

DESENVOLVIMENTO DE UM REÔMETRO ACADÊMICO

Stênio Augusto de Souza Coelho, Aloysio Portugal Maia Saliba e Marco Túlio Corrêa Faria

Graduando UFMG, Professor Adjunto UFMG, Professor Titular UFMG.
E-mail: tungs@ufmg.br, asaliba@ehr.ufmg.br, mtfaria.ufmg@gmail.com

Introdução

A mineração tem um importante papel na economia brasileira, sendo responsável pela obtenção e extração de matéria prima para várias indústrias, que tem o importante papel intermediário ou final de agregar valor aquele mineral promovendo o desenvolvimento econômico do país e fortalecendo as suas relações comerciais.

Em consonância com as necessidades de desenvolvimento tecnológico e com as demandas da humanidade, este setor se desenvolveu no Brasil ao longo dos últimos séculos assumindo o décimo lugar (IBRAM, 2014).

De acordo com, o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) em 2011, existiam 8870 mineradoras registradas no Brasil compreendendo esta totalidade no regime de licenciamento (IBRAM, 2011) e também no regime de concessão de lavra.

Várias dessas mineradoras dentro do seu processo produtivo de beneficiamento geram rejeitos com características mineralógicas e granulométricas diferentes, mas que em geral são dispostos em reservatórios de barragens de rejeitos.

Segundo Ribeiro (2015), a maneira com a qual os rejeitos vêm sendo dispostos tem evoluído continuamente, dado a maior normatização aplicada por órgãos ambientais, quantidade de rejeito a ser acondicionada, escassez de locais para deposição e também a dificuldade de autorização de captação de água para a utilização em processos de beneficiamento.

Contudo, outro fator determinante para o desenvolvimento das técnicas de disposição de rejeitos é o número de acidentes com rupturas já presentes no histórico mundial e nacional, que segundo Azam & Li (2010), estimaram uma taxa de acidentes em barragens igual a 1,2% para um total de 18.401 minas nos últimos cem anos.

A partir desse cenário, estudar as propriedades reológicas dos rejeitos para entender o seu comportamento no transporte, na acomodação na barragem e em possíveis rompimentos é de extrema importância (Saliba, 2009).

Na caracterização desses rejeitos pode ser utilizada a reometria ou a viscosimetria, ambas as técnicas direcionadas a determinar as propriedades reológicas de materiais. A reologia é a ciência que estuda como a matéria se deforma quando submetida a esforços originados por forças externas (VLIET & LYKLEMA, 2005).

Há vários modelos reológicos para explicar o comportamento da deformação de fluidos ao longo do escoamento. O mais comum é o modelo de fluido

newtoniano, como é o caso da água, em que a relação entre deformação do fluido e a tensão cisalhante é linear e a constante de proporcionalidade é a viscosidade cinemática. Quando se adicionam partículas sólidas à água, a partir de certa concentração o fluido pode assumir um comportamento reológico não newtoniano, em que a relação entre a tensão e a deformação não é linear, tem um intercepto, etc. Modelos reológicos de fluido não newtoniano são muito comuns em simulações de escoamento de rejeitos tornando importante determinar essas propriedades para o desenvolvimento de trabalhos acadêmicos na área.

Um dos equipamentos utilizado na determinação das propriedades reológicas de um fluido é o reômetro, composto por um eixo vertical que gira um artefato dentro de um vasilhame contendo o fluido, medindo as tensões e as deformações. Existem aparelhos comerciais, mas cujos custos são bastante elevados, como também não permitem adaptações em laboratório.

Dessa maneira, um equipamento acadêmico, de baixo custo e com precisão adequada, dentro da faixa de medição necessária, poderá auxiliar nas pesquisas e trabalhos científicos em universidades públicas, e colaborar para a determinação das propriedades de fluidos não newtonianos de maneira simplificada e coesa. O exemplo de um reômetro segue na **Figura 1**.

