EXPLICAÇÕES MÉTODO SIMPLEX

O método *Simplex* é um algoritmo utilizado para calcular algebricamente Problemas de Programação Linear (PPL) e tenta encontrar uma ou mais soluções ótimas para cada problema apresentado. A solução ótima de um modelo é uma solução viável do sistema, ou seja, um ponto extremo do hiperplano gerado pelas restrições. Para resolver um PPL é necessário conhecer alguma solução inicial do sistema, ou seja, um dos pontos do hiperplano gerado.

Se a solução inicial for ótima o processo é encerrado, caso contrário um dos pontos adjacentes fornece um valor melhor que o inicial. Neste caso, o método faz a mudança de um ponto que otimize o PPL. Esse procedimento é repetido até que seja obtido um ponto extremo que seja a solução ótima. A seguir, será apresentada a explicação do código do método *simplex*, com as variáveis e funções que ajudarão na compreensão código.

O PPL não precisa estar na forma padrão para o programa funcionar. Para inserir o Problema de Programação Linear (PPL), deve-se fornecer o número de restrições do problema e o número de variáveis. Para colocar a matriz na forma padrão, na função **main**, a variável “aux”, guarda a posição da matriz a partir da qual são colocadas as variáveis de folga, o que leva o aumento do número de colunas da matriz. No código, o tamanho da matriz “restricoes” apenas copia os coeficientes de uma para outra, pois *padrao[i][j] = restricoes[i][j].*

Após algumas condições e comandos de repetição no código, a função “Z” objetivo é colocada na forma padrão. O sinal é alterado caso a função objetivo seja de maximização (equivale a multiplicar todo o Z por -1). Como a matriz “restricoes” não é utilizada na forma padrão, foi usada uma outra variável para desalocar o espaço, que é executada pela seguinte atribuição presente no código: *restricoes = desaloca_matriz(l, restrições).*

Em seguida, a matriz “tableaux” guarda o *tableau* (inicial e os outros até chegar na solução ótima). Para que seja possível encontrar o *tableau*, é preciso adicionar mais uma coluna (c) para "Z” e uma linha (l) para a “base”. Feito isso, o programa define a primeira linha do *tableau* e caso seja um problema de minimização, multiplica-se a linha por “-1”, inclusive o “Z”.

Ao atribuir a coluna de “Z”, definimos “1” na primeira linha e “0” nas outras. O “Z” é atribuído como a linha base do *tableau* e as restrições também são acrescentadas.

Na função **primeira_fase**, o parâmetro “W” (que é inicialmente declarado na função **main**), é verificado mediante à variável “isOtimo”, a qual verifica o ótimo do *tableau*, ou seja, caso a variável “isOtimo” seja igual à “1”, o parâmetro “W” não é igual à zero, podendo assim escolher as variáveis que vão entrar (in) e sair (aux), gerando assim uma nova solução.

Se o ótimo (variável “isOtimo”) for igual a 2, a função não tem solução, caso contrário, o “W” é igual a zero e finaliza a primeira fase. No entanto, se “isOtimo” for 0 (zero), inicia-se a segunda fase e o *tableau* é mostrado na tela, assim como o resultado.

Na função **imprime_tableaux**, o vetor guarda os índices dos “x” para serem impressos embaixo do *tableau*. A função **calloc** cria um vetor de tamanho dinâmico. Após imprimir o *tableau*, no código existe um comando de repetição *for* que percorre o vetor e busca se o índice do “x” em questão que está na base e dependendo das condições apresentadas no código, os valores calculados da matriz “tableaux” são impressos, ou valor igual a 0.

Caso o elemento da linha “0” e coluna “0” da matriz “tableaux” seja igual a “-1” <u>e</u> o elemento da linha “0” e coluna “c -1” (numero de colunas menos 1) da mesma matriz seja diferente de “0”, o valor de “Z” maximizado ou “-Z” minimizado será impresso.

As funções **variable_in** e **variable_out** encontram quem deve entrar e sair da base respectivamente, portanto, depois de impresso o *tableau* inicial, a partir da primeira iteração (as interações são feitas na função **iteração_tableaux**), caso não seja encontrada a solução ótima, uma variável deverá entrar e outra deverá sair, dando continuidade ao procedimento até encontrar o ótimo do problema.

A função responsável por testar as duas funções descritas anteriormente (**variable_in** e **variable_out**) é a **resultado_tableaux**, a qual determina se a solução é degenerada, se o problema possui múltiplas soluções, ou se a função tem solução infinita, ou mesmo se é solução ótima, ou não, pois essa função aplica os cálculos do *tableau*.

