

# Atividade 2

---

**Nome:** Pedro Alexandre Custodio Silva

**RA:** 22.123.049-3

**Turma:** 640-Noturno

## Exercício 1 - Fábrica

### Modelo

```
! Nome_Aluno: Pedro Alexandre Custodio Silva   RA: 22.123.049-3 Turma: 640 - Noturno
Max      5.20X1 + 7.10X2 + 9.30X3 + 4.5X4
ST
Torno)   1.5X1  + 1X2    + 2.5X3  + 1X4   <= 2000
Fresa)   1X1   + 5X2    + 1X3   + 3X4   <= 8000
Furad)   1.5X1  + 3X2    + 3.7X3  + 1.2X4 <= 5000
END
```

### Output

```
! Nome_Aluno: Pedro Alexandre Custodio Silva   RA: 22.123.049-3 Turma: 640 - Noturno
LP OPTIMUM FOUND AT STEP      1
      OBJECTIVE FUNCTION VALUE
          1)      12442.11
      VARIABLE           VALUE           REDUCED COST
          X1      280.701752           0.000000
          X2     1491.228027           0.000000
          X3           0.000000           0.394737
          X4      87.719299           0.000000
      ROW    SLACK OR SURPLUS    DUAL PRICES
      TORNO)           0.000000           2.178947
      FRESA)           0.000000           0.352632
      FURAD)           0.000000           1.052632
      NO. ITERATIONS=      1
```

**X1, X2, X3, X4:** Diferentes peças produzidas na fábrica.

**REDUCED COST:** Quanto seria o aumento necessário aumentar o lucro da peça 3 para que valesse a pena produzi-la.

**DUAL PRICES:** Quanto o lucro aumentaria se cada equipamento tivesse um minuto a mais de utilização.

## Exercício 2 - Fazenda

### Modelo

```
! Nome_Aluno: Pedro Alexandre Custodio Silva    RA: 22.123.049-3 Turma: 640 - Noturno

Max      2160Xt + 1260Xa + 812Xm

ST
BB_t)      Xt >= 12
BB-a)      Xa >= 16
BB_m)      Xm >= 20
Cp_Silo)    1800Xt + 2100Xa + 2900Xm <= 700000
Area_Faz)   Xt + Xa + Xm <= 200
END
```

### Output

```
! Nome_Aluno: Pedro Alexandre Custodio Silva    RA: 22.123.049-3 Turma: 640 - Noturno

LP OPTIMUM FOUND AT STEP      3

      OBJECTIVE FUNCTION VALUE

    1)      390640.0

   VARIABLE            VALUE           REDUCED COST
      XT             164.000000           0.000000
      XA             16.000000           0.000000
      XM             20.000000           0.000000

      ROW    SLACK OR SURPLUS     DUAL PRICES
      BB_T)      152.000000           0.000000
      BB-A)       0.000000          -900.000000
      BB_M)       0.000000         -1348.000000
      CP_SILO)   313200.000000           0.000000
      AREA_FAZ)    0.000000          2160.000000

NO  ITERATIONS=      3
```

**Xt, Xa, Xm:** Hectares de trigo, arroz e milho (respectivamente).

**BB\_t, BB\_a, BB\_m:** Hectares de produção pertencentes ao Banco do Brasil das produções de trigo, arroz e milho (respectivamente).

**Cp\_Silo:** Capacidade de armazenamento do silo (em Kg).

**Area\_Faz:** Area da fazenda (em Hectares).

**REDUCED COST:** Quanto seria necessário aumentar o lucro por hectare de um dos produtos para que seja viável de ser plantado.

**DUAL PRICES:** Quando o lucro total seria alterado caso houvesse um hectare a mais de cada produto (no caso da área da fazenda, se houvesse um hectare a mais de área), e para **Cp\_Silo** um Kg a mais de capacidade.

## Exercício 3 - Campanha de marketing

### Modelo

```
! Nome_Aluno: Pedro Alexandre Custodio Silva    RA: 22.123.049-3 Turma: 640 - Noturno

Min      Xa + Xb1 + Xb2

ST
Prod_1)      2Xa + 4Xb1      >= 30
Prod_2)      2Xa + 10Xb2     >= 30
Instituc)    Xa              >= 3
Capital)     Xa + Xb1 + Xb2 <= 12
END
```

