

Como Determinar os Direcionadores de Custos: Uma Abordagem Matricial

Antônio Fernando de Oliveira de Andrade Pereira
Gutemberg Leal de Mesquita

Resumo:

O presente artigo propõe desenvolver uma metodologia que utiliza o modelo matricial na identificação dos direcionadores de custos para empresas de múltiplas atividades e múltiplos produtos em ambiente robotizados, bem como em modelos celulares de produção. O modelo matricial parte do princípio do método dos mínimos quadrados ordinários considerando várias variáveis que influenciam o comportamento dos custos indiretos de fabricação em empresas de classe mundial. Tradicionalmente o método de regressão linear simples apresentado nos manuais de custos e controladoria não é capaz de identificar os verdadeiros direcionadores de custos para empresas de múltiplas atividades e produtos, assim como para grande número de observações, pois, esses profissionais utilizam calculadoras convencionais do tipo HP 12-C, SHARP EL 533, HP 19 BII etc. O modelo matricial proposto, objetiva generalizar a identificação e estimativa dos principais direcionadores de custos utilizando-se de softwares avançados do tipo SPSS, SAS e PCGIVE em microcomputadores com processadores de capacidade superior ao 486 DX, o que pode ser constatado através da aplicação de um exercício simulado desenvolvido no presente trabalho, para uma planta robotizada.

Palavras-chave:

Área temática: MENSURAÇÃO E GESTÃO DE CUSTOS NA INDÚSTRIA

**COMO DETERMINAR OS DIRECIONADORES DE CUSTOS: UMA
ABORDAGEM MATRICIAL**

Antônio Fernando de Oliveira de Andrade Pereira – Mestre e Doutorando em Finanças
Gutemberg Leal de Mesquita – Mestre em Finanças
Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Ciências Sociais Aplicadas – Av. dos Economistas, S/N
Cidade Universitária – Recife – PE
Fones: (81) 2718369 e 2718376
e-mail: afoap@bol.com.br

Professores Assistentes do quadro de professores permanentes do Departamento de
Ciências Contábeis da Universidade Federal de Pernambuco

Área temática (8): MENSURAÇÃO E GESTÃO DE CUSTOS NA INDÚSTRIA

COMO DETERMINAR OS DIRECIONADORES DE CUSTOS: UMA ABORDAGEM MATRICIAL

Área temática (8): MENSURAÇÃO E GESTÃO DE CUSTOS NA INDÚSTRIA

RESUMO:

O presente artigo propõe desenvolver uma metodologia que utiliza o modelo matricial na identificação dos direcionadores de custos para empresas de múltiplas atividades e múltiplos produtos em ambiente robotizados, bem como em modelos celulares de produção.

O modelo matricial parte do princípio do método dos mínimos quadrados ordinários considerando várias variáveis que influenciam o comportamento dos custos indiretos de fabricação em empresas de classe mundial.

Tradicionalmente o método de regressão linear simples apresentado nos manuais de custos e controladoria não é capaz de identificar os verdadeiros direcionadores de custos para empresas de múltiplas atividades e produtos, assim como para grande número de observações, pois, esses profissionais utilizam calculadoras convencionais do tipo HP 12-C, SHARP EL 533, HP 19 BII etc.

O modelo matricial proposto, objetiva generalizar a identificação e estimativa dos principais direcionadores de custos utilizando-se de softwares avançados do tipo SPSS, SAS e PCGIVE em microcomputadores com processadores de capacidade superior ao 486 DX, o que pode ser constatado através da aplicação de um exercício simulado desenvolvido no presente trabalho, para uma planta robotizada.

COMO DETERMINAR OS DIRECIONADORES DE CUSTOS: UMA ABORDAGEM MATRICIAL

Área temática: Mensuração e Gestão de Custos na Indústria

RESUMO

O presente artigo propõe desenvolver uma metodologia que utiliza o modelo matricial na identificação dos direcionadores de custos para empresas de múltiplas atividades e múltiplos produtos em ambiente robotizados, bem como em modelos celulares de produção.

O modelo matricial parte do princípio do método dos mínimos quadrados ordinários considerando várias variáveis que influenciam o comportamento dos custos indiretos de fabricação em empresas de classe mundial.

