7 Conclusões e considerações finais

No presente estudo, analisou-se o processo de carregamento e transporte de um centro de mineração a céu aberto que se encontra na fase de projeto. Para tal, construiu-se um modelo de simulação computacional que pudesse realizar uma simulação da futura operação da mina e utilizou-se um modelo de filas desenvolvido por Krause e Musingwini (2007), denominado "Modelo de Reparação de Máquina".

O modelo de simulação foi desenvolvido para servir como ferramenta na tomada de decisão avaliando a capacidade produtiva da mina antes que esta entrasse em operação, identificando o número adequado de equipamentos, estimando os efeitos de falhas de equipamentos, também para testar novas políticas de operação.

Com respeito à quantidade de material transportado verificou-se que em média, cerca de 4,9 milhões de toneladas de material poderão ser transportadas em um mês de operação. Nos experimentos realizados com dois, três e quatro equipamentos de carregamento, a taxa de utilização das pás carregadeiras, das escavadeiras e dos britadores ficou, próxima dos 40%, 47% e 43% respectivamente, e a dos caminhões em 93%.

O modelo de simulação utilizado também permitiu chegar à conclusão de que o número de equipamentos de carga que faz o sistema mais eficiente sem excesso de ociosidade é de duas pás carregadeiras e uma escavadeira. Assim, os tempos médios em fila, bem como o número médio de caminhões em fila quando se trabalha com 22 caminhões apresentam valores aceitáveis.

O trabalho de análise da entrada de dados, validação e experimentação feitos nesta dissertação destacam a importância do rigor metodológica para realização de inferências e previsões confiáveis sobre o comportamento e o desempenho do sistema em estudo.

A abordagem pode também ser aplicada a outros centros de mineração existentes ou em modificações de sistemática de operações dos recursos já implantados.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0712516/CA

O modelo de simulação apresenta-se como uma ferramenta de grande utilidade na tomada de decisão no processo de carregamento e transporte, sendo capaz de gerar soluções mais confiáveis e muito mais detalhada do que os modelos de filas. Isto porque o modelo não pode representar os sincronismos entre as atividades e os resultados não estacionários uma vez que as variáveis probabilísticas se modificam na medida em que o tempo evolui a partir de algum evento de interesse. Não obstante, os modelos de filas encontram aplicação em planejamento em níveis superiores onde menor detalhamento é satisfatório e a programação matemática é largamente utilizada.

Além disso, o modelo permite analisar vários cenários rapidamente e, dependendo do período de simulação, o tempo gasto para obtenção dos resultados é pouco. Com esse tempo reduzido, o gestor tem tempo suficiente para analisar diversas configurações antes de tomar uma decisão, tornando possível desenvolver metodologias que substituem com vantagem os tradicionais métodos de experimentação real.

O nível de detalhamento do modelo permitirá que, mediante algumas modificações, ele seja utilizado para analisar o controle do sistema real. Nesse caso o analista, em função de um plano de lavra, poderá examinar como o sistema poderá se comportar, podendo identificar os problemas antes que eles surjam no sistema real.

O modelo ainda poderá ser útil para avaliar impactos de novos investimentos como adição de correias transportadoras e a expansão da mina, assim também poderia ser realizada uma análise de custos e alternativas operacionais testadas pelo modelo.

Para pesquisas futuras esta dissertação indica várias direções, entre as mais importantes destacam-se as seguintes:

- Estender o estudo levando em conta os custos e os benefícios associados com a operação do sistema em cada cenário, pois a ociosidade dos equipamentos devem ser comparadas com o custo dos caminhões adicionais para reduzi-la e com o aumento de produção obtido.
- Desenvolver um ambiente de simulação especializado para rápida elaboração de modelos de operação em minas a céu aberto, incluindo análise de dados de entrada, banco de dados típicos para

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0712516/CA

equipamentos, análise de dados de saída com relatórios básicos pré formateados e outros auxílios.

- Avaliar de forma sistemática a precisão de métodos de filas comparado-os com os de simulação .
- Desenvolver metodologia para estudo e tomada de decisões em situações operacionais especificas como quebras de equipamentos, usando o modelo de simulação.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0712516/CA