### Output

```
! Nome_Aluno: Pedro Alexandre Custodio Silva    RA: 22.123.049-3 Turma: 640 - Noturno

LP OPTIMUM FOUND AT STEP      3

      OBJECTIVE FUNCTION VALUE

    1)      11.40000

VARIABLE        VALUE        REDUCED COST
    XA           3.000000         0.000000
    XB1          6.000000         0.000000
    XB2          2.400000         0.000000

      ROW    SLACK OR SURPLUS    DUAL PRICES
    PROD_1)         0.000000        -0.250000
    PROD_2)         0.000000        -0.100000
    INSTITUC)        0.000000        -0.300000
    CAPITAL)         0.600000         0.000000

NO. ITERATIONS=         3
```

**Xt:** Valor gasto em propaganda na TV (em reais)

**Xr:** Valor gasto em propaganda no Rádio (em reais)

**Xj:** Valor gasto em propaganda no Jornal (em reais)

**Orc\_Tot:** Restrição do orçamento total disponível para a campanha

**Min\_TV:** Restrição de gasto mínimo em propaganda na TV

**Min\_Radio:** Restrição de gasto mínimo em propaganda no Rádio

**Min\_Jornal:** Restrição de gasto mínimo em propaganda no Jornal

**REDUCED COST:** Quanto precisaria aumentar o retorno esperado de cada meio de propaganda para que ele se torne viável de ser utilizado.

**DUAL PRICES:** Qual seria o impacto no valor gasto total caso a restrição de cada componente fosse incrementada.

## Exercício 4 - Alocação de motoristas

### Modelo

```
! Nome_Aluno: Pedro Alexandre Custodio Silva RA: 22.123.049-3 Turma: 640 - Noturno  
MIN N1 + N2 + N3 + N4 + N5 + N6  
ST  
P1) N6 + N1 >= 18  
P2) N1 + N2 >= 27  
P3) N2 + N3 >= 22  
P4) N3 + N4 >= 26  
P5) N4 + N5 >= 25  
P6) N5 + N6 >= 21  
END
```

### Output

```
! Nome_Aluno: Pedro Alexandre Custodio Silva RA: 22.123.049-3 Turma: 640 - Noturno  
LP OPTIMUM FOUND AT STEP      7  
  
      OBJECTIVE FUNCTION VALUE  
    1)      74.000000  
  
      VARIABLE           VALUE           REDUCED COST  
      N1              5.000000           0.000000  
      N2             22.000000           0.000000  
      N3              0.000000           0.000000  
      N4             26.000000           0.000000  
      N5              0.000000           0.000000  
      N6             21.000000           0.000000  
  
      ROW    SLACK OR SURPLUS    DUAL PRICES  
      P1)           8.000000           0.000000  
      P2)           0.000000          -1.000000  
      P3)           0.000000           0.000000  
      P4)           0.000000          -1.000000  
      P5)           1.000000           0.000000  
      P6)           0.000000          -1.000000  
  
NO. ITERATIONS=         7
```

**N1:** Número de motoristas que começam no turno de 1:00 ~ 5:00

**N2:** Número de motoristas que começam no turno de 5:00 ~ 9:00

**N3:** Número de motoristas que começam no turno de 9:00 ~ 13:00

**N4:** Número de motoristas que começam no turno de 13:00 ~ 17:00

**N5:** Número de motoristas que começam no turno de 17:00 ~ 21:00

**N6:** Número de motoristas que começam no turno de 21:00 ~ 1:00

**REDUCED COST:** Quanto precisaria aumentar o custo de um turno de motoristas para que ele se torne viável de ser utilizado.

**DUAL PRICES:** Quanto o custo seria alterado caso houvesse um motorista adicional de cada turno.

## Exercício 5 - Tratamento de Resíduos

a)

### Modelo

```
! Nome_Aluno: Pedro Alexandre Custodio Silva RA: 22.123.049-3 Turma: 640-Noturno
MIN 4A1 + 3A2 + 1A3 + 5B1 + 2B2 + 4B3

ST
FONTE_A)      A1 + A2 + A3 = 9
FONTE_B)      B1 + B2 + B3 = 9
CAP_I)        A1 + B1 <= 8
CAP_II)       A2 + B2 <= 7
CAP_III)      A3 + B3 <= 5
END
```

### Output

```
! Nome_Aluno: Pedro Alexandre Custodio Silva RA: 22.123.049-3 Turma: 640-Noturno
LP OPTIMUM FOUND AT STEP      4

      OBJECTIVE FUNCTION VALUE
    1)      45.000000

      VARIABLE            VALUE            REDUCED COST
      A1                  4.000000          0.000000
      A2                  0.000000          2.000000
      A3                  5.000000          0.000000
      B1                  2.000000          0.000000
      B2                  7.000000          0.000000
      B3                  0.000000          2.000000

      ROW      SLACK OR SURPLUS      DUAL PRICES
      FONTE_A)      0.000000          -4.000000
      FONTE_B)      0.000000          -5.000000
      CAP_I)        2.000000          0.000000
      CAP_II)       0.000000          3.000000
      CAP_III)      0.000000          3.000000

NO. ITERATIONS=      4
```

