

INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA

Matemática Aplicada e Computacional

Jaqueline Cristina Teixeira

SCORE DE ANALISTA UTILIZANDO

ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA)

São Paulo

2012

Jaqueline Cristina Teixeira

SCORE DE ANALISTA UTILIZANDO
ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA)

Trabalho de conclusão apresentado
ao Instituto de Matemática e
Estatística como requisito parcial
para obtenção do título de bacharel
em Matemática Aplicada e
Computacional

Orientador: Sergio Muniz Oliva Filho

São Paulo

2012

Jaqueline Cristina Teixeira

SCORE DE ANALISTA UTILIZANDO ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS
(DEA)

Trabalho de conclusão apresentado
ao Instituto de Matemática e
Estatística como requisito parcial
para obtenção do título de bacharel
em Matemática Aplicada e
Computacional

Aprovado em vinte e sete de janeiro de 2012

BANCA EXAMINADORA

Sergio Muniz Oliva Filho – IME

Luis Carlos de Castro Santos – IME

Manuel Valentim de Pera Garcia – IME

AGRADECIMENTOS

Sobre este trabalho de conclusão gostaria de agradecer meu amigo Rodolfo Miyasaki, que foi quem desenvolveu e implantou esse projeto na empresa onde trabalha, por todo auxílio e dedicação.

Também ao professor Sergio Muniz Oliva Filho por toda a orientação.

Aproveito para agradecer às pessoas que foram fundamentais para meu trajeto do início ao fim nesses quatro anos de IME:

Aos meus diversos colegas de turma que me ajudaram em todos os semestres, sem vocês tudo teria sido muito menos possível.

Aos amigos e família que me deram todo o apoio tão importante para esta fase.

Especialmente aos meus pais pelo exemplo. Obrigada por tudo de todos os dias. E também aos meus irmãos pelas pessoas maravilhosas que são.

À Claudia, que não pode faltar.

E à você que sempre acreditou em mim, mostrando que era possível estudar na USP, que me ensinou, incentivou... e esteve ao meu lado em TODOS os momentos (literalmente!). Dedico este trabalho e tudo à você, Felipe.

RESUMO

Neste trabalho de conclusão, aplicou-se o método de Análise por Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis – DEA) na classificação de analistas de crédito em uma instituição financeira segundo os critérios performance e qualidade. Os analistas são classificados em relação a um analista modelo (Benchmark) resolvendo um problema de Otimização Linear (PL).

Palavras-chave: Análise por Envoltória de Dados (DEA), Otimização Linear (PL)

ÍNDICE

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 7 |
| 1.1 | Método Atual..... | 8 |
| 1.2 | Atividade da Empresa e Avaliação de Performance | 10 |
| 2 | METODOLOGIA..... | 11 |
| 2.1 | Síntese sobre Programação Linear..... | 11 |
| 2.2 | Análise de Envoltória de Dados | 13 |
| 2.2.1 | Conceitos Fundamentais | 13 |
| 2.2.2 | Compreensão Teórica | 14 |
| 2.2.3 | Eficiência e Modelo CCR e BBC..... | 14 |
| 2.2.4 | Formulação do Problema | 16 |
| 2.2.5 | Multiplos inputs e outputs | 17 |
| 2.3 | Otimização Linear Aplicado no problema DEA | 18 |
| 2.3.1 | Exemplo de aplicação do CCR..... | 18 |
| 2.3.2 | Reproduzindo o exemplo no SciLab | 19 |
| 2.3.3 | Sintaxe..... | 20 |
| 2.3.4 | Código do SciLab | 20 |
| 3 | APLICANDO O PROBLEMA NA MESA DE CRÉDITO | 22 |
| 4 | CONCLUSÃO..... | 26 |

1 INTRODUÇÃO

O desempenho de uma equipe depende basicamente do conhecimento das pessoas que nela trabalham. As organizações precisam saber quem são as pessoas que integram seus quadros de funcionários e que propagam o nome da empresa.

Entendendo as pessoas e conhecendo seus desempenhos também poderá ser descoberto o que é necessário ser trabalhado para buscar melhorias. Descobrimo a competência e postura dos membros da equipe, se estão à altura do exigido, pode-se saber como identificar quem tem potencial, aproveitando todas as oportunidades para desenvolver os profissionais dentro de suas habilidades, destacando-se ainda pontos fortes e fracos da equipe e o que fazer a respeito.

Uma avaliação de desempenho bem estruturada proporciona a área de recursos humanos uma visão do perfil dos profissionais avaliados, na percepção dos seus principais líderes, bem como das necessidades dos funcionários e dos gestores em termos de treinamento e desenvolvimento. Proporciona também à direção da empresa informações importantes sobre aspectos que afetam diretamente a vitalidade da organização.

Utilizando corretamente o sistema de avaliação de desempenho, os membros da organização podem melhorar o seu senso crítico em relação à gestão de pessoas.

É necessário que a aplicação da avaliação de desempenho seja um instrumento sério e criterioso que demonstre o verdadeiro perfil do avaliado, sem que haja injustiças e manipulações nos resultados desta avaliação.

