

INTRODUÇÃO

Na INB (Indústrias Nucleares do Brasil) Caldas foi necessário o descarte de muitas toneladas de rocha para que pudesse ser aproveitada uma pequena quantidade de minério, devido ao fato de ter sido viável apenas aquele minério que possuía teor de urânio acima do especificado no projeto da mina. O fato é que essas rochas descartadas, conhecidas como estéreis de mineração, ricas em pirita, foram depositadas em pilhas. O que não se esperava era a criação de um problema ambiental que ocorre devido às interferências climáticas. Por exemplo, a chuva penetra na pilha, solubilizando substâncias químicas e gerando um efluente ácido. Por esta razão, esse efluente é contido e tratado antes que seja liberado para o meio ambiente.

OBJETIVO

Esse trabalho tem como objetivo principal fazer a estimativa simultânea do conteúdo volumétrico de água de saturação (θ_s), da condutividade hidráulica de saturação (K_s), do coeficiente de dispersão (D) e do parâmetro de dissolução da fase sólida (g_s) em uma amostra do material da pilha de estéreis 4 (PE4) da INB Caldas.

METODOLOGIA

A metodologia proposta envolve a execução de um experimento de transporte de soluto e a utilização do resultado deste como dado de entrada para o software Hydrus-1D [1], capaz de realizar a estimativa dos parâmetros em questão.

O experimento foi realizado utilizando-se uma coluna de acrílico de 10,16cm de diâmetro por 7,62cm de altura preenchida com o material da PE4 separado na granulometria entre 1,4 e 2mm.

Antes de iniciar o experimento, satura-se hidraulicamente a coluna utilizando-se um procedimento de vasos comunicantes. Em seguida, o topo da coluna é conectado a um reservatório contendo água destilada. Utiliza-se uma bomba seringa para injetar a solução na coluna, estabelecendo um fluxo que percola a mesma, visto que a base está à pressão atmosférica. No instante $t=0$, a coluna é desconectada do reservatório contendo a água destilada e conectada a um reservatório contendo uma solução de cloreto de potássio (KCl) na concentração de 0,1 moles dm^{-3} . A partir deste momento, a solução de KCl será transportada pelo material e será observada no efluente da coluna através de medidas de condutividade elétrica. A condutividade irá aumentar até que fique estável. Quando isto ocorre, torna-se a injetar água destilada até que a condutividade retorne a zero [2]. A Figura 1 apresenta o aparato experimental montado.