Tradicionalmente o método de regressão linear simples apresentado nos manuais de custos e controladoria não é capaz de identificar os verdadeiros direcionadores de custos para empresas de múltiplas atividades e produtos, assim como para grande número de observações, pois, esses profissionais utilizam calculadoras convencionais do tipo HP 12-C, SHARP EL 533, HP 19 BII etc.

O modelo matricial proposto, objetiva generalizar a identificação e estimativa dos principais direcionadores de custos utilizando-se de softwares avançados do tipo SPSS, SAS e PCGIVE em microcomputadores com processadores de capacidade superior ao 486 DX, o que pode ser constatado através da aplicação de um exercício simulado desenvolvido no presente trabalho, para uma planta robotizada.

INTRODUÇÃO

Com a globalização de mercado, a indústria brasileira tem procurado intensamente melhorar a sua competitividade. O elevado grau de competição em nível global, tem obrigado a indústria a ter vantagem competitiva localmente, para se posicionar como empresa de classe mundial.

Esse grau de competição tem induzido às empresas brasileiras ao utilizar tecnologia de ponta, através de um sistema integrado manufaturado de fabricação, em tempo real, que exige uma multiplicidade de funções e atividades dentro da fábrica.

Ainda, com o advento da robótica, as plantas das fábricas se tornaram intensivas em capital, reduzindo os ciclos dos produtos (cada vez mais curto), atuando, portanto, em diversas atividades e produtos.

Essa inovação tecnológica, exige dos contadores, administradores, economistas e engenheiros de produção, pensarem em novos paradigmas com relação a determinação de custos dos produtos.

Como afirmam Shank e Govindarajam: “qual a variável que melhor explica as mudanças no custo por unidades?. Para as pessoas bem-treinadas em análise financeira convencional, a resposta é fácil – volume de produção” (1995:191). Os mais conhecidos e aplicados que dominaram o pensamento sobre a matéria por décadas: custo fixo menos custo variável, análise do ponto de equilíbrio, custo marginal, orçamento flexível, análise custo-volume-lucro (melhor seria custo-volume-resultado) e assim por diante.

A inovação tecnológica que atravessa os países atualmente, demanda das empresas a excelência em desempenho, que pode ser com enfoque na redução permanente de custos dos seus produtos. É necessário considerar todos os custos como variáveis mutáveis continuamente no sentido estratégico. É preciso pensar estrategicamente ao determinar os novos direcionadores de custos e não somente o volume de produção.

Esse artigo objetiva dar uma nova abordagem ao determinar os direcionadores dos custos através de um modelo matricial, que utilizando o método dos mínimos quadrados ordinários que através da regressão linear múltipla se possa definir os verdadeiros direcionadores de custos, contribuindo, portanto para a contabilometria¹.

METODOLOGIA PARA DIRECIONADORES DE CUSTOS

A seleção dos direcionadores de custos pode ser realizada pela análise de julgamento ao hierarquizar as categorias das atividades numa matriz que indique cada atividade, onde alguma medida de custos mais freqüente pode ser determinada como direcionador.

Uma outra solução é se utilizar de dados que expressem todos os direcionadores de custos para diversos níveis de atividades. Assim, se constroem uma matriz de correlação dos direcionadores de custos para diferentes níveis de atividades. A covariância dos direcionadores de custos pode ser mensurada e que aqueles altamente correlacionados reduzem a um menor número de direcionadores que melhor expliquem o comportamento dos custos, conforme recomenda Chalos (1992:73).

Cooper e Kaplan (1991:384) afirmam: “Assim a correlação é importante na seleção de direcionadores de custos para atividades que baseiam no volume, bem como, para atividades não relacionadas com o volume. É preciso conhecer e analisar especificidades de cada direcionadores de custos.

Para se concluir, a seleção de direcionadores de custos perfeitamente não correlacionados, pode aumentar o número de direcionadores de custos exigido para obter o nível desejado de acuidade”.

Adiciona-se assim, que o direcionador de custos induz a sua utilização mesmo quando se torna dispendioso, sendo necessário a análise de benefício-custo de sua determinação, indicando a sua predominância nas atividades.