Procura-se um método confiável e de simples manuseio para que as organizações possam realizar a avaliação de desempenho de seus funcionários de maneira menos subjetiva e mais transparente.

Neste trabalho analisou-se o método de avaliação de desempenho de funcionários de uma mesa de crédito em uma financeira. A metodologia atual não atende a necessidade da empresa por ser difícil comparar os todos os analistas em diversos critérios, além de levar muito tempo para execução. Foi proposto como solução utilizar uma classificação do analista onde selecionando alguns indicadores, que medem a qualidade e performance das análises dos funcionários, foi criado um score para o analista que é uma nota de 0 a 100 onde quanto maior a nota melhor seu desempenho. Este novo método é muito simples para utilizar, basta inserir alguns indicadores dos analistas e o score sai imediatamente.

1.1 Método Atual

O avaliador é sempre o superior imediato do analista e o que estiver sobreposto hierarquicamente a este.

O período a ser avaliado compreenderá o desempenho do funcionário pelo tempo de um ano.

Para cada analista são feitas duas avaliações onde as notas vão de 1 a 5:

- Performance (eixo X): Os projetos são determinados no começo do ano e a avaliação é sobre os trabalhos realizados.
- Comportamento (eixo Y): Nesta avaliação analisa-se alguns pontos importantes em um funcionário como a postura e facilidade de se relacionar com clientes, parceiros e superiores.

Desta maneira podemos avaliar os eixos X e Y num gráfico como no exemplo abaixo:

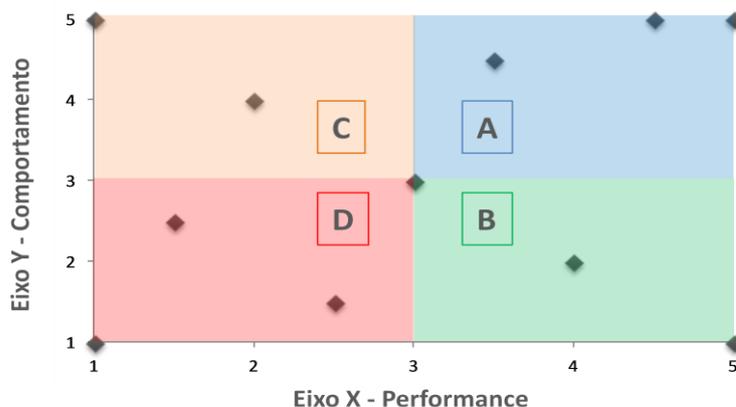


Figura 1 – Gráfico de Performance x Comportamento.

Separando o gráfico em blocos criamos quatro classes:

- Classe A: Alta performance e bom comportamento. Elegível a promoção e aumento salarial.
- Classe B: Alta performance e mau comportamento. O superior imediato precisa identificar em que pontos o funcionário deve melhorar e deve dar um feedback.
- Classe C: Baixa performance e bom comportamento. O superior imediato deve instruir o funcionário a realizar cursos internos ou externos e acompanhar mais de perto seu trabalho.
- Classe D: Baixa performance e mau comportamento. O superior imediato deve dar um feedback estruturado levando pontos que devem ser melhorados. Elegível a demissão.

Na financeira que estamos estudando, verificou-se que um problema existente no método atual é que a maioria dos analistas se concentram nas classes B e C sendo assim difícil determinar os elegíveis a promoção e a demissão. A necessidade atual é poder criar uma ordenação do analista com melhor desempenho ao analista com pior.

1.2 Atividade da Empresa e Avaliação de Performance

A mesa de análise de crédito é composta por 14 analistas e cada um analisa aproximadamente 80 propostas de solicitação de crédito por dia. Sua função é aprovar ou negar o crédito ao avaliar o risco da operação.

A performance esperada dos analistas de crédito é agilidade na análise de crédito (tempo de análise x tempo ocioso) e foco no resultado com metas referente a quantidade de propostas analisadas e taxa de aprovação. Espera-se também que as propostas analisadas estejam dentro das regras de decisão de crédito e que produzam baixa taxa de inadimplência.

Este trabalho propõe a substituição da avaliação de performance atual (eixo X) pelo score de analista construído a partir de um problema de Otimização Linear (PL) utilizando o método de Análise por Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis – DEA).

2 METODOLOGIA

2.1 Síntese sobre Programação Linear

Os problemas de *Programação Linear (PL)* buscam a distribuição eficiente de recursos limitados para atender um determinado objetivo, em geral, maximizar lucros ou minimizar custos. Em se tratando de PL, esse objetivo é expresso através de uma função linear, denominada *função objetivo*.

É necessário também que se defina quais as atividades que consomem recursos e em que proporções os mesmos são consumidos. Essas informações são apresentadas em forma de equações ou inequações lineares, uma para cada recurso. Ao conjunto dessas equações e/ou inequações, denomina-se *restrições do modelo*.

Normalmente se tem inúmeras maneiras de distribuir os recursos escassos entre as diversas atividades em estudo, bastando para com isso que essas distribuições estejam coerentes com as restrições do modelo, chamamos a região de dentro das restrições de *conjunto viável*. No entanto, o que se busca, num problema PL é otimizar a função objetivo, isto é, a maximização do lucro ou a minimização dos custos. A essa solução dá-se o nome de *solução ótima*.

