

Metodologia matricial no controle de custos: teoria e prática

O trabalho procura apresentar, de forma consolidada, a metodologia matricial no controle de custos, identificando seus pressupostos e sua estrutura, e apontando múltiplas utilizações gerenciais. O uso gerencial se deriva da rapidez com que custos desagregados de cada centro podem ser conhecidos e da simplicidade em rastrear os efeitos que custos, de determinado centro, exercem nos demais. Uma ilustração numérica é feita com os dados de custo da Empresa Brasileira de Telecomunicações S.A.

Nelio Domingues Pizzolato*

Departamento de
Engenharia Industrial
- PUC/RJ

Ricardo Mourão Villas-Boas

Empresa Brasileira
de Telecomunicações S.A.

*Este autor agradece o apoio recebido da Agência Financiadora de Projetos, FINEP.

INTRODUÇÃO

Diante do atual ambiente inflacionário, com custos dos insumos em permanente mutação, não só o conhecimento dos custos dos produtos e serviços, mas também o estabelecimento de referenciais para efeito de controle de desempenho, tornam-se particularmente difíceis, senão impossíveis. Por outro lado, toda empresa reconhece que, sobretudo pela volatilidade dos preços relativos, conhecer e controlar custos dos produtos e serviços é vital para alcançar um mínimo de eficiência gerencial, ou mesmo, para assegurar a própria sobrevivência.

O presente trabalho desenvolve uma estrutura matricial de controle de custos, que efetua o processo de transferência e alocação de custos, entre centros de custos que interagem entre si, dentro da organização. Como resultado, a empresa passa a conhecer com rapidez os custos realizados por cada um de seus setores e ratear os efeitos que custos, em determinado centro de custo, exercem nos demais centros.

Em contraposição aos textos disponíveis que, de forma fragmentária e orientada a casos particulares, examinam esse método de transferir custos, este trabalho pretende captar toda a essência da metodologia matricial, identificando suas bases e, ainda, apontar múltiplas utilizações gerenciais.

Marco inicial no desenvolvimento de metodologias matriciais é, certamente, o trabalho de Leontief, conhecido como matriz insumo-produto. Nesse trabalho, o sistema econômico nacional foi dividido num certo número de setores, interagindo entre si, e a matriz buscava descrever, para cada setor, as quantidades adquiridas dos outros setores estudados e o destino da sua produção, podendo ser consumo final ou bem intermediário, vendido a outros setores.

Um dos primeiros trabalhos que sugere a utilização da matriz insumo-produto em sistemas contábeis convencionais foi o de Matessich, cabendo a Richards divulgar uma das primeiras aplicações práticas.

O tratamento matricial para obtenção de custos departamentais foi proposto por Williams e Griffin, que viam a empresa constituída por departamentos de serviços que apoiavam departamentos de operação, com transferência dos custos correspondentes. Na mesma linha, o trabalho de Churchill define os custos totais de cada departamento e introduz de forma simplificada a consideração de estoques.

Livingstone ampliou o uso das metodologias matriciais para o planejamento e o processo decisório, e mostrou ser o sistema insumo-produto um processo mais geral, do qual o modelo matricial de rateio de custo é um caso particular.

Kliemann e Lezana vêem os modelos matriciais como uma maneira de tornar mais rápido e preciso o processo de transferência de custos, entre os departamentos de serviços e os de produção.

Cabe ainda notar que a utilização da metodologia matricial na Empresa Brasileira de Telecomunicações S.A., e descrita mais adiante, foi introduzida na empresa a partir do trabalho de Sampaio.

Para atingir os objetivos estabelecidos, a apre-

sentação deste trabalho está dividida em quatro partes. A segunda parte apresenta o modelo matricial, mostrando, também, o efeito da inclusão de estoques no modelo. A terceira parte descreve uma aplicação real, conforme uso rotineiro na Embratel, enquanto que a quarta, sintetiza diversas conclusões.