Segundo Chalos (1992:73) a solução em obter os dados de todos os direcionadores de custos sob os diferentes níveis de produção de uma atividade, ou ainda, enfatizando o julgamento pela análise da performance das atividades, especificadas em uma matriz relativa aos direcionadores de custos ou aos direcionadores que geram cada atividade, induz a identificação dos direcionadores de custos mais apropriados.

Por outro lado, Cooper e Kaplan (1991:383), explicam quantos direcionadores de custos deveriam ser incluídos e que tipo de direcionadores de custos devem ser utilizados. Direcionadores de custos do tipo, *setups* de linha de montagem e manuseio de matéria-prima, podem ser utilizados, principalmente para atividades muito complexas. Assim, um menor número de atividades induz a menor número de direcionadores.

No mundo da aritmética do custo estratégico é necessário primeiro presumir que o custo é uma função de algum conjunto de direcionadores de custos que interage de uma forma multiplicativa, Shank e Govindarajam (1995:202).

1. Método da Análise de Regressão

O método da análise de regressão se utiliza de dados disponíveis para se estimar a função de custos, Pereira (1991:29), partiu da suposição da linearidade dos custos no curto prazo, ao adotar a existência da paridade técnica entre produzir açúcar e ou álcool em destilaria anexas, elegendo a produtividade (litros de álcool/por tonelada de cana) e o volume como os principais direcionadores de custos de produção (Pereira 1991:36)

Como afirma Horngren (1997:345), o método de análise de regressão é um método estatístico que mede a mudança média da variável dependente que é associada a uma ou mais variáveis independentes. Na regressão simples, estima-se a relação entre a variável dependente em relação a uma variável independente.

No entanto, na análise de regressão múltipla, a variável dependente se associa com mais de uma variável independente, metodologia ora em discussão, aplicada na determinação dos direcionadores de custos no presente trabalho.

2. Determinação do modelo – uma abordagem matricial

É de suma importância apresentar um modelo matricial, onde os livros convencionais de análise de custos nacionais descrevem um modelo de regressão linear simples, portanto, com o advento do *software* do tipo SPSS, SAS e PCGIVE, podem-se resolver e estimar custos de uma forma mais abrangente, utilizando-se de regressão linear múltipla ou modelo matricial.

A grande vantagem da álgebra matricial é proporcionar um método compacto do modelo de regressão que envolve qualquer número de variáveis. Assim o modelo de k variáveis é formulado em notação matricial, resolvendo simultaneamente ao se aplicar a uma, duas, três, quatro, ou qualquer número de variáveis.

Ao generalizar o modelo de regressão para uma, duas ou três variáveis, que envolva Y como a variável dependente e k-1 variáveis explicativas (independente) $X_2, X_3, \dots, X_k$ pode ser assim descrita:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{i2} + \beta_3 X_{i3} + \beta_4 X_{i4} + \dots + \beta_k X_{ik} + e_i$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, n$$

onde β_1 é o intercepto, β_2 a β_k os coeficientes de atividades parciais, “ e_i ” é igual ao termo estocástico, sendo “i” o número de observações para um tamanho de amostra igual a “n”.

Assim, a regressão pode ser apresentada no conjunto de “n” equações simultâneas.

$$Y_1 = \beta_1 + \beta_2 X_{12} + \beta_3 X_{13} + \beta_4 X_{14} + \dots + \beta_k X_{1k} + e_1$$

$$Y_2 = \beta_1 + \beta_2 X_{22} + \beta_3 X_{23} + \beta_4 X_{24} + \dots + \beta_k X_{2k} + e_2$$

:

:

:

$$Y_n = \beta_1 + \beta_2 X_{n2} + \beta_3 X_{n3} + \beta_4 X_{n4} + \dots + \beta_k X_{nk} + e_n$$

O sistema de equações pode ser, assim apresentado:

$$\begin{matrix} e_1 \\ Y \\ e_2 \\ \vdots \\ Y_n \\ e_n \end{matrix} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ e_2 \\ \vdots \\ Y_n \\ e_n \end{bmatrix}, \quad \begin{matrix} X \\ X_{21} \\ \vdots \\ X_{n1} \end{matrix} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1k} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1} & X_{n2} & \dots & X_{nk} \end{bmatrix}, \quad \begin{matrix} \beta \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_k \end{matrix} = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix},$$

Isto quer dizer que as dimensões das matrizes e dos vetores envolvidos são as seguintes:

- $Y \longrightarrow (n \times 1)$, vetor coluna da observação da variável dependente;
- $X \longrightarrow (n \times k)$, matriz das observações dadas “n” e de “k-1” variáveis X_2 até X_k , também conhecida como matriz dos dados;
- $\beta \longrightarrow (k \times 1)$, vetor coluna dos parâmetros desconhecidos $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_k$
- $e \longrightarrow (n \times 1)$, vetor coluna de n observações.