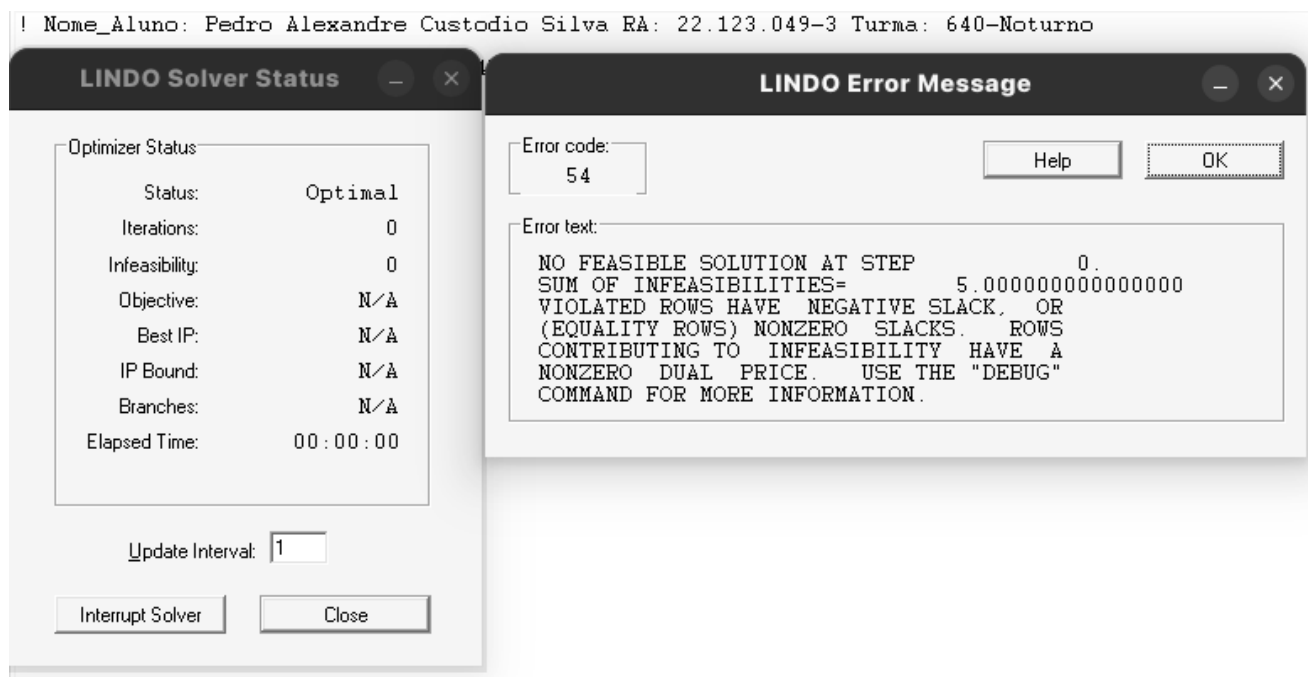
b)

### Modelo

```
! Nome_Aluno: Pedro Alexandre Custodio Silva RA: 22.123.049-3 Turma: 640-Noturno
MIN 4A1 + 3A2 + 1A3 + 5B1 + 2B2 + 4B3

ST
FONTE_A)      A1 + A2 + A3 = 12
FONTE_B)      B1 + B2 + B3 = 13
CAP_I)        A1 + B1 <= 8
CAP_II)       A2 + B2 <= 7
CAP_III)      A3 + B3 <= 5
END
```

## Output



**Observação:** Para o item b) não foi possível obter uma solução, pois a "vazão" excede a capacidade das estações.

**A1, A2, A3, B1, B2, B3:** Quantidade enviada das fontes A e B para as estações i, ii, e iii. **FONTE\_A e FONTE\_B:** "Vazão" das fontes A e B.

**CAP\_I, CAP\_II e CAP\_III:** Capacidade das estações i, ii e iii.

**REDUCED COST:** Quanto a quantidade enviada das fontes para cada estação deveriam ser reduzidas para que fosse viável realizar o envio.