Assim, a Programação linear se incube de achar a solução ótima de um problema, uma vez definida o modelo linear, ou seja, a função objetivo e as restrições lineares.

Exemplo:

Considere o problema

$$\begin{array}{ll} \min -x_1 - x_2 & \leftarrow \text{Função Objetivo} \\ \text{s. a. } x_1 + 2x_2 \leq 3 & \\ 2x_1 + x_2 \leq 3 & \\ x_1, x_2 \geq 0 & \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} \min \\ \text{s. a.} \end{array}} \right\} \text{Restrições do Modelo}$$

O conjunto viável está representado a seguir.

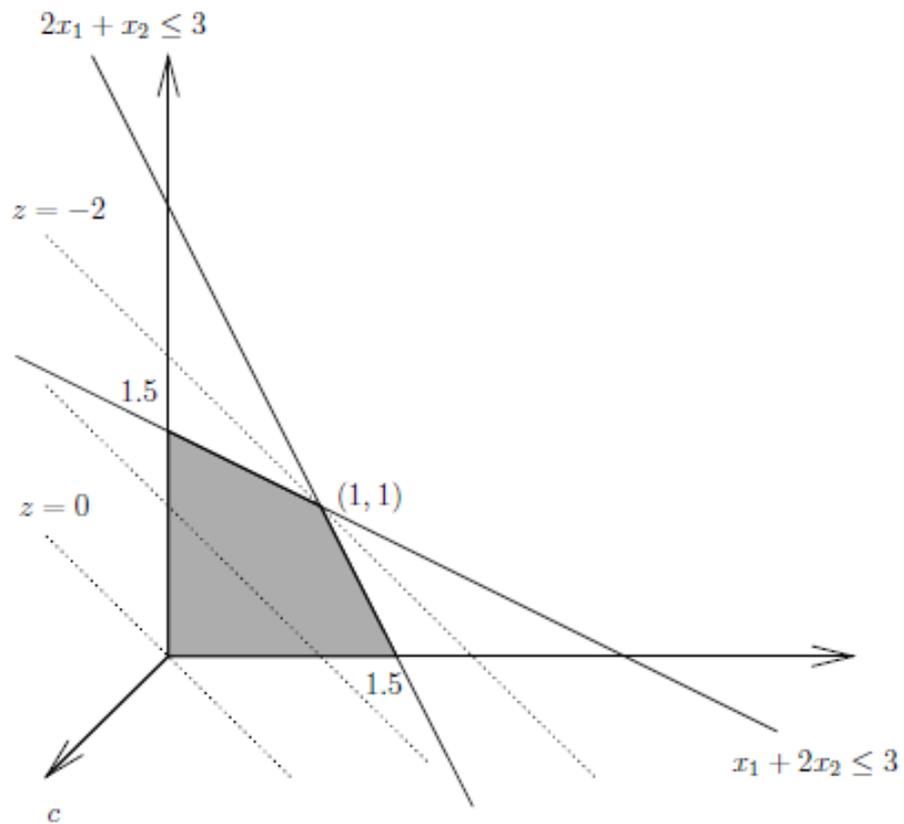


Figura 2 – Exemplo de PL.

Para encontrar a solução ótima podemos considerar o conjunto dos pontos que têm um mesmo valor de função objetivo, digamos z . Esta é uma linha descrita pela equação $-x_1 - x_2 = z$ e é perpendicular ao vetor $c = \begin{bmatrix} -1 \\ -1 \end{bmatrix}$. Para cada valor de z obtemos uma linha paralela diferente: aumentando z seguimos na direção apontada pelo vetor c , diminuindo z seguimos na direção $-c$. Para minimizar a função objetivo devemos procurar o ponto viável mais distante na direção $-c$:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Este é o ponto } x = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} \\ \text{Com valor ótimo } z = -2 \end{array} \right\} \text{ Solução Ótima}$$

2.2 Análise de Envoltória de Dados

2.2.1 Conceitos Fundamentais

A Análise de Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis – DEA*) é uma ferramenta matemática para medir a eficiência entre unidades produtivas (*Decision Making Unit – DMU*).

- A eficiência de uma DMU é definida como a razão da soma ponderada de produtos (outputs) pela soma ponderada os recursos necessários para gerá-los (inputs).
- Os pesos usados na ponderação são obtidos através de um problema de otimização linear que atribui a cada DMU os pesos que maximizam a sua eficiência.

A DEA consiste em estabelecer um ou mais benchmarks (unidades eficientes) e avaliar as outras DMU's (unidades ineficientes) em relação a eles.

Para a aplicação em nosso problema, as unidades produtivas são os indicadores de desempenho dos analistas. Os recursos (inputs) são os indicadores que medem o aproveitamento do analista e os produtos (outputs) são os indicadores de performance e qualidade das análises. O benchmark será o analista com melhor desempenho.