De maneira que a representação matricial geral de k variável é dada

$$Y = X\beta + e_i$$

A matriz X e vetores Y , β e “ e_i ” da equação podem ser assim escrito: $Y = X\beta + e_i$

A ilustração matricialmente representada, considerando duas variáveis no modelo, Y custo indireto de fabricação e X setup da linha de produção, usando os dados da tabela 1, extraído de Kaplan (1982:163), pode ser assim apresentada:

$$\begin{bmatrix} 137.896 \\ 174.342 \\ \cdot \\ \cdot \\ 157.146 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 67 \\ \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \\ 1 & 57 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ e_n \end{bmatrix}$$

$$\begin{array}{ccccc} Y & = & X & \beta & + & e_i \\ (30 \times 1) & & (30 \times 2) & (2 \times 1) & & (30 \times 1) \end{array}$$

As equações normais de mínimos quadrados podem ser apresentadas em notação matricial como

$$(X'Y) = (X'X) \beta^*$$

$$\beta^* = (X'X)^{-1} (X'Y), \text{ onde}$$

$$\beta^* = \begin{bmatrix} \beta_1^* \\ \beta_2^* \end{bmatrix}$$

$$(X'X)^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & \dots & n \\ X_1 & X_2 & X_3 & X_4 & \dots & X_n \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & X_1 \\ 1 & X_2 \\ 1 & X_3 \\ 1 & X_4 \\ \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \\ n & X_n \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} n & \Sigma X_{i2} \\ \Sigma X_{i2} & \Sigma X_{i2}^2 \end{bmatrix}$$

$$(X'Y) = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & \dots & n \\ X_1 & X_2 & X_3 & X_4 & \dots & X_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ Y_4 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum Y_i \\ \sum X_i Y_i \end{bmatrix}$$

O modelo de regressão de k-variável nas unidades de origem pode ser resumido Gujarati (1995:303) na origem dos dados:

EQUAÇÕES / FÓRMULAS	SIGNIFICADO
$Y = X\beta^* + e$	Apresentação da forma matricial da regressão geral
$\beta^* = (X'X)^{-1} (X'Y)$	Estimativa dos parâmetros sob a forma matricial
$\text{Var-Cov } (\beta^*) = s^2 (X'X)^{-1}$	Matriz de variâncias e covariâncias
$e'e = (Y'Y) - \beta^*(X'Y)$	Erro da regressão
$R^2 = \frac{\beta^*(X'Y) - NY^2}{Y'Y - NY^2}$	Coefficiente de determinação múltipla sob a forma matricial
$F = \frac{(\beta^*(X'Y) - NY^2) / (k - 1)}{(Y'Y - \beta^*(X'Y)) / (N - k)}$	Forma matricial de teste da existência da regressão linear geral, F com k-1 e N-k graus de liberdade na hipótese de $(\beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \dots = \beta_k = 0)$

3. Como definir os direcionadores de custos

Os direcionadores de custos são determinados levando em consideração o modelo mais parcimonioso, melhor plausibilidade, melhor grau de explicação do modelo e especificação das variáveis independentes.

Quanto a plausibilidade econômica é definido pelas variáveis que influenciam os custos relevantes da firma. É preciso entender o processo produtivo.

Na especificação das variáveis independentes, os direcionadores de custos devem ser contemplados em função da análise dos custos, ou seja, mão-de-obra direta, horas-máquinas, matéria-prima movimentada, *setup* da linha de produção, *setup* da linha de montagem etc.

No grau de explicação do modelo as variáveis que melhor influenciam os direcionadores de custos que estão embutidos no processo produtivo.

