

# 1 Introdução

Pilha de lixiviação é uma tecnologia para processamento de minerais na qual uma grande quantidade de minério é lixiviada por soluções químicas que extraem os minerais desejados. As maiores instalações, tanto em área quanto em altura, se destinam ao processamento de cobre usando uma solução à base de ácido sulfúrico. Esta solução dissolve o cobre e a solução assim enriquecida (solução fértil) percola através da pilha e é recolhida em sua base, onde existe um revestimento (geomembrana), protegido por uma camada de material drenante no interior da qual é instalado um sistema de coleta da solução. O cobre é extraído da solução fértil por processos químicos, deixando uma solução empobrecida (solução estéril) que será mais adiante recomposta para um novo ciclo de lixiviação.

A aplicação de pilhas de lixiviação na extração de cobre vem de longa data tendo sido empregada por mineradores da Hungria e da Espanha em meados do século XVI (Hiskey, 1985). A partir do início do século XX ganhou grande impulso com o emprego de ciclos de lixiviação e de repouso para maximizar a recuperação do cobre (Thorstad, 1987).

Esta técnica constitui-se em tratamento eficiente de minérios, sendo utilizada também no processamento de ouro, prata e urânio. Em geral, suas vantagens sobre o tratamento convencional em moinhos incluem a maior simplicidade do processo, menores custos de produção, menores necessidades de capital e de controles e salvaguardas ambientais.

Pilhas de lixiviação para processamento de urânio à base de soluções ácidas ou alcalinas têm sido usadas desde 1950, enquanto que a extração de ouro através de soluções à base de cianeto (*cyanidation*) tornou-se um processo comercial patenteado desde 1889 (Hiskey, 1985). De acordo com Dorey, Zyl e Kiel (1988), a lixiviação na mineração de ouro teve um grande avanço a partir da década de 1970, sendo que 30% da produção de ouro nos Estados Unidos, em 1986, foi feita

com base neste processo, empregando-se minérios com teor de ouro tão baixo quanto 0,65 mg de metal por tonelada de minério.

O projeto de pilhas de lixiviação de cobre está em constante desenvolvimento, principalmente pelo fato de geralmente estarem localizadas junto a minas em áreas geologicamente ativas, sujeitas à ocorrência de sismos como no norte do Chile e sul do Peru. À medida que as melhores jazidas são exploradas, a indústria procura por novos depósitos que, provavelmente, estarão situados em áreas que apresentarão desafios geotécnicos cada vez mais difíceis.

Pilhas de lixiviação atualmente se constituem em algumas das maiores obras feitas pelo homem, com construção de estruturas gigantescas por qualquer escala de comparação, ocupando áreas de 150 a 200 hectares e atingindo atualmente alturas de 150m.

Neste trabalho, será pesquisado o comportamento de uma pilha de minério de cobre localizada no Peru com altura projetada de 127,5m. As análises se referem ao estudo do fluxo não-saturado da solução ácida através da pilha, a posição da zona saturada junto ao revestimento da base em relação ao espaçamento entre drenos e a estabilidade dos taludes da pilha sob os pontos de vista de carregamentos estático e dinâmico.

A estrutura desta dissertação está dividida em 6 capítulos. No capítulo 2 apresentam-se os componentes de uma pilha de lixiviação e discutem aspectos geotécnicos do projeto relacionados com a estabilidade de taludes e resistência ao cisalhamento de minérios.

No capítulo 3 é feita uma breve revisão das relações constitutivas para fluxo de solo não-saturado (funções características de sucção e de condutividade hidráulica) para análise numérica do problema de fluxo não saturado, feita utilizando-se o módulo SEEP/W do programa comercial de elementos finitos GEO-SLOPE (v.5.11).

O capítulo 4 discute os principais métodos de análise de estabilidade de taludes sob carregamentos estático e sísmico enquanto que o capítulo 5 apresenta os resultados das análises de fluxo não saturado bidimensional e das análises de estabilidade considerando-se uma pilha projetada de minério de cobre de 127,5m de altura, a ser construída em 6 camadas de 21m de espessura e duas camadas de proteção do sistema de drenagem com 0,75m cada.

O capítulo 6 finalmente resume as principais conclusões deste trabalho e apresenta sugestões para pesquisas futuras na área do projeto e análise do comportamento hidráulico e mecânico de pilhas de lixiviação.