O MODELO MATRICIAL

As metodologias matriciais, introduzidas adiante, devem vir a ser implantadas sob a forma de procedimentos de rotina e, importante assinalar, não substituem nem duplicam os procedimentos usuais da contabilidade de custos. Em realidade, tais rotinas partem dos dados de custos contabilmente obtidos e, para efeitos gerenciais, praticam exercícios de transferências de custos distintos das práticas contábeis.

Quanto aos pressupostos em que se apoia a metodologia discutida neste estudo, só há, a rigor, um, cujo poder restritivo dependerá de cada empresa específica e, especialmente, da periodicidade, que denominar-se-á ciclo matricial, com que a metodologia é utilizada. Tal pressuposto pode ser enunciado da seguinte forma: "Os custos incorridos num centro de custo propagam-se integralmente, durante a duração do ciclo matricial, a todos os centros de custo aos quais o centro transfere seus custos".

A idéia intuitiva, para compreensão do pressuposto, é que variações do nível de custo em determinado centro fazem-se sentir rapidamente nos outros centros, não sendo necessário, entretanto, que esse intervalo de tempo seja instantâneo, bastando que ele seja inferior ao ciclo matricial, para o qual se sugere o espaço de um mês.

Para a introdução do sistema matricial, seja uma empresa dividida, para propósitos de controle, em N centros de custo. Como centro de custo entende-se uma divisão, um departamento ou área funcional da empresa, um grupo de máquinas e homens, uma única máquina e operadores, uma unidade de serviço ou apoio, uma conta ou um conjunto de contas ou, ainda, qualquer outra unidade organizacional de empresa.

Suponha que os custos incidentes em cada centro de custo i , $i = 1, 2, \dots, N$, possam ser categorizados em dois grupos, segundo sua origem:

- Custos próprios ou primários;
- Custos transferidos ou adquiridos.

A distinção entre as duas categorias acima depende da divisão adotada para os centros de custo. Em geral, os custos próprios, E_i , do centro de custo i , são constituídos pelos custos de todos os insumos que sejam primeiramente aplicados à função produtiva nesse centro de custo i . Exemplos característicos são as matérias-primas diretas, a mão-de-obra direta e, ainda, outros custos de natureza indireta, ocorridos no próprio centro de custo, como pode ser o caso, por exemplo, da depreciação, supervisão, matérias-primas indiretas etc, desde que exclusivos desse centro.

Já os custos ditos transferidos ao centro de custo i ou adquiridos pelo centro de custo i , e representados por m_i , são constituídos pelos custos dos produtos em processamento recebidos de outras unidades da empresa, por contas de despesa rateadas ao centro,

como pode ser o caso, por exemplo, da iluminação, energia, depreciação etc e, ainda, o custo rateado de serviços, como a manutenção, supervisão, administração etc.

Seja T_i o custo total incorrido pelo centro de custo i , ao longo do referido ciclo matricial, tem-se:

$$(1) T_i = E_i + M_i \quad i = 1, \dots, N$$

Seja u_i a produção total do centro de custo i , durante o ciclo matricial, produção essa a ser medida em alguma unidade representativa da função, do resultado ou do produto gerado pelo centro i durante o referido ciclo. Representando por $c_i = T_i / u_i$ o custo unitário da produção e definindo v_{ji} , $j = 1, 2, \dots, N$ e $i = 1, 2, \dots, N$, como sendo o número de unidades produzidas pelo centro de custo j e consumidas pelo centro de custo i , tem-se:

$$(2) c_i u_i = E_i + M_i \quad i = 1, \dots, N$$

$$(3) c_i u_i = E_i + \sum_{j=1}^n v_{ji} c_j \quad i = 1, \dots, N$$

$$(4) c_i u_i - \sum_{j=1}^N v_{ji} c_j = E_i \quad i = 1, \dots, N$$

Para facilitar a visualização da expressão (4) ao leitor menos matemático, seu desmembramento e ordenamento nas variáveis c_i , custo unitário do centro i , daria:

$$\begin{aligned} (u_1 - v_{11}) c_1 - v_{21} c_2 - v_{31} c_3 - \dots - v_{n1} c_n &= E_1 \\ -v_{12} c_1 + (u_2 - v_{22}) c_2 - v_{32} c_3 - \dots - v_{n2} c_n &= E_2 \\ -v_{13} c_1 - v_{23} c_2 + (u_3 - v_{33}) c_3 - \dots - v_{n3} c_n &= E_3 \\ \vdots & \\ -v_{1N} c_1 - v_{2N} c_2 - v_{3N} c_3 - \dots + (u_N - v_{NN}) c_N &= E_N \end{aligned}$$