Em linguagem estatística o coeficiente de determinação “ R^2 ” e o coeficiente de correlação “ r ” com o teste F para testar a nulidade da regressão são os recomendáveis para a escolha dos direcionadores de custos.

4. Representação dos resultados estatísticos para definir os melhores direcionadores de custos.

Para melhor selecionar os direcionadores de custos, é preciso saber ler os resultados das funções de custos fornecidas pelos *softwares* (SPSS, SAS, MINITAB etc). Os termos s , t , F , e R^2 representam os desvios-padrões dos parâmetros (s_{β_k}), e t -Student, os testes dos parâmetros, e F de Snedecor, e R^2 o teste da regressão e o seu modelo de determinação, respectivamente. (Pereira 1991:97)

Os termos definidos com s , representam, respectivamente, os desvios - padrões dos parâmetros, t e F os testes dos parâmetros e da regressão e “ s^2 ” a da variância e o R^2 coeficiente de determinação do modelo (Pereira 1983:97)

Os erros padrões dos coeficientes de regressão s_{β_k} indicam como valor estimado do β_k podem ser afetados por fatores aleatórios.

O valor da estatística t quantifica o quanto pode variar os coeficientes estimados no que se refere ao erro-padrão (ou desvio-padrão). Quando o valor de t for maior que 2 sugere-se que o coeficiente individualmente é significativamente diferente de zero. Como regra de bolso, o coeficiente t deve ser aproximadamente maior ou igual a 2, indicando que o parâmetro estimado representa aproximadamente 95% do grau de confiabilidade, conforme Iudicibus (1989:27), Horngren (1997:360) e Kaplan (1989:107).

O teste F aceita ou rejeita a hipótese conjunta de $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \dots = \beta_k = 0$, seguindo a distribuição F ($k-1$, $n-k$) graus de liberdade, ou seja, se existe ou não regressão. (Pereira 1983:94)

O coeficiente de determinação R^2 demonstra o grau de explicação do modelo, variando de maior que zero e menor ou igual a 1. Se os direcionadores de custos selecionados explicassem adequadamente a especificação do modelo, o coeficiente de correlação auxiliaria no grau de correlação das variáveis tomadas duas a duas, podendo variar no intervalo de -1 a $+1$.

5. Aplicação dos direcionadores de custos pelo método dos mínimos quadrados – forma matricial

A escolha dos direcionadores de custos foi definida pelo modelo de regressão linear simples e pelo modelo de regressão múltipla, aplicando-se a metodologia “step by step” (passo a passo) e pela abordagem matricial, a saber:

$$Y = f(X_4)$$

Y = custo indireto de fabricação

X_4 = *setup* da linha de montagem

$$Y_i = \beta_1 + \beta_4 X_{i4} + e_i$$

Em função dos dados da tabela 1, foram identificados os direcionadores de custos:

5.1 – Regressão linear simples – modelo matricial

- 5.1.1 – Y = custo indireto de fabricação em função da mão de obra direta (X_1);
 5.1.2 – Y = custo indireto de fabricação em função das horas-máquinas (X_2)
 5.1.3 – Y = custo indireto de fabricação em função da matéria-prima manuseada (X_3);
 5.1.4 – Y = custo indireto de fabricação em função do *setup* da linha de montagem (X_4);
 5.2 – Regressão linear múltipla – modelo matricial
 5.2.1 – custo indireto de fabricação em função da mão-de-obra direta (X_1), horas-máquina (X_2)
 5.2.2 – custo indireto de fabricação em função da mão-de-obra direta (X_1), manuseio de matéria-prima (X_3)
 5.2.3 – custo indireto de fabricação (Y) em função da mão-de-obra direta (X_1) e *setup* da linha de montagem (X_4)
 5.2.4 – custo indireto de fabricação (Y) em função das horas-máquinas (X_2) e manuseio de matéria-prima (X_3)
 5.2.5 – custo indireto de fabricação (Y) em função das horas-máquinas (X_2) e *setup* da linha de montagem (X_4)
 5.2.6 – custo indireto de fabricação (Y) em função do manuseio da matéria-prima (X_3) e *setup* da linha de montagem (X_4)
 5.3 – Direcionadores de custos – regressão múltipla pela abordagem matricial considerando todas as variáveis, simultaneamente:
 5.3.1 – custo indireto de fabricação (Y) em função das horas de mão-de-obra direta (X_1), horas-máquinas (X_2), manuseio de matéria-prima (X_3) e *setup* de linha de montagem (X_4).

