



UNIVERSIDADE
FEDERAL
DE PERNAMBUCO

Utilização de Ferramenta DEA para Medição de Eficiência de Empresas

Pesquisa Operacional.

Josenildo Ferreira

Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Acadêmico do Agreste
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - PPGEPP

7 de março de 2024

Empresa Pônei Watch

Uma empresa de médio porte do setor de produção de relógios, localizada em uma determinada região, está buscando formas de tornar as unidades de negócio mais eficientes.

Atualmente, a empresa possui oito unidades de negócio distribuídas em todo o estado. Cada empresa possui uma receita própria, a qual é obtida a partir de do trabalho de funcionários, e de investimentos em marketing e mercadorias.

Empresa Pônei Watch

O proprietário da empresa busca identificar as unidades de negócio com melhor desempenho, a fim de extrair as melhores práticas e aplicá-las em toda a organização, visando aumentar sua eficiência. Para isso, recorreremos à Data Envelopment Analysis (DEA), uma ferramenta poderosa para avaliar a eficiência relativa de cada Decision Making Unit (DMU). A partir da adoção das melhores práticas nas DMUs, é possível tornar as organizações mais eficientes a partir das seguintes linhas de ação:

- Reduzir os investimentos e realizar demissões de funcionários; ou
- Manter o mesmo capital investido, mas aumentando o faturamento da empresa.

Para avaliar as consequências da empresa ao se ajustar sob ambas as perspectivas, utilizaremos um modelo DEA orientado a inputs e outputs.

Dados utilizados

Um total de 8 DMUs (Decision Making Units), foram utilizadas para avaliar a eficiência relativa dessas unidades em relação a 3 Inputs e 1 Outputs:

- Investimento em Marketing (input);
- Quantidade de Funcionários (input);
- Investimento em Mercadorias (input);
- Receita de Vendas (output).

A Tabela 1 detalha os dados de cada DMU.

Dado que as alterações nos recursos utilizados pelas DMUs não afetam necessariamente a Receita de Vendas de forma proporcional, optaremos por utilizar o modelo DEA BCC.

Dados utilizados

Tabela: Inputs e Outputs de DMUs

DMU	Marketing	Funcionários	Mercadorias	Receita
1	R\$ 9.472,42	7	R\$ 42.110,25	R\$ 148.789,54
2	R\$ 8.689,48	11	R\$ 42.885,76	R\$ 142.692,70
3	R\$ 11.649,16	11	R\$ 58.307,41	R\$ 126.391,95
4	R\$ 9.859,45	10	R\$ 49.350,65	R\$ 146.059,32
5	R\$ 9.372,35	5	R\$ 47.646,94	R\$ 131.354,28
6	R\$ 11.086,66	6	R\$ 48.093,24	R\$ 158.343,23
7	R\$ 9.580,31	9	R\$ 49.641,18	R\$ 147.637,38
8	R\$ 11.099,48	9	R\$ 55.186,19	R\$ 130.560,63

Modelo Utilizado

Orientado a Inputs:

$$\min \theta_o$$

S.t :

$$\sum_{j \in J} x_{ij} \lambda_j \leq \theta_o x_{io} \quad \forall i \in I$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{rj} \quad \forall j \in J$$

$$\sum_{j \in J} \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \forall j \in J$$

Orientado a Outputs:

$$\max \theta_o$$

S.t :

$$\sum_{j \in J} x_{ij} \lambda_j \leq x_{io} \quad \forall i \in I$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq \theta_o y_{rj} \quad \forall j \in J$$

$$\sum_{j \in J} \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \forall j \in J$$

Modelo DEA

O modelo BCC de DEA foi implementado em Python, conforme solicitado para a disciplina, com o uso do solver CPLEX e do pacote Pyomo para Modelagem Matemática.

O modelo foi executado para os dados da Tabela 1, gerando resultados tanto a partir de uma análise voltada tanto ao Input, com dados ilustrados na Tabela 2, quanto ao Output, na Tabela 3.

Implementação disponível em:

<https://github.com/Josa9321/DataEnvelopmentAnalysis>

Resultados

Tabela: Relatório do modelo orientado a inputs

DMU	Eficiência	Marketing	Funcionários	Mercadorias
1	100%	R\$ -	0,00	R\$ -
2	100%	R\$ -	0,00	R\$ -
3	77%	R\$ 2.672,47	2,52	R\$ 13.376,49
4	93%	R\$ 737,64	0,75	R\$ 3.692,18
5	100%	R\$ -	0,00	R\$ -
6	100%	R\$ -	0,00	R\$ -
7	97%	R\$ 255,85	0,24	R\$ 1.325,69
8	82%	R\$ 1.971,04	1,60	R\$ 9.799,95

Tabela: Relatório do modelo orientado a Outputs

DMU	Eficiência	Receita
1	100%	R\$ -
2	100%	R\$ -
3	125%	R\$ 31.951,28
4	103%	R\$ 5.020,81
5	100%	R\$ -
6	100%	R\$ -
7	101%	R\$ 1.790,69
8	121%	R\$ 27.782,60

Resultados

A partir da análise realizada, é possível verificar que as DMUs 1, 2, 5 e 6 possuem o melhor desempenho relativo. Já as DMUs 3, 4, 7 e 8 precisam ser reajustadas para se tornarem eficientes.

A tabela 2 ilustra a quantidade de recursos que deve ser reduzida para que a empresa atinja a eficiência. Caso a adoção de melhores práticas possibilite cada DMU se tornar eficiente, a empresa poderia manter seu faturamento atual, reduzindo seus custos com marketing e mercadorias em cerca de R\$ 33.831,31, além de reduzir os funcionários em 5.

Resultados

Se a empresa optar por manter seu quadro de funcionários e seu investimento, espera-se que, com a adoção das melhores práticas, a receita total aumente em R\$ 66.545,38, com base nas informações disponíveis.

Desse modo, espera-se que a empresa possua informação suficiente para a tomada de decisão.