2.2.2 Compreensão Teórica

Dado um conjunto de empresas com atividades semelhantes e seu plano de produção, uma empresa é mais produtiva do que outra porque tomou decisões (seja pelo uso de tecnologia mais avançada, mão-de-obra mais qualificada, melhores técnicas gerenciais, etc) que lhe permitem aproveitar melhor os recursos. Por serem unidades que tomam decisões as chamamos de *DMU (Decision Making Unit)*.

Resolvendo-se o problema de otimização linear (PL) para cada uma das empresas, pode-se determinar a empresa que não será superada por outra em seu plano de produção.

Esta empresa é considerada eficiente e utilizada como modelo (benchmark) para as demais.

2.2.3 Eficiência e Modelo CCR e BBC

Eficiência é um conceito relativo. Compara o que foi produzido, dado os recursos disponíveis, com o que poderia ter sido produzido com os mesmos recursos. Há importantes distinções na forma de avaliar a quantidade mencionada. Os chamados métodos paramétricos supõem uma relação funcional pré definida entre os recursos e o que foi produzido. Normalmente, usam médias para determinar o que poderia ter sido produzido.

Outros métodos, entre os quais encontra-se a Análise de Envoltória de Dados, não fazem nenhuma suposição funcional e consideram que o máximo poderia ter sido produzido é obtido por meio da observação das unidades mais produtivas (benchmark).

Na Figura 3, o eixo X representa os Recursos (input); Y representa a Produção (output); a curva $f(x)$, chamada Fronteira de Eficiência, indica o máximo que foi produzido para cada nível de recurso. A região abaixo da curva é chamada de *Conjunto Viável de Produção*.

A DMU ineficiente O precisa caminhar até o ponto O' se quiser tornar-se eficiente reduzindo recursos (orientação a *inputs* – Modelo CCR). No entanto, se preferir aumentar os produtos, tem que caminhar até o ponto P' (orientação a *outputs* – Modelo BCC).

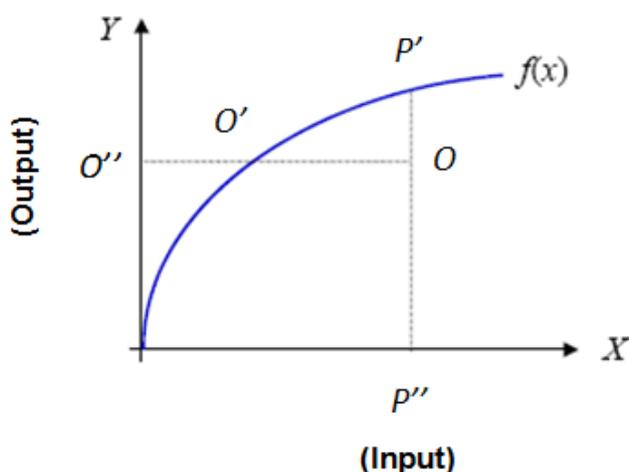


Figura 3 – CCR e BBC.

No primeiro caso, a eficiência é definida pela razão $O''O'/O''O$. No segundo caso, a eficiência é dada por $P''O/P''P'$ ambos números são valores entre 0 e 1. De acordo com este conceito, quanto mais próximo de 1, maior é a eficiência da DMU.

O modelo adotado para desenvolver o score do analista terá como base o modelo CCR.

2.2.4 Formulação do Problema

Inicialmente, considere o caso de um recurso (*input*) e um produto (*output*). A fronteira de eficiência é uma reta que passa pela origem e de declividade igual à produtividade da DMU mais produtiva, representada pelo ponto de coordenada (X_{ef}, Y_{ef}) . A DMU O é uma DMU ineficiente (não pertencente a fronteira). O ponto O'' é a projeção de O no eixo Y e o ponto O' é a projeção de O na fronteira eficiente. Como temos uma projeção horizontal, o valor da ordenada não se altera. Assim, o ponto O'' tem por coordenadas $(0, Y_o)$.

Para calcular as coordenadas do ponto O' , basta observarmos que ele resulta da intersecção da fronteira eficiente com a reta horizontal que passa por O .

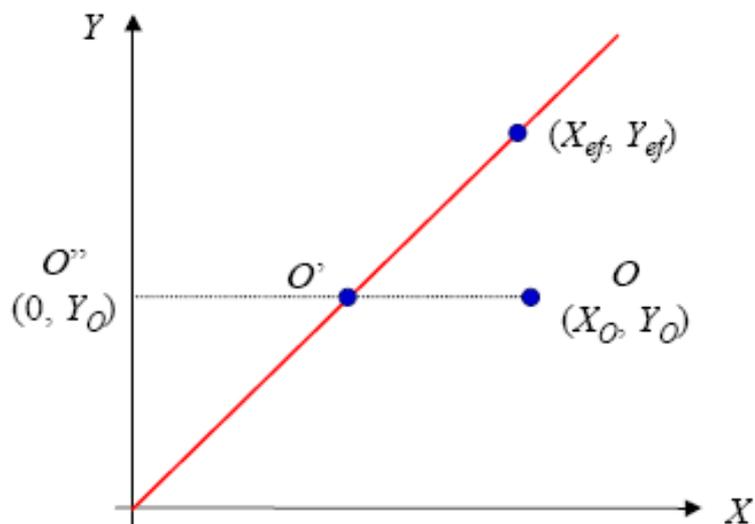


Figura 4 – Exemplo com input e output únicos.