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{i2} + \beta_3 X_{i3} + \beta_4 X_{i4} + \dots + \beta_k X_{ik} + e_i$$

6. Análise dos resultados obtidos para determinar os direcionadores de custos

A partir da tabela 1 e do *software* “SPSS for Windows” foram encontrados;

6.1 – Determinação dos direcionadores de custos – estimativa da função de custo indireto de fabricação Y e mão-de-obra direta X_1

Y	=	150.409,99	+	4,57 X_1
s_α		(14.812,49)		($s_\beta = 7,60$)
t		10,15		0,60

$$F_{\text{calc}} = 0,36091$$

$$R^2 = 0,0127$$

$$r = 0,1128$$

A análise dos resultados obtidos nos leva a rejeitar a variável horas de mão-de-obra como direcionador do CIF.

Os testes t e F não foram significativos, o que nos levou a rejeição do parâmetro estimado.

6.2 – Determinação dos direcionadores de custos – estimativa da função de custo indireto de fabricação Y e horas-máquinas X_2

Y	=	120.228,53	+	35,91 X_2
s_α		(10.300,15)		s_β (9,36)

t 11,67 3,83

$$F_{\text{calc}} = 14,71$$

$$R^2 = 0,5869$$

$$r = 0,3445$$

O resultado obtido nos leva a concluir que horas-máquinas como direcionador de custo indireto de fabricação é melhor do que o modelo anterior. Porém ainda não é robusto em virtude do baixo coeficiente de determinação (R^2), embora tendo os testes t e F sido aceitos para os parâmetros e a regressão como um todo.

6.3 – Determinação dos direcionadores de custos – estimativa da função de custo indireto de fabricação Y e manuseio de matéria-prima X_3

$$Y = 126.216,24 + 60,26 X_3$$

$$s_{\alpha} (10.853,50) \quad s_{\beta} (19,54)$$

$$t \quad 11,629 \quad 3,08$$

$$F_{\text{calc}} = 9,50$$

$$R^2 = 0,5033$$

$$r = 0,2533$$

A análise que podemos fazer é dizer que o modelo atende aos testes t e F, porém não atende a coeficiente de correlação.

6.4 – Determinação dos direcionadores de custos – estimativa da função de custo indireto de fabricação Y e *setup* X_4

$$Y = 149.592,45 + 132,43 X_4$$

$$s_{\alpha} (8.917,75) \quad s_{\beta} (120,19)$$

$$t \quad 16,68 \quad 1,10$$

$$F_{\text{calc}} = 1,21$$

$$R^2 = 0,2038$$

$$r = 0,0416$$

Rejeita-se o modelo, pois não passa em nenhum dos testes t, F e R^2 .

6.5 – Determinação dos direcionadores de custos – estimativa do custo indireto de fabricação Y em função horas de mão-de-obra direta X_1 e horas-máquinas X_2

$$Y = 116.168,91 + 2,2913 X_1 + 35,5777 X_2$$

$$s_{\alpha} (15.237,60) \quad (6,3216) \quad (9,56)$$

$$t \quad 7,579 \quad 0,362 \quad 3,723$$

$$F_{\text{calc}} = 7,19$$

$$R^2 = 0,3476$$

$$r = 0,5896$$

A análise dos resultados indica que a variável horas-máquinas não atende a regressão múltipla dos direcionadores de custos, porque não passa no teste t.

6.6 – Determinação dos direcionadores de custos – estimativa do custo indireto de fabricação Y em função horas de mão-de-obra direta X_1 e manuseio da matéria-prima X_3

$$Y = 120.002,84 + 3,3850 X_1 + 59,6305 X_3$$

s_{α}	(16.516,12)	(6,7114)	(19,8356)
t	7,266	0,504	3,006

$$F_{\text{calc}} = 4,7509$$

$$R^2 = 0,2603$$

$$r = 0,5102$$

A análise nos diz que o modelo não passa no teste t para a variável horas de mão-de-obra direta.