Ainda sobre a função **resultado_tableaux**, um comando de repetição *for* é responsável por realizar o cálculo da nova linha pivô e essa nova linha será dividida pela intersecção entre a linha e a coluna pivô. Um outro *for* inicia o percurso pela primeira linha do *tableau* e existe uma condição que determina se prossegue com os cálculos, caso a linha atual não seja a linha pivô, pois ela já foi calculada antes. Dentro desse *for*, existe um que caso a condição não seja a linha pivô, ele percorrerá a linha toda. Uma variável auxiliar presente no for interno guarda a intersecção entre a linha atual com a coluna pivô. Os novos valores de cada linha, são cada valor subtraído da multiplicação de “aux” (variável auxiliar) com o valor correspondente na mesma coluna, na linha pivô.

Nos exemplos que sucedem, foi-se detalhado cada um deles e o programa mostra quando a solução ótima é encontrada, além de dizer qual o tipo de solução, assim como foi apresentado no código.

- Primeiro exemplo

```
----------SIMPLEX----------

Quantas restricoes tem o problema? 2

Quantas variaveis tem o problema? 2

Digite o coeficiente de X1 de Z: -2
Digite o coeficiente de X2 de Z: -4
Digite o coeficiente de X1 da restricao 1: 1
Digite o coeficiente de X2 da restricao 1: 2
A restricao e de:
1. <=
2. >=
? 1
Digite o resultado da restricao 1: 4
Digite o coeficiente de X1 da restricao 2: -1
Digite o coeficiente de X2 da restricao 2: 1
A restricao e de:
1. <=
2. >=
? 1
Digite o resultado da restricao 2: 1

O problema e de:
1. Maximizacao
2. Minimizacao
? 2
```

```
O problema e:
Min Z = -2X1 - 4X2
Sujeito a:
1X1 + 2X2 <= 4
-1X1 + 1X2 <= 1
X1, X2 >= 0
Forma padrao:
- Z - 2X1 - 4X2 + 0X3 + 0X4 = 0
Sujeito a:
1X1 + 2X2 + 1X3 + 0X4 = 4
-1X1 + 1X2 + 0X3 + 1X4 = 1
X1, X2, X3, X4 >= 0
```

```
Tableaux:

        Z       X1      X2      X3      X4      b

base    -1.0    -2.0    -4.0    0.0     0.0     0.0

X3      0.0     1.0     2.0     1.0     0.0     4.0

X4      0.0     -1.0    1.0     0.0     1.0     1.0

X1 = 0; X2 = 0; X3 = 4.0; X4 = 1.0;

Z = 0.0


A SOLUCAO NAO E OTIMA!!!

ENTRA A VARIAVEL X2
SAI A VARIAVEL X4
```

```
NOVA SOLUCAO:

        Z       X1      X2      X3      X4      b

base    -1.0    -6.0    0.0     0.0     4.0     4.0

X3      0.0     3.0     0.0     1.0     -2.0    2.0

X2      0.0     -1.0    1.0     0.0     1.0     1.0

X1 = 0; X2 = 1.0; X3 = 2.0; X4 = 0;

Z = -4.0


A SOLUCAO NAO E OTIMA!!!

ENTRA A VARIAVEL X1
SAI A VARIAVEL X3
```

```
NOVA SOLUCAO:

        Z       X1      X2      X3      X4      b

base    -1.0    0.0     0.0     2.0     0.0     8.0

X1      0.0     1.0     0.0     0.3     -0.7    0.7

X2      0.0     0.0     1.0     0.3     0.3     1.7

X1 = 0.7; X2 = 1.7; X3 = 0; X4 = 0;

Z = -8.0


A SOLUCAO E OTIMA!!!
```