Assim, o sistema $\begin{cases} Y = Y_o \\ Y = \frac{Y_{ef}}{X_{ef}}X \end{cases}$ fornece as coordenadas, que são

$$X_{o'} = \frac{Y_o X_{ef}}{Y_{ef}} \text{ e } Y_{o'} = Y_o.$$

A produtividade da DMU eficiente é o coeficiente angular α da reta, dado por $\alpha = \frac{Y_{ef}}{X_{ef}}$.

De acordo com a definição do modelo CCR a eficiência de O é dada por $Ef = \frac{\overline{O'O''}}{\overline{O''O}} = \frac{\frac{Y_o X_{ef}}{Y_{ef}}}{x_o} = \frac{Y_o}{x_o} \frac{1}{\frac{Y_{ef}}{X_{ef}}} = \frac{P_o}{P_{ef}}$.

Neste modelo a eficiência de uma DMU é a razão entre a sua produtividade (P_o) e a produtividade da DMU mais eficiente (P_{ef}). Esta constatação foi obtida com argumentos geométricos para um único produto e um só recurso.

2.2.5 Múltiplos inputs e outputs

Estendendo este raciocínio para diversos inputs e outputs, tem-se o quociente entre uma soma ponderada dos produtos e uma soma ponderada dos recursos. Para os pesos não serem arbitrários, cada DMU assume os pesos que maximizem essa razão.

Entretanto, isto não pode ser feito de forma totalmente livre. Impõe-se que os pesos que a DMU admite, quando aplicados a ela mesma e às outras k DMU's não podem dar um quociente superior à 1.

2.3 Otimização Linear Aplicado no problema DEA

O objetivo do problema de otimização linear (PL) é encontrar os pesos u_j e v_i que maximizem a eficiência da DMU.

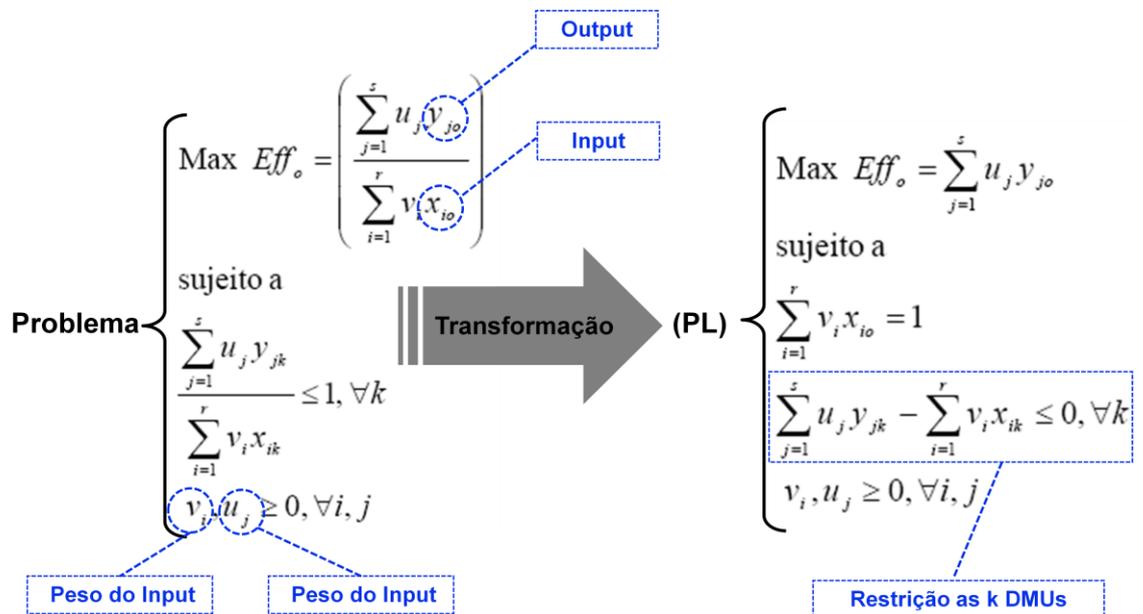


Figura 5 – Problema de Programação Linear para o DEA.

2.3.1 Exemplo de aplicação do CCR

No exemplo da Tabela 1 mostramos um conjunto de DMUs que empregam dois inputs e um output em seu processo produtivo. A formulação apresentada em (i) mostra a representação do PL para a DMU A. Em DEA o número de PLs a resolver é igual ao número de DMUs. Resolvendo-se os 5 PLs, podemos observar que as DMUs B, C e E são eficientes.