6.7 – Determinação dos direcionadores de custos – estimativa do custo indireto de fabricação Y em função horas de mão-de-obra direta X_1 e *setup* X_4 na linha de montagem

$$Y = 140.317,29 + 4,7438 X_1 + 134,0514 X_4$$

s_B	(17.362,94)	(7,5734)	(121,546)
t	8,081	0,626	1,103

$$F_{\text{calc}} = 0,7903$$

$$R^2 = 0,05$$

$$r = 0,2351$$

A análise no diz que o modelo não passa nos testes t, F e R^2 , pois tanto a hora de mão-de-obra direta como o *setup* na linha de montagem não servem como direcionadores de custos.

6.8 – Determinação dos direcionadores de custos – estimativa do custo indireto de fabricação Y em função horas-máquinas X_2 , manuseio de matéria-prima X_4 .

$$Y = 61.221,36 + 47,43 X_2 + 84,83 X_4$$

s_{α}	(9.137,93)	(5,2983)	(10,36)
t	6,70	8,952	8,189

$$F_{\text{calc}} = 58,24$$

$$R^2 = 0,8118$$

$$r = 0,9010$$

A análise nos diz que o modelo é aprovado em todos os testes.

7. Análise dos resultados obtidos para determinar os direcionadores de custos através da equação múltipla considerando todas as variáveis envolvidas na análise simultaneamente.

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, X_4)$$

X_1 = horas de mão-de-obra direta

X_2 = horas máquina

X_3 = manuseio de matéria-prima

X_4 = *setup* de linha de montagem

$$Y = 63.164,04 - 0,4242 X_1 + 49,64 X_2 + 87,24 X_3 - 66,60 X_4$$

s_{α}	(10.862,29)	(3,4623)	(5,7370)	(10,74)	(58,62)
t	5,815	-0,123	8,652	8,121	-1,136

$$F_{\text{calc}} = 28,68$$

$$R^2 = 0,8210$$

$$r = 0,9061$$

Como modelo de regressão, não satisfaz, pois temos duas variáveis que não são explicativas (X_2 e X_5), comprovada pelo teste t.

CONCLUSÃO

Com o advento da globalização dos mercados, que registram plantas modernas robotizadas e modelos celulares de produção, objetivando, permanentemente, por parte dos gestores redução dos custos dos seus produtos que são efetivados com um sistema de informação, em tempo real, os *controllers* e especialistas de custos procuram compreender o comportamento dos custos com o objetivo de planejamento e controle das atividades.

Essa competência profissional em prevê os custos diretos e indiretos em diferentes tipos de atividades e volumes de produção em empreendimentos industriais no ambiente extremamente competitivo, demandam conhecimentos de contabilometria e de *softwares* de maior capacidade para resolução através de modelos matriciais.

Tais ambientes exigem desses profissionais respostas rápidas que podem ser fornecidas através de aplicação de *softwares* que delineiam, os comportamentos, e identificação dos melhores direcionadores de custos.

O presente artigo, utiliza uma metodologia que fornece a melhor combinação linear de direcionadores de custos que atendam a uma gama de atividades ou famílias de produtos que são caracterizadas em empresas de classe multi-produtos e de ambiente robotizado.

Ao desenvolver o modelo matricial, ao contrário do método de regressão linear simples que suporta duas variáveis (uma dependente e outra independente) a metodologia proposta pode ser aplicada para atender a processos produtivos que apresentem mais de uma variável explicativa dos custos indiretos de fabricação como direcionadores de custos, contribuindo portanto para a formação na área de contabilometria.