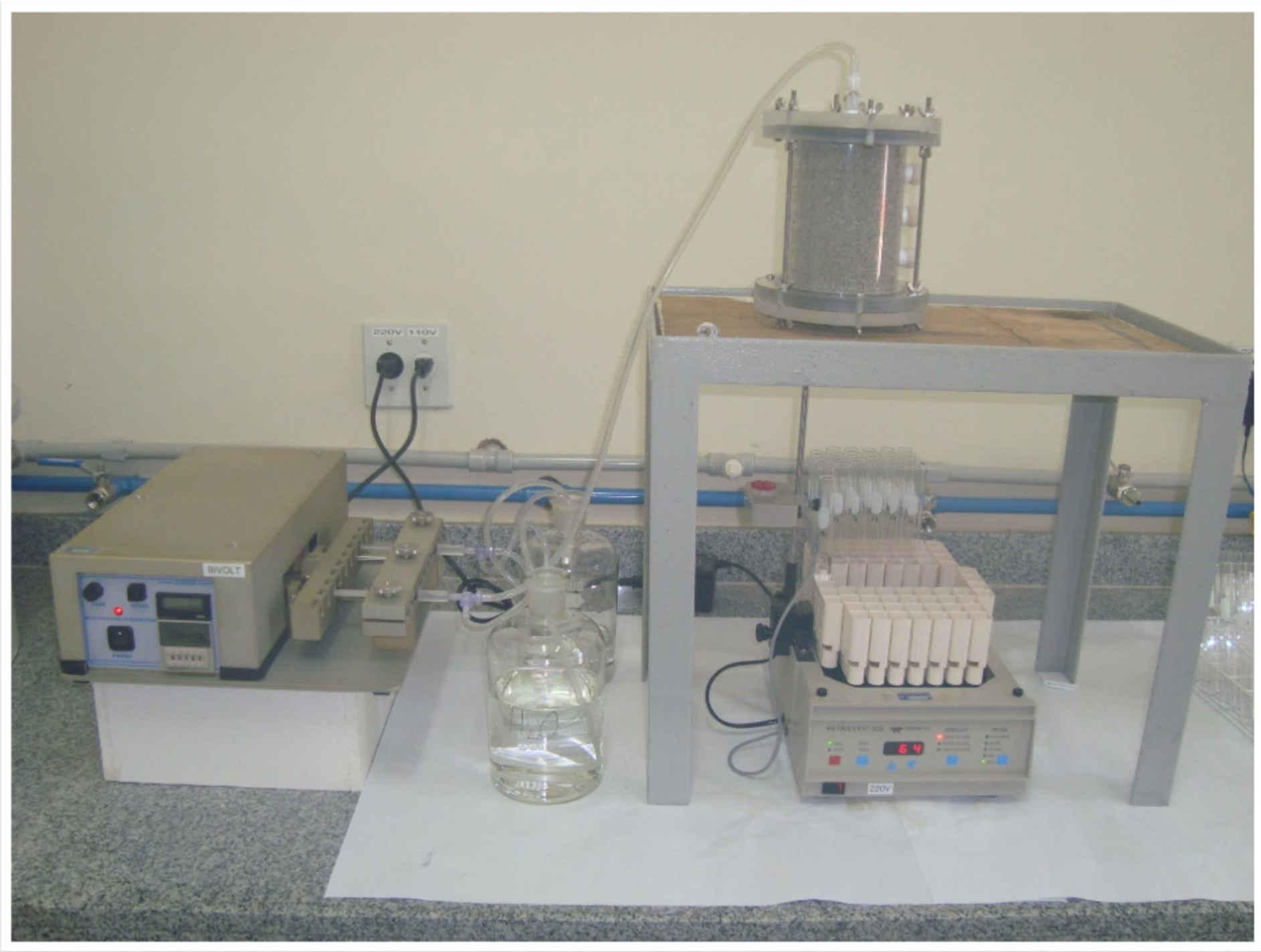


Figura 1. Aparato Experimental

RESULTADOS

Após o preenchimento da coluna, calculou-se a densidade aparente do material, obtendo-se $\rho_b = 1,38 \text{ g cm}^{-3}$. Calculou-se também o conteúdo inicial de água $\theta_i = 0,5$. Na execução do experimento, a velocidade da solução que percola da coluna foi calculada através do volume coletado num certo tempo, dividido pela área da seção transversal da coluna. O resultado foi uma velocidade de 0,112 cm minuto^{-1} .

Os dados de condutividade no efluente da coluna foram correlacionados à concentração do KCl e estes foram inseridos no Hydrus-1D para realizar a estimativa dos parâmetros. A Tabela 1 apresenta os parâmetros estimados juntamente com os desvios-padrão calculados pelo Hydrus-1D.

TABELA 1. Parâmetros Estimados

Parâmetro	Valor Estimado	Desvio Padrão
θ_s	0,41	0,03
K_s	26,61	5,10
D	0,19	0,09
γ_s	$2,01 \cdot 10^{-4}$	$4,49 \cdot 10^{-5}$

A Figura 2 apresenta o gráfico de concentração ao longo do tempo, sendo que a curva com a linha tracejada representa a concentração da solução aplicada na entrada da coluna, os círculos representam as concentrações medidas no efluente da coluna e a curva com a linha sólida representa a concentração calculada pelo Hydrus-1D utilizando os parâmetros estimados. Observa-se que houve uma boa concordância entre a concentração medida e a concentração calculada pelo Hydrus-1D, exceto no intervalo de tempo próximo ao final do experimento.