**DUAL PRICES:** Quanto cada valor deveria ser alterado para que fosse possível enviar uma unidade a mais de resíduo de cada fonte, ou então qual seria o aumento necessário na capacidade de uma estação para que ela recebesse mais um envio de resíduo.

## Exercício 6 - Nutrientes

### Modelo

```
! Nome: Pedro Alexandre Custodio Silva RA:22.123.049-3 Turma: 640 - Noturno
MIN 0.78A + 0.94B + 0.76C
ST
PROT) 44A + 56B + 42C >= 3
RIBO) 32A + 28B + 50C >= 2
FOSF) 16A + 14B + 18C >= 1
MAG) 10A + 12C >= 0.425
END
```

### Output

```
! Nome: Pedro Alexandre Custodio Silva RA:22.123.049-3 Turma: 640 - Noturno
LP OPTIMUM FOUND AT STEP      3

      OBJECTIVE FUNCTION VALUE
    1)      0.5225000E-01

      VARIABLE            VALUE            REDUCED COST
        A              0.012500            0.000000
        B              0.025000            0.000000
        C              0.025000            0.000000

      ROW    SLACK OR SURPLUS    DUAL PRICES
    PROT)           0.000000          -0.015905
    RIBO)           0.350000           0.000000
    FOSF)           0.000000          -0.003524
    MAG)           0.000000          -0.002381

NO. ITERATIONS=         3
```

**A, B, C:** Quantidade (em Kg) de cada um dos grãos na dieta.

**PROT:** Unidades de proteína por Kg de cada grão. **RIBO:** Unidades de riboflavina por Kg de cada grão.

**FOSF:** Unidades de fósforo por Kg de cada grão. **MAG:** Unidades de magnésio por Kg de cada grão.

**REDUCED COST:** Quanto precisaria aumentar o valor de cada nutriente para se torne viável adicionar uma unidade a mais dele na dieta.

**DUAL PRICES:** Quanto o custo total da dieta seria alterado caso a restrição de cada nutriente fosse incrementada.

## Exercício 7 - Distribuição de Produtos

a)

### Modelo

```
! Nome: Pedro Alexandre Custodio Silva RA: 22.123.049-3 Turma: 640 - Noturno

MIN      30P1L1 + 20P1L2 + 24P1L3 + 18P1L4 +
          12P2L1 + 36P2L2 + 30P2L3 + 24P2L4 +
          8P3L1  + 15P3L2 + 25P3L3 + 20P3L4

ST
LOJA1)   P1L1 + P2L1 + P3L1 >= 5
LOJA2)   P1L2 + P2L2 + P3L2 >= 8
LOJA3)   P1L3 + P2L3 + P3L3 >= 4
LOJA4)   P1L4 + P2L4 + P3L4 >= 10
END
```

### Output

```
! Nome: Pedro Alexandre Custodio Silva RA: 22.123.049-3 Turma: 640 - Noturno

LP OPTIMUM FOUND AT STEP      4

      OBJECTIVE FUNCTION VALUE

    1)      436.0000

VARIABLE      VALUE      REDUCED COST
P1L1           0.000000      22.000000
P1L2           0.000000       5.000000
P1L3           4.000000       0.000000
P1L4          10.000000       0.000000
P2L1           0.000000       4.000000
P2L2           0.000000     21.000000
P2L3           0.000000       6.000000
P2L4           0.000000       6.000000
P3L1           5.000000       0.000000
P3L2           8.000000       0.000000
P3L3           0.000000       1.000000
P3L4           0.000000       2.000000

      ROW      SLACK OR SURPLUS      DUAL PRICES
LOJA1)           0.000000      -8.000000
LOJA2)           0.000000     -15.000000
LOJA3)           0.000000     -24.000000
LOJA4)           0.000000     -18.000000

NO. ITERATIONS=      4
```



b)

## Modelo

```
! Nome: Pedro Alexandre Custodio Silva RA: 22.123.049-3 Turma: 640 - Noturno

MIN      30P1L1 + 20P1L2 + 24P1L3 + 18P1L4 +
          12P2L1 + 36P2L2 + 30P2L3 + 24P2L4 +
          8P3L1  + 15P3L2 + 25P3L3 + 20P3L4

ST
LOJA1)   P1L1 + P2L1 + P3L1 >= 0.5
LOJA2)   P1L2 + P2L2 + P3L2 >= 0.8
LOJA3)   P1L3 + P2L3 + P3L3 >= 0.4
LOJA4)   P1L4 + P2L4 + P3L4 >= 1
END
```