BIBLIOGRAFIA

- A . LOPES DE SÁ. Dicionário de Contabilidade. São Paulo. Atlas, 1990.
- CHALOS, Peter. Management Cost Today Manufacturing Enviroment. Prentice-Hall Engliwood Clif. New Jersey. 1992.
- COOPER, Robin; KAPLAN, Robert. The Disigner of Cost Management System. Prentice-Hall, 1991.
- GUJARATI, Damodar N. Basic Econometric. McGraw-Hill, 2sd Edition. 1988. International Edition.
- HORNGREN, FOSTER, DATAR. Cost Accounting. 9th Edition. Prentice-Hall International. 1997.
- IUDÍCIBUS, Sergio de. Análise de Custos. São Paulo. 2^a Edição. Atlas, 1989.
- KAPLAN, Robert. Advanced Management Accounting. Prentice-Hall International Inc. International Edition, USA. 1982 e 1985.
- MESQUITA, Gutemberg Leal. Utilizando Métodos Quantitativos para Identificar o Comportamento dos Custos de Produção dos Concorrentes : uma metodologia aplicada ao setor editorial-gráfico. III ENCONTRO NORDESTINO DE CONTABILIDADE, Aracaju, 1997.
- , Comportamento Dos Custos De Produção - uma abordagem quantitativa aplicada à contabilidade da Brasinox - Brasil Inoxidáveis S/A. III CONVENÇÃO PERNAMBUCANA DE CONTABILISTAS, 1996.
- , Métodos Quantitativos Aplicados à Contabilidade. Portfolio do Curso de Pós-graduação em Contabilidade e Controladoria da Universidade Federal de Pernambuco.
- PEREIRA ANDRADE, Antonio Fernando O.. Relação Custo – Volume – Lucro, Leverage Operacional e Rentabilidade Financeira na Agroindústria Açucareira – 15º EN ANPAD – Associação Nacional dos Programas de Pós – Graduação em Administração, Belo Horizonte – Minas Gerais, 1992.
- , Alguns aspectos relevantes no Rendimento na Redução dos Custos de Produção na Agroindústria Açucareira – Para obtenção do título de mestre em Administração - FEA-USP –1983.
- , Aplicação de Análise de Regressão no Estudo do Comportamento da Custo de Produção na Agroindústria Açucareira. – II Convenção dos Contabilistas de Pernambuco – Olinda, Set/1991.
- , Determinação do Preço Orientado pelo custo de Produção na Agroindústria Açucareira – 1º Encontro Nordesteino de Contabilidade – 1993 Olinda – PE.
- , Identificação dos Direcionadores de Custo: Um Exercício com Análise de Regressão – IV Congresso Internacional de Engenharia Industrial – Universidade Federal Fluminense – Nitéroi – RJ Setembro de 1998.
- , Metodologia de Pesquisa Aplicada ao à Controladoria. Portfolio do primeiro curso de pós-graduação em Contabilidade e Controladoria da UFPE – Recife 1995.
- SHANK, John K. Gestão Estratégica de Custos: a nova ferramenta para a vantagem competitiva. Rio de Janeiro. Campus, 1995.

NOTAS

¹ Termo usado pelo Professor Sérgio de Iudícibus, segundo o Dicionário de Contabilidade do Professor A. Lopes de Sá.

TABELAS

Tabela nº 1/1

OBS. Nº	CUSTOS INDIRETOS	MÃO-DE- OBRA DIRETA	HORAS- MÁQUINA	MATÉRIA- PRIMA MANUSEADA (t)	SETUPS
1	137.896	2.092	959	414	67
2	174.342	1.617	1.227	623	88
3	168.896	2.215	1.351	437	50
4	178.059	1.584	1.480	479	89
5	166.605	1.930	952	678	52
6	165.320	1.717	986	666	50
7	157.585	2.319	931	585	75
8	165.667	2.312	1.439	479	90
9	155.657	1.880	945	619	94
10	144.605	1.723	869	489	60
11	157.608	1.992	1.171	445	56
12	171.700	2.476	1.228	581	75
13	140.686	2.087	928	446	61
14	171.982	2.256	950	688	99
15	155.252	2.179	1.016	580	78
16	140.793	1.806	902	464	60
17	154.377	1.671	948	610	61
18	150.886	2.019	1.130	532	89
19	159.198	1.585	1.335	415	98
20	145.379	1.747	1.052	517	91
21	152.614	1.618	860	640	64
22	159.450	2.122	1.188	548	61
23	160.983	1.697	1.254	425	56
24	175.393	2.406	1.187	695	58
25	153.031	1.917	948	468	97
26	166.110	1.658	1.015	660	74
27	150.041	2.042	971	478	51
28	170.419	1.757	1.111	652	85
29	169.062	1.952	1.326	619	96
30	157.149	1.536	1.017	513	57

Fonte: Kaplan/Atkinson.