Tabela 1 – Dados de entrada do exemplo numérico.

| DMU | Input 1 | Input 2 | Output 1 | Pesos | | | Eficiência (%) |
|-----|---------|---------|----------|---------|---------|----------|----------------|
| | | | | Input 1 | Input 2 | Output 1 | |
| A | 4 | 3 | 2 | 0,045 | 0,273 | 0,227 | 45,45 |
| B | 1 | 6 | 5 | 0,200 | 0,133 | 0,200 | 100,00 |
| C | 2 | 3 | 4 | 0,050 | 0,300 | 0,250 | 100,00 |
| D | 1 | 2 | 1 | 0,429 | 0,286 | 0,429 | 42,85 |
| E | 10 | 5 | 8 | 0,025 | 0,150 | 0,125 | 100,00 |

$$\begin{array}{l}
 \max \text{Eff}_A = 2u_1 \\
 \text{s. a. } 4v_1 + 3v_2 = 1 \\
 2u_1 - 4v_1 - 3v_2 \leq 0 \\
 5u_1 - 1v_1 - 6v_2 \leq 0 \\
 4u_1 - 2v_1 - 3v_2 \leq 0 \\
 1u_1 - 1v_1 - 2v_2 \leq 0 \\
 8u_1 - 10v_1 - 5v_2 \leq 0 \\
 u_1, v_1, v_2 \geq 0
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Função Objetivo} \\ \text{para a DMU A} \\ \\ \\ \text{Restrições para a DMU A} \\ \\ \end{array} \quad (i)$$

2.3.2 Reproduzindo o exemplo no SciLab

Forma do problema de PL:

$$\min c^T * x$$

$$\text{s. a. } A_{eq} * x = b_{eq}$$

$$A * x_1 \leq b$$

$$lb \leq x \leq ub$$

$$4u_1 - 2v_1 - 3v_2 \leq 0$$

Observação: Como o problema implantado foi de minimização e estamos buscando a maximização, o vetor c entrou negativo e o valor das funções encontrados, também negativos, foram multiplicados por -1.

2.3.3 Sintaxe

`karmarkar(A_eq,b_eq,c,x0,rtolf,gam,maxiter,outfun,A,b,lb,ub)`

O algoritmo karmakar foi um dos primeiros algoritmos eficientes que resolvem problemas de programação linear em tempo polinomial.

2.3.4 Código do SciLab

```
//Lê o arquivo em que se encontram os valores sobre a matriz de inputs  
[fd,SST,Sheetnames,Sheetpos] =  
xls_open('C:\Users\Jaqueline\Documents\TCC\inputs_exemplo.xls')  
//Aloca o valor lido na planilha para a matriz inputs  
[inputs,TextInd] = xls_read(fd,Sheetpos(1))  
  
//Lê o arquivo em que se encontram os valores sobre a matriz de outputs  
[fd,SST,Sheetnames,Sheetpos] =  
xls_open('C:\Users\Jaqueline\Documents\TCC\outputs_exemplo.xls')  
//Aloca o valor lido na planilha para a matriz outputs  
[outputs,TextInd] = xls_read(fd,Sheetpos(1))  
  
//Cria as matrizes e vetores de entrada  
inputs_chs = inputs * (-1)  
A = [outputs inputs_chs]  
b = 0 * ones (5 ,1)  
lb = [ 0 0 0 ]'
```

```

b_eq = [ 1 ]'

F = 0 * ones(5,1)//Vetor que guarda os valores da função das DMUs
X = 0 * ones(3,5)//Matriz que guarda os valores dos pesos das DMUs

//Executa o PL para cada DMU
n=5; //quantidade de DMUs
for i = 1:n
    c = [ -outputs(i,1) 0 0 ]'
    A_eq = [ 0 inputs(i,1) inputs(i,2) ]
    [xopt,fopt,exitflag,iter,yopt]=karmarkar(A_eq,b_eq,c,[],[],[],[],[],A,b,lb,[])
    F(i,1)=fopt
    X(:,i)=xopt
End

```

Tabela 2 – Saída do algoritmo para o exemplo.

| DMU | Pesos (Matriz X) | | | Vetor F |
|-----|------------------|---------|----------|----------------|
| | Input 1 | Input 2 | Output 1 | Eficiência (%) |
| A | 0,045 | 0,273 | 0,227 | 45,45 |
| B | 0,317 | 0,114 | 0,200 | 100,00 |
| C | 0,145 | 0,237 | 0,250 | 100,00 |
| D | 0,429 | 0,286 | 0,429 | 42,86 |
| E | 0,010 | 0,180 | 0,125 | 100,00 |

Reproduzindo o problema foram encontrados os mesmos valores de eficiência por DMU.

3 APLICANDO O PROBLEMA NA MESA DE CRÉDITO

Relação de variáveis necessárias para a construção dos inputs e outputs:

- **Quantidade Hora (Qtd_Hora)** – É a quantidade média de propostas analisadas por hora.
- **Análise Hora (Anl_Hora)** – É o percentual do quanto o analista ficou analisando propostas por hora.
- **Taxa de Aprovação (Tx_Apr)** – É o percentual de propostas aprovadas sobre todas as propostas analisadas.
- **Taxa de Não Aprovação (Tx_Napr)** – É o percentual de propostas não aprovadas sobre todas as propostas analisadas.
- **Inadimplência (Inadimp)** – É o percentual de clientes inadimplentes sobre todos os que contrataram.
- **Taxa Up Down (Tx_Up_Down)** – É a taxa de aprovação somando com a diferença entre a taxa de aprovação do indivíduo e a taxa de aprovação média. Criada para aumentar a distância dos valores.