## Output

```
! Nome: Pedro Alexandre Custodio Silva RA: 22.123.049-3 Turma: 640 - Noturno

LP OPTIMUM FOUND AT STEP      0

          OBJECTIVE FUNCTION VALUE

    1)            43.600000

VARIABLE          VALUE          REDUCED COST
P1L1              0.000000          22.000000
P1L2              0.000000           5.000000
P1L3              0.400000           0.000000
P1L4              1.000000           0.000000
P2L1              0.000000           4.000000
P2L2              0.000000          21.000000
P2L3              0.000000           6.000000
P2L4              0.000000           6.000000
P3L1              0.500000           0.000000
P3L2              0.800000           0.000000
P3L3              0.000000           1.000000
P3L4              0.000000           2.000000

      ROW    SLACK OR SURPLUS    DUAL PRICES
LOJA1)         0.000000         -8.000000
LOJA2)         0.000000        -15.000000
LOJA3)         0.000000        -24.000000
LOJA4)         0.000000        -18.000000

NO  ITERATIONS=         0
```

**PiLj**: Viagens partindo do porto i para a loja j.

**LOJAn**: soma das viagens para a loja n, restrito pela razão entre demanda da loja e capacidade dos caminhões. **REDUCED COST**: Quanto precisaria aumentar o custo de uma viagem para que ela se torne viável de ser realizada. **DUAL PRICES**: Quanto o custo total seria alterado caso a restrição de cada loja fosse incrementada.

## Exercício 8 - Blending de Bebidas

### Modelo

```
! Nome: Pedro Alexandre Custodio Silva RA: 22.123.049-3 Turma: 640 - Noturno

MAX      34A  + 28.5B + 22.5C -
          35SA - 35SB  - 35SC  -
          25HA - 25HB  - 25HC  -
          200A - 200B  - 200C

ST
MIX_A)   SA + HA + OA - A = 0
MIX_B)   SB + HB + OB - B = 0
MIX_C)   SC + HB + OC - C = 0

QTD_S)   SA + SB + SC <= 2000
QTD_H)   HA + HB + HC <= 2500
QTD_O)   OA + OB + OC <= 1200

COMP1_A)  SA - 0.6A >= 0
COMP2_A)  OA - 0.2A <= 0

COMP1_B)  SB - 0.15B >= 0
COMP2_B)  OB - 0.6B <= 0

COMP1_C)  OC - 0.5C <= 0

END
```

### Output

```
! Nome: Pedro Alexandre Custodio Silva RA: 22.123.049-3 Turma: 640 - Noturno

LP OPTIMUM FOUND AT STEP      6

      OBJECTIVE FUNCTION VALUE

    1)      71888.46

VARIABLE          VALUE          REDUCED COST
  A          1761.538452           0.000000
  B          3938.461426           0.000000
  C          2500.000000           0.000000
  SA          1409.230713           0.000000
  SB           590.769226           0.000000
  SC           0.000000          13.192307
  HA           0.000000          14.038462
  HB          2500.000000           0.000000
  HC           0.000000          49.730770
  OA          352.307678           0.000000
  OB          847.692322           0.000000
  OC           0.000000           4.730769

      ROW    SLACK OR SURPLUS    DUAL PRICES
  MIX_A)           0.000000      -35.692307
  MIX_B)           0.000000      -27.230770
  MIX_C)           0.000000      -22.500000
  QTD_S)           0.000000         0.692308
  QTD_H)           0.000000        24.730770
  QTD_O)           0.000000         7.230769
  COMP1_A)        352.307678         0.000000
  COMP2_A)           0.000000         8.461538
  COMP1_B)           0.000000        -8.461538
  COMP2_B)        1515.384644         0.000000
  COMP1_C)        1250.000000         0.000000

NO. ITERATIONS=         6
```

**A, B, C:** Quantidade (em L) vendida de cada mistura.

**Si:** Quantidade de Sirney usada para produzir cada mistura (mistura = i).

**Hi:** Quantidade de Hangover usada para produzir cada mistura (mistura = i). **Oi:** Quantidade de Olldrunk usada para produzir cada mistura (mistura = i). **MIX\_i:** Soma das quantidades de Sirney, Hangover e Olldrunk usadas para produzir a mistura (mistura = i). **QTD\_i:** Quantidade de de cada malte utilizada (malte = i). **REDUCED COST:** Quanto precisaria aumentar o valor de cada nutriente para se torne viável adicionar uma unidade a mais dele na dieta.

**DUAL PRICES:** Quanto o custo total da dieta seria alterado caso a restrição de cada nutriente fosse incrementada.