Para aplicar a linguagem matricial ao sistema de N equações lineares acima, há que definir os vetores e matrizes abaixo, onde o expoente t representa o vetor transposto:

$C = (c_1, c_2, \dots, c_N)^t$, vetor coluna de custos unitários

$E = (E_1, E_2, \dots, E_N)^t$, vetor coluna de custos próprios

$V = [v_{ij}]$, matriz quadrada de N dimensões, cujo elemento v_{ij} é o número de unidades produzidas no centro de custo i e consumidas no centro j

$U = \text{Diagonal } [u_1, u_2, \dots, u_N]$, matriz diagonal

em que os elementos da diagonal principal são as produções dos centros de custo e os demais elementos são nulos.

Usando a linguagem matricial, o sistema de equações (4) se torna:

$$(5) (U - V) C = E$$

Em consequência, os custos unitários ficam determinados:

$$(6) C = (U - V)^{-1} E$$

Custos Totais

Enquanto a expressão (6) determina os custos unitários, o custo total seria o produto do custo unitário pela produção. Assim, para o centro de custo (i), o custo total, T_i , seria $T_i = c_i u_i$ ou, conforme a expressão (4):

$$(7) T_i = c_i u_i = E_i + \sum_{j=1}^n v_{ji} c_j \quad i = 1, \dots, N$$

A expressão (7) representa um sistema de N equações lineares que guarda analogia com a expressão (4) vista acima, para aplicar a notação matricial, há que definir o vetor T , conforme abaixo:

$T = (T_1, T_2, \dots, T_N)^t$, vetor coluna de custos totais.

A partir da expressão (7) vem:

$$(8) T = UC = E + V^t C$$

Casos Especiais

1º) Seja um determinado centro de custo k que não receba custos de nenhum outro centro. Nesse caso, $M_k = 0$ e a expressão (2) se torna:

$$c_k u_k = E_k$$

Naturalmente, a expressão (6) é capaz de fazer automaticamente esse cálculo, pois a linha k da matriz V seria nula.

2º) Os custos próprios E_i podem ser vistos como somatório de diversos tipos de insumos, E_i^j ; $j = 1, \dots,$

p , tais como mão-de-obra direta, talvez subdividida em tipos especializados, várias matérias-primas, depreciação etc., de forma que, sendo p o número de insumos possíveis, o custo próprio do centro de custo i se torna:

$$E_i = E_i^1 + E_i^2 + \dots + E_i^p \quad i = 1, \dots, N$$

Formando os vetores correspondentes E^1, E^2, \dots, E^p e substituindo em (6) vem:

$$(9) C = (U - V)^{-1} (E^1 + \dots + E^p)$$

Assim, é possível conhecer a composição do custo unitário, através da adição de diversos tipos de insumos primários.

3º) Para se determinar a repercussão de um certo centro de custo k na formação dos custos dos demais centros, basta redefinir o vetor de custos próprios $\bar{E} = (0, \dots, E_k, \dots, 0)^t$, ou seja, em que o único elemento não nulo seja o k -ésimo, e aplicar as expressões (6) e (8), com \bar{E} substituindo o vetor E para se determinar custos unitários e totais, respectivamente.

O Modelo Com Estoques

Em centros de custo que produzem bens físicos, a consideração dos estoques pode ser necessária. A inclusão de estoques no modelo - normalmente sob a forma de custos dos produtos em processo - é simples e

baseia-se na chamada equação de conservação do fluxo de custos de estoques, a saber: "Estoque inicial + custos incorporados = custo dos produtos acabados e transferidos + estoque final".