- Segundo exemplo

```
Quantas variaveis tem o problema? 2

Digite o coeficiente de X1 de Z: -5
Digite o coeficiente de X2 de Z: -2
Digite o coeficiente de X1 da restricao 1: 4
Digite o coeficiente de X2 da restricao 1: 3
A restricao e de:
1. <=
2. >=
? 1
Digite o resultado da restricao 1: 12
Digite o coeficiente de X1 da restricao 2: 1
Digite o coeficiente de X2 da restricao 2: 0
A restricao e de:
1. <=
2. >=
? 1
Digite o resultado da restricao 2: 3
Digite o coeficiente de X1 da restricao 3: 0
Digite o coeficiente de X2 da restricao 3: 1
A restricao e de:
1. <=
2. >=
? 1
Digite o resultado da restricao 3: 4

O problema e de:
1. Maximizacao
2. Minimizacao
? 1
```

```
O problema e:
Max Z = -5X1 - 2X2
Sujeito a:
4X1 + 3X2 <= 12
1X1 + 0X2 <= 3
0X1 + 1X2 <= 4
X1, X2 >= 0
Forma padrao:
Z + 5X1 + 2X2 + 0X3 + 0X4 + 0X5 = 0
Sujeito a:
4X1 + 3X2 + 1X3 + 0X4 + 0X5 = 12
1X1 + 0X2 + 0X3 + 1X4 + 0X5 = 3
0X1 + 1X2 + 0X3 + 0X4 + 1X5 = 4
X1, X2, X3, X4, X5 >= 0
```

```
Tableaux:

       Z       X1      X2      X3      X4      X5      b

base   -1.0    -5.0    -2.0    0.0     0.0     0.0     0.0

X3     0.0     4.0     3.0     1.0     0.0     0.0     12.0

X4     0.0     1.0     0.0     0.0     1.0     0.0     3.0

X5     0.0     0.0     1.0     0.0     0.0     1.0     4.0

X1 = 0; X2 = 0; X3 = 12.0; X4 = 3.0; X5 = 4.0;

Z = 0.0


A SOLUCAO NAO E OTIMA!!!

ENTRA A VARIAVEL X1
SAI A VARIAVEL X3
```

```
NOVA SOLUCAO:


       Z       X1      X2      X3      X4      X5      b

base   -1.0    0.0     1.8     1.3     0.0     0.0     15.0

X1     0.0     1.0     0.8     0.3     0.0     0.0     3.0

X4     0.0     0.0     -0.8    -0.3    1.0     0.0     0.0

X5     0.0     0.0     1.0     0.0     0.0     1.0     4.0

X1 = 3.0; X2 = 0; X3 = 0; X4 = 0.0; X5 = 4.0;

Z = -15.0


A SOLUCAO E DEGENERADA!

A SOLUCAO E OTIMA!!!
```

- Terceiro Exemplo

```
----------SIMPLEX----------

Quantas restricoes tem o problema? 2

Quantas variaveis tem o problema? 2

Digite o coeficiente de X1 de Z: -1
Digite o coeficiente de X2 de Z: -3
Digite o coeficiente de X1 da restricao 1: 1
Digite o coeficiente de X2 da restricao 1: -2
A restricao e de:
1. <=
2. >=
? 1
Digite o resultado da restricao 1: 4
Digite o coeficiente de X1 da restricao 2: -1
Digite o coeficiente de X2 da restricao 2: 1
A restricao e de:
1. <=
2. >=
? 1
Digite o resultado da restricao 2: 3

O problema e de:
1. Maximizacao
2. Minimizacao
? 2
```

```
O problema e:
Min Z = -1X1 - 3X2
Sujeito a:
1X1 - 2X2 <= 4
-1X1 + 1X2 <= 3
X1, X2 >= 0
Forma padrao:
- Z - 1X1 - 3X2 + 0X3 + 0X4 = 0
Sujeito a:
1X1 - 2X2 + 1X3 + 0X4 = 4
-1X1 + 1X2 + 0X3 + 1X4 = 3
X1, X2, X3, X4 >= 0
```

```
Tableaux:

       Z       X1      X2      X3      X4      b

base   -1.0    -1.0    -3.0    0.0     0.0     0.0

X3     0.0     1.0     -2.0    1.0     0.0     4.0

X4     0.0     -1.0    1.0     0.0     1.0     3.0

X1 = 0; X2 = 0; X3 = 4.0; X4 = 3.0;

Z = 0.0


A SOLUCAO NAO E OTIMA!!!

ENTRA A VARIAVEL X2
SAI A VARIAVEL X4
```

```
NOVA SOLUCAO:


       Z       X1      X2      X3      X4      b

base   -1.0    -4.0    0.0     0.0     3.0     9.0

X3     0.0     -1.0    0.0     1.0     2.0     10.0

X2     0.0     -1.0    1.0     0.0     1.0     3.0

X1 = 0; X2 = 3.0; X3 = 10.0; X4 = 0;

Z = -9.0


A FUNCAO TEM SOLUCAO INFINITA!!!
```