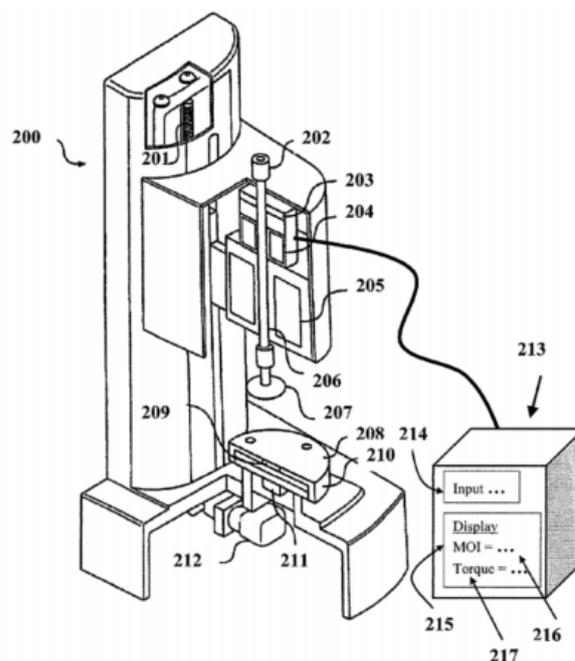


Figura 1. - Reômetro com meio corte em relação ao plano da base. (Nigel Doe, Horsham, 2009)

Objetivo

O objetivo da pesquisa é determinar e desenvolver um reômetro acadêmico para auxiliar nas pesquisas do laboratório do CPH UFMG e de posse de uma visão colaborativa dentro das condições e regulamentos que a Universidade Federal de Minas Gerais permite agregar valor às pesquisas com o desenvolvimento dessa tecnologia.

Metodologia

A metodologia proposta pode ser resumida como:

- Concepção da geometria do reômetro;
- Simulação matemáticas de tipos de construções de reômetros rotacionais (cilindros concêntricos e cilindros com pás);
- Utilização de simulação matemática no software ANSYS-FLUENT para avaliar o comportamento do equipamento, em diferentes condições de operação;
- Análise dos resultados computacionais;
- Projeto e construção do Instrumento de medição: Reômetro;
- Validação do reômetro com fluido Newtoniano conhecido.

Resultados Preliminares

Até este momento, foram desenvolvidas as seguintes etapas:

- Revisão Bibliográfica;
- Modelagem física do equipamento, incluindo a concepção da geometria do reômetro.
-

A Figura 2 apresenta o modelo de reômetro de cilindros concêntricos que se pretende utilizar nas simulações numéricas.

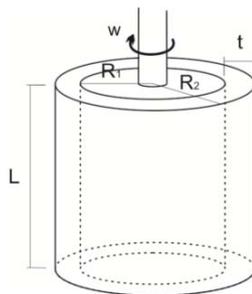


Figura 2. - Modelo desenvolvido em canal prismático. (SOBRAL, 2012)

Considerações Finais

A literatura apresenta vários modelos de reômetros atualmente aplicados para determinação de características reológicas, sendo escolhido o modelo de cilindros concêntricos.

Devido a esta pesquisa estar em fase inicial, e o desenvolvimento das atividades ainda serem preparatórias foi possível obter algumas poucas conclusões a respeito da construção dos modelos. Novos resultados serão agregados ao texto final a ser enviado ao congresso.

Referências bibliográficas

Abnt (2006). Mineração – Elaboração e apresentação de projeto de barragens para disposição de rejeitos, contenção de sedimentos e reservação de água. NBR 13028, Associação Brasileira de Normas Técnicas, São Paulo, SP. 6p.

Azam, S. Li, Q. Tailings dam failures: a review of the last one hundred years. Geotechnical News, v. 28, n. 4, p. 50-54.

Ibram (2011). Informações e análises da economia mineral brasileira, 6ª edição. Instituto Brasileiro de Mineração, disponível em <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00001669.pdf>.

Ibram (2014). International Society of Explosives Engineers. Perspectivas da Mineração no Mundo e no Brasil. 2ª edição ISEE Brazil, Porto Alegre, 24 de outubro de 2014. UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. (2014).

Nigel, D.H. Rheometer torque calibration fixture. United States Patent Doe. Nº US 7,526,941 B2. (5 may, 2009).

Ribeiro, V.Q.F. Proposta de metodologia para avaliação do efeito de rupturas de estruturas de contenção de rejeitos. Dissertação (Mestre em Geotecnia e Transportes) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

Saliba, A. P. M. Uma nova abordagem para análise de ruptura por galgamento de barragens homogêneas de solo compactado. 2008. 179 f.. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

Sobral, R.M. Projeto de Viscosímetro de Cilindros Concêntricos para Medição em Linha. Monografia (Graduação em Engenharia Mecatrônica) Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade Federal de São Paulo, 2012.

Viliet, T.V.; Lyklema H. Rheology. In Lyklema, J. (Editor), Fundamentals of interface and colloid Science, v. 4, Elsevier, p. 6.1-6.88.