Definindo s_i^0 e s_i^f como sendo o estoque inicial e final do centro de custo i , relativo ao início e fim do ciclo matricial, e usando a nomenclatura definida anteriormente, a equação de conservação do fluxo de custos de estoque se expressa por (10), ou (11), após rearranjo:

$$(10) s_i^0 + E_i + M_i = c_i u_i + s_i^f \quad i = 1, \dots, N$$

$$(11) c_i u_i = E_i + M_i + (s_i^0 - s_i^f) \quad i = 1, \dots, N$$

A correspondência entre as expressões (2) e (11) deve ser observada. O efeito da inclusão dos estoques no modelo se resume a incluir em (2) um termo que reflete a variação entre o estoque inicial e o final. Evidentemente, caso a posição dos custos dos produtos em processo não seja alterada entre o início e o final do ciclo de referência, as expressões (2) e (11) tornam-se equivalentes.

Para completar a notação matricial, sejam s^0 e s^f vetores coluna de N dimensões, expressando as posições inicial e final dos custos dos estoques:

$S^0 = (s_1^0, s_2^0, \dots, s_n^0)^t$, vetor coluna do estoque inicial

$S^f = (s_1^f, s_2^f, \dots, s_n^f)^t$ vetor coluna do estoque final.

Em analogia com a expressão (5), vem:

$$(12) (U - V) C = E (S^0 - S^f)$$

Representando pelo vetor coluna ΔE a variação do estoque, ou seja, $\Delta E = S^0 - S^f$, tem-se:

$$(13) (U - V) C = E + \Delta E$$

Finalmente, os custos unitários ficam determinados por:

$$(14) C = (U - V)^{-1} E + (U - V)^{-1} \Delta E$$

UMA APLICAÇÃO REAL

I

Um modelo matricial, equivalente àquele apresentado acima, encontra-se implantado e produzindo relatórios, com o periodicidade mensal, na EMBRATEL, Empresa Brasileira de Telecomunicações S.A., a qual, conforme já mencionado, baseia-se em Sampaio (1976). A presente descrição apresenta os procedimentos em uso nessa Empresa, de forma sintética e ilustrativa, evitando divulgar detalhes de interesse operacional interno. Informações adicionais podem ser encontradas em Vilas-Boas (1979).

A Empresa está dividida em $N = 48$ centros de custo. Esses centros de custo incluem: 20 serviços distintos internos de apoio, 23 tipos de serviços aos usuários e, ainda, instalações civis, oficinas eletrônicas, fontes de energia, administração central e programas de treinamento e benefícios aos empregados. As tabelas exibidas a seguir são pequenos extratos ilustrativos das apurações e relatórios de custo.

A Tabela 1 indica, por centro de custo, a produção ou capacidade u_i , e os custos próprios E_i , subdivididos em quatro tipos de insumos: E_i^1 - mão-de-obra; E_i^2 - material de consumo; E_i^3 - serviços de terceiros; e E_i^4 - depreciação. Dada a peculiaridade da empresa, como prestadora de serviços, o produto u_i é para alguns centros de custos, a capacidade instalada, denominada potencial. Interessante notar que todos os centros de custo têm os mesmos quatro tipos de insumos.

A Tabela 2 estabelece a matriz V de transferência de um centro de custo aos demais.

A Tabela 3 dá o resultado da expressão (8), qual seja, os custos totais de cada centro de custo. Entretanto, somente os resultados dos serviços oferecidos aos usuários finais é que estão apresentados.

A Tabela 4, finalmente, decompõe o resultado da Tabela 3 em seus quatro tipos de insumos. Corresponde à aplicação da expressão (9) alternadamente para cada tipo de insumo.