$$\text{Tx_Up_Down [Analista A]} = \text{Tx_Apr [Analista A]} + (\text{Tx_Apr [Analista A]} - \text{Tx_Apr Média})$$

- **Aproveitamento (Aprov)** – Mede o aproveitamento do analista.

$$\text{Aproveitamento} = ((\text{Qtd_Hora} * \text{Tx_Apr})/100) + ((\log(\text{Anl_Hora})/5)^3)$$

Variáveis que entraram no modelo:

- **Aprov_2**

$$\text{Aprov_2 [Analista A]} = (\text{Aprov_MAXIMO} * 3) - \text{Aprov [Analista A]}$$

- **Tx_Up_Down**

- **Inadimp_2**

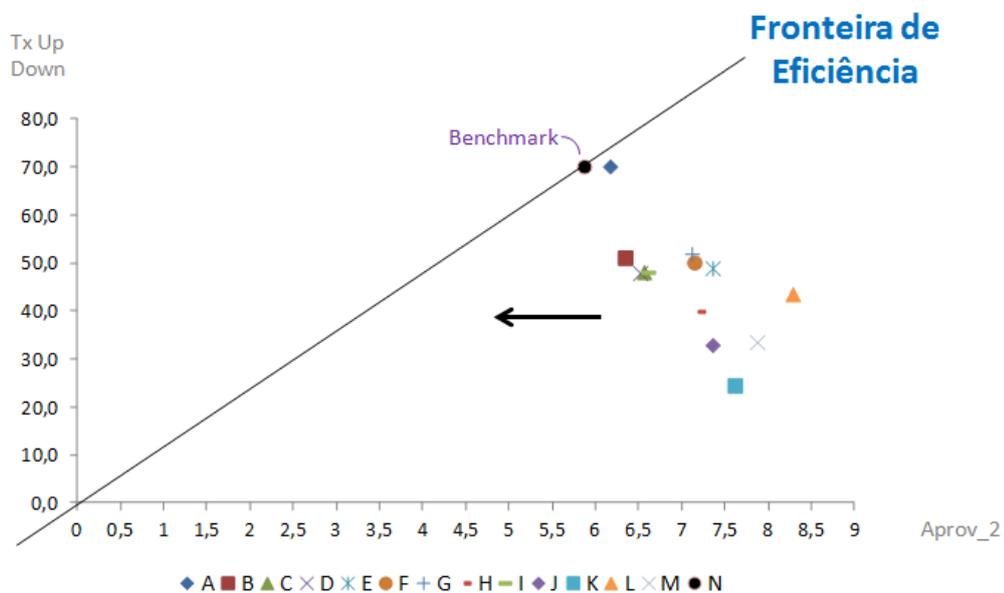
$$\text{Inadimp_2 [Analista A]} = \log((\text{Inadimp_MAXIMA} * 3) - \text{Inadimp [Analista A]})$$

Tabela 3 – Dados de entrada.

Dados de Entrada

| Analista | Qtd_Hora | Anl_Hora | Tx_Apr | Tx_Napr | Inadimp | Tx_Up_Down | Aprov | Input 1 | Output 1 | Output 2 |
|---------------|----------|----------|-------------|---------|-------------|------------|------------|---------|------------|-----------|
| | | | | | | | | Aprov_2 | Tx_Up_Down | Inadimp_2 |
| A | 4,5 | 39,5 | 57,8 | 42,2 | 6,0 | 69,3 | 2,6 | 6,2 | 69,3 | 1,42 |
| B | 5,0 | 57,1 | 48,3 | 51,7 | 6,1 | 50,3 | 2,5 | 6,3 | 50,3 | 1,41 |
| C | 4,7 | 53,4 | 46,8 | 53,2 | 8,6 | 47,3 | 2,2 | 6,6 | 47,3 | 1,37 |
| D | 4,8 | 56,2 | 46,7 | 53,3 | 8,1 | 47,1 | 2,3 | 6,5 | 47,1 | 1,38 |
| E | 3,0 | 35,1 | 47,2 | 52,8 | 5,7 | 48,1 | 1,4 | 7,4 | 48,1 | 1,42 |
| F | 3,4 | 39,7 | 47,8 | 52,2 | 6,4 | 49,3 | 1,7 | 7,1 | 49,3 | 1,41 |
| G | 3,4 | 36,0 | 48,7 | 51,3 | 8,0 | 51,1 | 1,7 | 7,1 | 51,1 | 1,38 |
| H | 3,7 | 44,9 | 42,7 | 57,3 | 6,3 | 39,1 | 1,6 | 7,2 | 39,1 | 1,41 |
| I | 4,6 | 53,7 | 46,8 | 53,2 | 10,7 | 47,3 | 2,2 | 6,6 | 47,3 | 1,33 |
| J | 3,6 | 43,4 | 39,2 | 60,8 | 4,4 | 32,1 | 1,4 | 7,4 | 32,1 | 1,44 |
| K | 3,3 | 40,8 | 35,0 | 65,0 | 6,8 | 23,7 | 1,2 | 7,6 | 23,7 | 1,40 |
| L | 1,1 | 35,9 | 44,5 | 55,5 | 1,8 | 42,7 | 0,5 | 8,3 | 42,7 | 1,48 |
| M | 2,3 | 26,5 | 39,5 | 60,5 | 5,6 | 32,7 | 0,9 | 7,9 | 32,7 | 1,42 |
| N | 5,0 | 57,1 | 57,8 | 42,2 | 1,8 | 69,3 | 2,9 | 5,9 | 69,3 | 1,48 |
| Média | | | 46,3 | | | | | | | |
| Máximo | | | | | 10,7 | | 2,9 | | | |

