

# OTIMIZAÇÃO DE CAVA A CÉU ABERTO ATRAVÉS DO ALGORITMO DE LERCHS-GROSSMANN: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS SOFTWARES LG3D E MINESIGHT

Aluno: Cassiano Vargas Raad  
Orientador: Rodrigo de Lemos Peroni

XXVII SIC  
Salão de Iniciação Científica

## INTRODUÇÃO

A determinação dos limites da cava final é um dos maiores desafios de um projeto de mineração. Tais limites precisam ser considerados desde o começo do planejamento de lavra e devem ser revisados frequentemente durante toda a vida útil da mina. Um dos propósitos do plano de exaustão de minas a céu aberto é determinar a cava final ótima, baseando-se em um modelo econômico sujeito a restrições técnicas.

Dentro da concepção de otimização, que visa a máxima lucratividade, maior valor presente líquido e aproveitamento dos recursos minerais, existe uma série de algoritmos desenvolvidos que se propõem a atingir tais objetivos porém um dos métodos que alcançou maior popularidade e consequente implementação computacional foi o algoritmo de Lerchs e Grossmann (1965).

Lerchs e Grossmann apresentaram um algoritmo matemático que permite "projetar o contorno de uma exploração a céu aberto de tal forma que se maximize a diferença entre o valor total do minério explotado e o custo total da extração do minério e do estéril". O algoritmo de Lerchs e Grossmann (LG) tem sido muito bem aceito como padrão de teste em comparação com outros algoritmos equivalentes, pois ele resolve o problema correspondente, segundo a teoria dos grafos, ao corte mínimo e fluxo máximo.

## OBJETIVO

O presente estudo apresenta um estudo comparativo dos resultados utilizando as implementações do algoritmo de LG em programas comerciais e tidos como referência na mineração, tais como NPV Scheduler e MineSight comparados com uma rotina chamada LG3D que possui códigos abertos.

## METODOLOGIA

Para este estudo, foi utilizado o banco de dados de um depósito de ouro. A partir deste banco de dados foi criado o modelo geológico do depósito. Baseando-se no modelo geológico, foi calculado o teor de corte marginal, teor de corte e enfim a função benefício, que será usada para a otimização.

Utilizando a rotina LG3D, é necessário estabelecer os parâmetros para execução através do arquivo ".par". O arquivo de entrada tem que conter apenas a coluna da Função Benefício do depósito. Além disso, existem diversos parâmetros a serem preenchidos (grid do modelo de blocos, numero de iterações, entre outros). O próximo passo é executar o arquivo ".exe", onde se carrega os parâmetros para realizar a otimização. O arquivo de saída da rotina não contém as coordenadas para serem lidas no software adequado, então devem ser adicionadas para visualização. Inseridas as coordenadas, obtemos o modelo geológico da cava ótima.

A otimização pelo MineSight foi realizada por uma ferramenta específica do software. A partir do modelo geológico, utilizou-se a ferramenta de otimização de cavas, onde se inseriu alguns parâmetros necessários para o cálculo da Função Benefício e posteriormente a cava ótima.

```
Parameters for LG3D
*****
START OF PARAMETERS:
FB.txt -file with input gridded data
1 - column number for variable
100 1210 8 -nx, xmn, xsiz
95 6980 8 -ny, ymn, ysiz
40 -20 8 -nz, zmn, zsiz
FB.out -file for output gridded data
0 - collate results
0 2 10 -nested lg (true/false, lambda, n)
1 -trim air
1 -orphan removal iterations
0 -execute multiple realizations in parallel
1 -precedence method from below

Precedence Method Examples:
1 -Isometric45 / 1-5-9
2 -Ellipsoidal Face Angles
4 - number of XY slices
30.0 30.0 45.0 45.0 - north east south west
5 - number of XY slices
30.0 30.0 30.0 30.0 - north east south west
3 -Halo Method
50.0 6 - angle, number of benches
```