Tabela 1
UNIDADES DE SAÍDA E CUSTOS PRÓPRIOS

CENTRO DE CUSTO	UNIDADE DE SAÍDA		CUSTOS PRÓPRIOS (Cr\$ 10 ³)				TOTAL [B]
	TIPO	POTENCIAL	MÃO-DE-OBRA [B ¹]	MAT. DE CONS. [B ²]	SERV. TERC. [B ³]	DEPREC. [B ⁴]	
37	circuitos de voz	46	2.000	50	6.950	-	9.000
38	circuitos telegráficos	189	2.500	50	2.450	-	5.000
39	palavras	456.000.000	1.350	50	70.600	-	72.000
40	blocos de 10.000 caracteres	18.466	500	50	450	-	1.000
41	minutos	79.953	1.000	100	1.900	-	3.000
42	minutos	222.602	5.000	100	900	-	6.000
43	palavras	2.381.419	1.000	50	1.950	-	3.000
44	minutos	176.086	800	100	100	-	1.000
45	palavras	2.139.030	800	50	150	-	1.000
46	empregados	7.000	350.000	4.000	44.000	20.000	418.000
47	horas-aula empregado	576.000	45.000	7.000	85.000	-	137.000
48	empregado	7.000	6.900	100	200.000	-	207.000

Tabela 2
TRANSFERÊNCIAS DE UNIDADES FÍSICAS

cc _i \ cc _j	TRANSFERÊNCIAS DE cc _i PARA cc _j (u _{ij})											
	j	QUANT.	j	QUANT.	j	QUANT.	j	QUANT.	j	QUANT.	j	QUANT.
46	43	5	44	4	45	4	46	1.200	47	125	48	25
47	4	85.200	6	76.700	8	117.800	9	27.600	11	73.300	14	11.800
47	15	4.200	16	32.900	17	3.000	18	9.000	46	131.200	48	3.300
48	1	89	2	143	3	179	4	649	5	180	6	584
48	7	50	8	896	9	210	10	82	11	558	12	463
48	13	35	14	90	15	32	16	250	17	25	18	68
48	19	7	20	4	21	3	22	125	23	214	24	57
48	25	254	26	28	27	143	28	14	29	53	30	11
48	31	18	32	10	33	21	34	14	35	28	36	2
48	37	7	38	9	39	5	40	3	41	4	42	20
48	43	5	44	4	45	4	46	1.200	47	125	48	25

Tabelas 3
CUSTOS TOTAIS

SERVIÇO	CUSTO TOTAL (Cr\$)
Telefonia Nacional	18.855.802.296
Telex Nacional	1.044.402.769
Televisão Nacional	244.155.810
Aluguel Permanente de Circuito de Voz Nacional	344.797.648
Aluguel Não Permanente de Circuito de Voz Nacional	11.115.193
Aluguel de Circuitos Telegráficos Nacional	143.491.065

Tabela 4
CUSTO TOTAL POR TIPO DE INSUMO

SERVIÇO \ INSUMO	MÃO-DE-OBRA	MATERIAL DE CONSUMO	SERVIÇOS DE TERCEIROS	DEPRECIAÇÃO
Telefonia Nacional	676.302.769	77.603.456	17.279.359.790	822.536.281
Telex Nacional	364.502.764	33.791.287	447.315.656	198.793.062
Televisão Nacional	120.313.884	14.811.494	62.652.868	46.377.564
Aluguel Permanente de Circuito de Voz Nacional	38.762.657	3.296.241	284.141.938	18.596.812
Aluguel Não Permanente de Circuito de Voz Nacional	6.258.423	461.865	2.730.339	1.664.566
Aluguel de Circuitos Telegráficos Nacional	58.900.217	4.415.003	47.626.391	32.549.454
Comunicação de Dados Nacional	32.556.618	1.295.535	11.811.544	3.086.548
Comutação Automática de Mensagens Nacional	19.657.208	8.855.969	23.348.927	2.712.552
Televisão Executiva	4.732.425	251.233	3.713.898	492.481
Radiodifusão Sonora	28.485.323	2.048.999	17.376.019	7.902.834
Telefonia Internacional	125.250.331	8.218.623	133.598.252	55.141.260
Telex Internacional	55.387.068	3.494.908	56.811.130	14.288.398

Cabe ressaltar que os dados e tabelas apresentados não pretendem descrever completamente as aplicações correntes na Empresa referida, nem divulgar dados internos precisos, mas ilustrar o uso da estrutura matricial como, também, enfatizar que esse recurso gerencial moderno encontra-se em uso prático, em uma empresa pública de grande porte.