Figura 6 – Gráfico de interação entre um Input (Aprov_2) e um Output (Tx_Up_Down) mostrando o Benchmark



Inserindo os dados no Scilab, temos a saída:

Tabela 4 – Saída score analistas.

| Vetor F | |
|----------|----------------|
| Analista | Eficiência (%) |
| A | 95,1 |
| B | 88,4 |
| C | 82,8 |
| D | 83,9 |
| E | 76,5 |
| F | 78,2 |
| G | 76,9 |
| H | 77,8 |
| I | 79,8 |
| J | 77,7 |
| K | 73,0 |
| L | 70,8 |
| M | 71,6 |
| N | 100,0 |

Alinhando todos os analistas numa régua de score de 0 a 100 temos a distribuição abaixo:

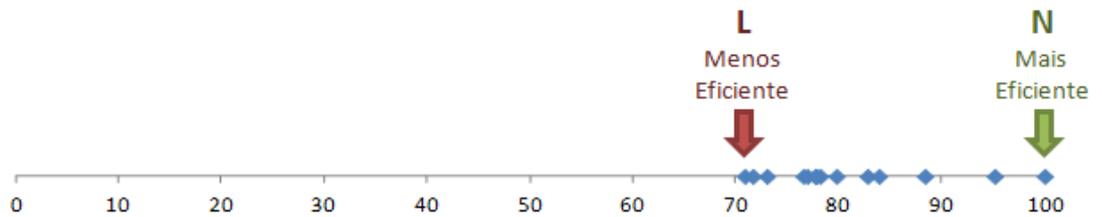


Figura 7 – Score dos Analistas

Como a saída do score é um valor entre 0 e 100 e o objetivo da empresa é substituir a avaliação do Eixo X por essa metodologia, uma transformação linear simples é feita para enquadrar o score na régua de 1 à 5:

$$Nota Eixo X = \frac{Score}{25} + 1$$

Tabela 5 – Nota Eixo X

| Analista | Score | Eixo X |
|----------|-------|--------|
| A | 95,1 | 4,8 |
| B | 88,4 | 4,5 |
| C | 82,8 | 4,3 |
| D | 83,9 | 4,4 |
| E | 76,5 | 4,1 |
| F | 78,2 | 4,1 |
| G | 76,9 | 4,1 |
| H | 77,8 | 4,1 |
| I | 79,8 | 4,2 |
| J | 77,7 | 4,1 |
| K | 73,0 | 3,9 |
| L | 70,8 | 3,8 |
| M | 71,6 | 3,9 |
| N | 100,0 | 5,0 |

4 CONCLUSÃO

Ao apresentar os resultados para a financeira a metodologia foi aprovada por estar coerente com o esperado, ou seja, concordaram com a classificação do analista com melhor desempenho ao pior.

A empresa se interessou bastante pelo trabalho e pretende substituir o método de avaliação de desempenho nos próximos meses.

Pontos fortes: Ferramenta de gestão de simples manuseio, o resultado sai imediatamente, a classificação está coerente com o esperado.

Pontos fracos: Foi necessário ajustar os indicadores para aumentar a dispersão pois os analistas estavam muito parecidos. É importante que haja um controle sobre os resultados para verificar se o cálculo sobre os indicadores inseridos como inputs e outputs precisam ser modificados.

Aplicabilidade: Além de avaliação de funcionário o método pode ser utilizado em qualquer comparação em que temos informações sobre recursos e produtos, como uma análise de concorrência comparando empresas do mesmo ramo, etc.

REFERÊNCIAS

- **PROGRAMAÇÃO LINEAR**

- <http://www.iepg.unifei.edu.br/edson/download/Engecon2/CAP5E/E2PLapost.pdf>

- Introduction to Linear Optimization, by Dimitris Bertsimas and John - N. Tsitsiklis, 1997.

- **ANÁLISE EVOLUTÓRIA DE DADOS (DEA)**

- XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional – 27 a 30/09/05, Gramado, RS - CURSO DE ANÁLISE DE ENVOLUÇÃO DE DADOS, por:

João Carlos Correia Baptista Soares de Mello

Dep. de Engenharia de Produção – Universidade Federal Fluminense

Lidia Angulo Meza

Dep. de Ciência dos Materiais – Universidade Federal Fluminense

Eliane Gonçalves Gomes

Embrapa Sede – SGE

Luiz Biondi Neto

Dep. de Engenharia Elétrica e Telecomunicações – Universidade do Estado do Rio de Janeiro