Figura 1 – apresenta o arquivo de parâmetros do LG3D

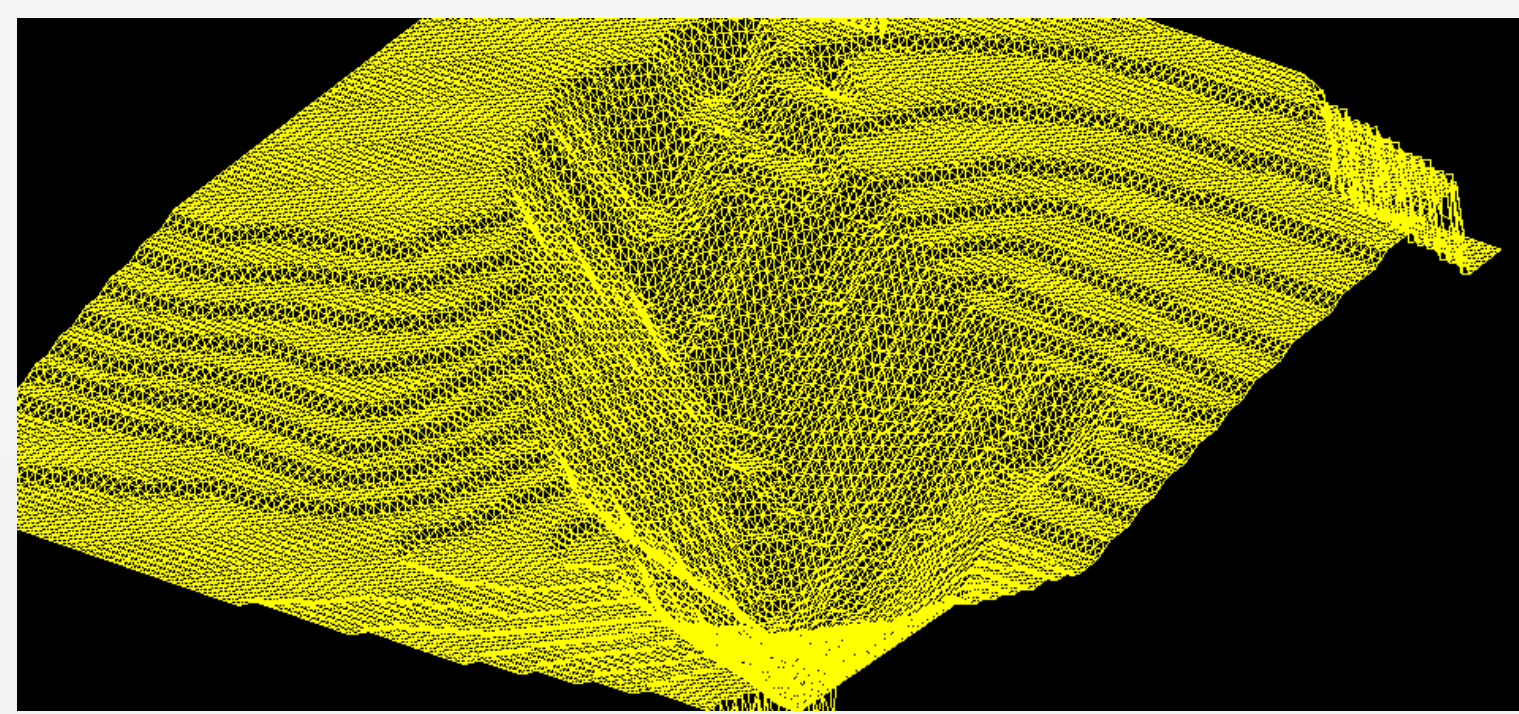


Figura 2 representa a cava ótima gerada pelo LG3D.