Quanto às interpretações dos resultados, elas são variadas e compete à gerência explorar a fundo as múltiplas possibilidades oferecidas pelo método apresentado. Claro que o direcionamento das análises será aquele determinado por políticas internas e programas operacionais em vigor.

Para ilustrar ainda mais as possibilidades potenciais oferecidas por essa metodologia, suponha-se um programa de redução de custos. A abordagem mais comum é aquela de reduzir indistintamente todos os custos e desperdícios identificáveis. Outra abordagem, mais racional, seria aquela que, além do combate ao desperdício, focalizasse os componentes mais significativos de custo e de maior possibilidade de retorno de resultados. Conforme discutido no texto, e como mostrado no exemplo, ao determinar o custo de cada produto, como uma soma de custos originados por fatores definidos, que são os custos primários e os custos adquiridos dos demais centros de custo, ficam transparentes as contribuições ao custo total. Inspirada nessa decomposição, a gerência deverá investigar os pontos identificados.

CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta a metodologia matricial aplicada ao controle de custos. A apresentação da metodologia é integrada e sintetiza todos os recursos que o método pode oferecer. Para sua com-

preensão e implantação é necessário o conhecimento básico das operações com matrizes e o acesso a recursos computacionais simples, e de porte compatível. Sua introdução pressupõe a existência, na empresa, de um sistema de contabilidade de custos razoavelmente rigoroso, capaz de conhecer, para cada centro de custo, o uso de cada tipo de insumo e o custo correspondente, e capaz de medir, em unidades apropriadas, a produção de cada centro de custo, bem como conhecer e medir a estrutura de transferência de produtos e serviços entre cada centro e os demais.

O sucesso na utilização deste instrumento de gestão empresarial é função direta da participação dos diversos órgãos da empresa, tanto na fase de implantação, como na permanente revisão dos critérios de identificação das unidades físicas representativas da capacidade de produção dos centros de custo, bem como os de determinação do rateio destas unidades, de modo a refletir, de forma mais precisa, sobre a utilização de um dado centro de custo pelos demais centros, ao longo do fluxo produtivo. Somente através da participação na concepção dos critérios de distribuição de custos pode advir o engajamento dos diversos níveis gerenciais da empresa no controle e racionalização de seus custos.

Quanto à interpretação dos resultados, não há nenhum pré-requisito, já que sua análise assemelha-se à leitura de relatórios contábeis. A utilização gerencial plena dos recursos oferecidos pelo método é questão a ser transferida aos níveis gerenciais correspondentes. É claro que aqueles que extraem, com propriedade, suporte decisório do conjunto de dados contábeis encontrarão grande apoio na ferramenta aqui apresentada.

BIBLIOGRAFIA

CHURCHILL, Neil - "Linear algebra and cost allocation: some examples". *The Accounting Review*, October 1964, p. 894-904.

KLIEMANN Neto, Francisco José & Ricardo Gonzalo Rojas Lezana - Um modelo matricial para alocação de custos. Universidade Federal de Santa Catarina, *Boletim de Produção e Sistemas*, 3(1):4-23, mar. 1981.

LEONTIEF, Wassily L. - The structure of the american economy, 1919-39. Second Edition, Oxford University Press, 1951.

LIVINGSTONE, John L. - Input-output analysis for cost accounting planning, and control. *The Accounting Review*, January 1969, p. 48-64.

MATTESSICH, Richard - "Towards a general and axiomatic foundation of accountancy". *Accounting Research*, 8(4):328-355, October 1957.

RICHARDS, Allen B. - Input-output accounting for business. *The Accounting Review*, XXXV, July 1960, p. 429-436.

SAMPAIO, L.S.C. - "Idéias gerais para um projeto de sistema de custo para a EMBRATEL". Relatório Interno, Embratel, nov. 1976.

VILLAS-BOAS, Ricardo Mourão - Um modelo de custos para sistemas de multiprodução. Dissertação de Mestrado, PUC/RJ, setembro 1979.

WILLIAMS, Thomas W. & Charles H. Griffin "Matrix theory and cost allocation". *The Accounting Review*, July 1964, p. 671-678.