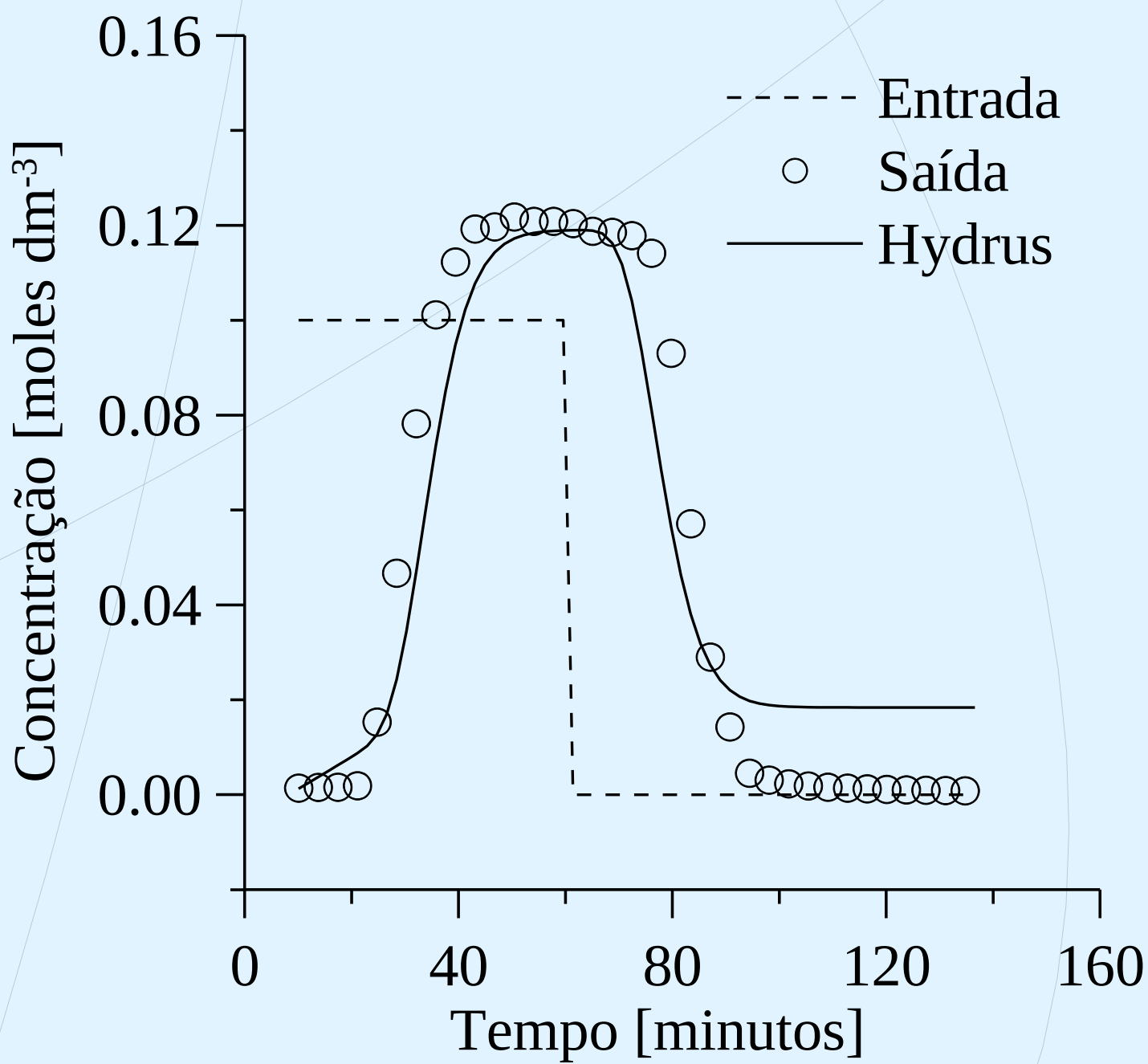


Figura 2. Concentração do KCl

CONCLUSÕES

Associando um experimento de transporte de soluto com o Hydrus-1D foi possível estimar simultaneamente quatro parâmetros do material de estudo e do soluto utilizado. A mesma metodologia pode ser aplicada para a estimativa desses parâmetros em outros materiais de interesse utilizando outros solutos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SIMUNEK, J. et al. *The HYDRUS-1D Software Package for Simulating the One-Dimensional Movement of Water, Heat, and Multiple Solutes in Variably-Saturated Media*. Riverside, California, USA, April 2008. Version 4.0.
- [2] SKAGGS, T. H.; LEIJ, F. J. Solute transport: Theoretical background. In: DANE, J. H.; TOPP, G. C. (Ed.). *Methods of Soil Analysis, Part 4, Physical Methods*. Third. Madison, WI, USA: Soil Science Society of America, 2002. cap. 6.3, p. 1353–1380.