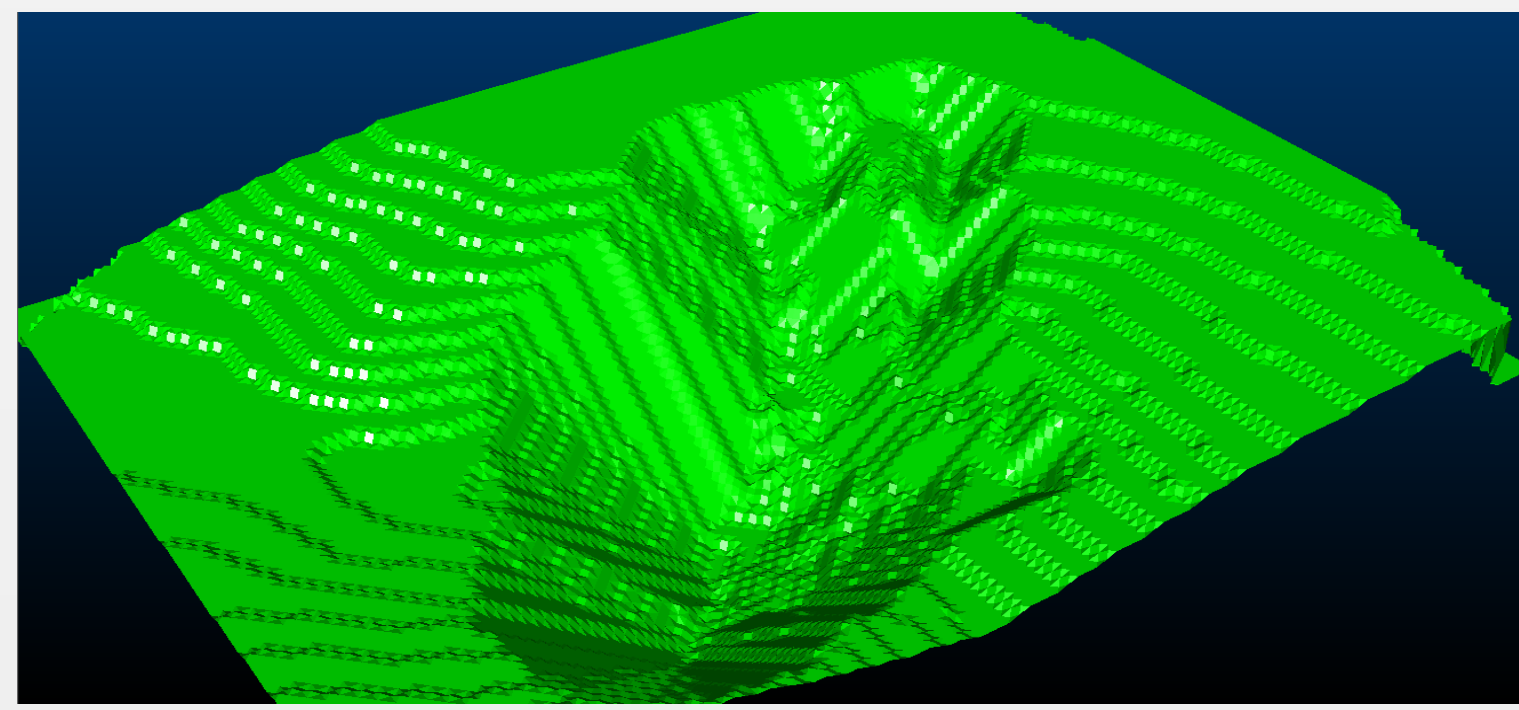


Figura 3 - representa a cava ótima gerada pelo MineSight.

## RESULTADOS

Foram geradas duas cavas ótimas, uma em cada metodologia. A tabela abaixo demonstra a diferença obtida em toneladas e percentual para cada intervalo de teor:

Teor - Intervalo	Diferença Toneladas	Diferença %	Teor Médio
0 - 0.01	1,011,219.48	6.7	-
0.01 - 0.22	385,138.25	4.2	0.08
0.22 - 0.31	45,077.37	3.7	0.26
0.31 - 0.4	43,541.17	4.2	0.35
0.4 - 0.6	78,627.93	3.9	0.5
0.6 - 0.8	52,746.70	3.2	0.69
0.8 - 1.0	54,250.56	4.2	0.9
1.0 - 1.2	41,035.75	4.1	1.1
1.2 - 1.4	24,174.65	3.4	1.3
1.4 - 1.6	19,681.63	3.1	1.5
1.6 - 1.8	19,292.26	3.6	1.7
1.8 - 2.0	14,654.21	3.2	1.9
2.0 - 2.25	15,040.34	3.6	2.13
2.25 - 2.5	11,226.78	3.2	2.37
2.5 - 100	52,220.58	3.4	4.38
TOTAL	1,867,927.64	5.0	-

Tabela 1 - apresenta a comparação dos resultados entre o LG3D e o MineSight

É possível observar que a diferença de toneladas varia entre 3% e 7% de acordo com o intervalo do teor. A diferença na tonagem total do depósito ficou em aproximadamente 5%.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos através da rotina LG3D e o software MineSight foram relativamente parecidos, apresentando uma diferença de 5%. Ambas metodologias apresentaram resultados satisfatórios, evidenciando o ótimo custo-benefício demonstrado pelo LG3D, visto que é um software de livre distribuição, diferentemente do MineSight.