24 horas, a solução é filtrada e o sólido é separado e pesado.



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos para extração a 1M e 2M de NaOH são semelhantes, de modo que os resultados apresentados foram obtidos em duas horas de aquecimento e agitação constante a 1M de NaOH por duas horas.

Tabela 1: Massas extraídas em função do pH e temperatura a 1M de NaOH

Temperatura (°C)	pH de extração	Massa extraída (g)
30	3	2,2
30	6	0,5
30	8	2,5
80	3	2,7
80	6	4,24
80	8	2,87
100	3	2,1
100	6	6,02
100	8	3,76

A 2M de NaOH o melhor resultado foi obtido em duas horas de agitação e aquecimento de 100°C, sendo extraído 4,96 gramas de sílica a pH 6.

### 4. CONCLUSÕES

As quantidades de sílica obtidas a 1M e 2M de NaOH são semelhantes, portanto, a menor concentração é suficiente para a extração da matéria-prima de forma economicamente viável. A quantidade de sílica obtida é diretamente ligada ao volume de solução de hidróxido de sódio utilizado.

Em pH menor que 10 a sílica começa a precipitar, sendo que a pH 6 é obtida uma quantidade maior de matéria-prima em temperaturas mais elevadas, o mesmo não ocorreu no processo de extração a 30°C.

Fatores como a temperatura e pH de extração são intimamente relacionados a quantidade de sílica obtida, sendo que a maiores temperaturas e pH intermediário apresentam os melhores resultados. Em temperaturas mais baixas os resultados não apresentaram padrão de influência do pH.

O tempo de contato influência na quantidade de matéria extraída, de maneira que a 2 horas a eficiência do processo aumentou em 30%.

Apesar de se tratar de um processo com baixo índice de aproveitamento os resultados obtidos são considerados satisfatórios, visto que a concentração de sílica na cinza utilizada varia de 40 a 65%. A problemática do método é mostrada na etapa de solubilização e precipitação da sílica, em que em pH abaixo de 3 a sílica volta a solubilizar, de forma que por diversas vezes foi necessário manipular a acidez com o uso de hidróxido de sódio de forma que é extraída uma quantidade maior de sílica que anteriormente.

Para aprimoramento do método de forma a torna-lo mais eficiente, é necessária análise isolada de todas as etapas para verificar a influência das mesmas no processo de extração, assim como a avaliação da composição da matéria-prima utilizada no processo e a pureza do material obtido.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOARRAGE, A .M. & LOPES, R. C. - 1986- Projeto a Borda Leste da Bacia do Paraná: Integração Geológica e Avaliação Econômica: Relatório Final. Porto Alegre, DNPM/CPRM. v1 15 p.

ANEEL. **Carvão Mineral.** Atlas de Energia Elétrica do Brasil, 2008. Acessado em 27 agosto 2018. Online. Disponível em: [http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas\\_par3\\_cap9.pdf](http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par3_cap9.pdf)

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM. **Pesquisa de Carvão no Brasil.** Rio de Janeiro , 1972. 1 v.

CARDOSO, M. A., PAPROCKI, A., AZEVEDO, C. M. N., VILLWOCK, J. A., PIRES, M., Síntese de Zeólitas a partir da ativação hidrotérmica das cinzas volantes da Usina Termelétrica Presidente Médici (UTPM). **IV Salão de Iniciação Científica PUCRS**, 2008.

HAMLEY, P. The removal of carbon from fy ash using supercritical water oxidation. In: **International Ash Utilization Symposium**, 4, Lexington, Kentucky, USA, Proceedings, University os Kentucky, p. 2016-234, 2001.

IZIDORO, J.C., **Síntese e caracterização de zeólita pura obtida a partir de cinzas volantes de carvão.** São Paulo. Tese de Mestrado. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares/USP 2013.

KHANNA, S.K. & MALHOTRA, P. **Kinetics and mechanism of phenol adsorption on fly ash.** Ind J Environ Health, 19, p. 224-237, 1997.

LEVANDOWSKI, J. & KALKREUTH, W. Chemical and petrographical characterization of feed coal, fly ash and bottom ash from the Figueira Power Plant, Paraná, Brazil. **International Journal of Coal Geology** 77, p. 269-281, 2009.

ROHDE, G. M., ZWONOK, O., CHIES, O., DA SILVA, N. L. W. **Cinzas de carvão fóssil no Brasil: Aspectos Técnicos e Ambientais.** Porto Alegre: CIENTEC, v. 1, p. 202, 2006.

SCHNEIDER, R.L.; MÜHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R. A.; DAEMON, R.F.; NOGUEIRA, A. A. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA**, 28, Porto Alegre, 1974. Anais de Congresso. Porto Alegre: SBG , 1974. v. 1, p.41-65.

TERGOLINA, H.M. **Síntese de zeólitas e extração de sílica amorfa a partir de cinzas volantes de carvão.** Porto Alegre, Tese Pós-Graduação, PPGE3M/UFRGS 2013.