

Utilização de Álgebra Matricial No Controle de Gestão da Usina Frimar de Açúcar e Álcool/Piracicaba - São Paulo.

MARIANO YOSHITAKE

Luis Fernando Manfrim

Luiz Rogério Manfrim

Resumo:

Este trabalho tem por objetivo contribuir para gerar conhecimentos teóricos e práticos ao estudo do controle de gestão. Entende-se, neste trabalho, por controle de gestão o conjunto de métodos e técnicas utilizadas para a construção de algoritmos que possibilitam obter dados e informações quantitativas e qualitativas para monitorar a ação do gestor. Entre as preocupações dos contadores de custo, uma delas está centrada na forma adequada de alocar os custos, ou seja, tornar a distribuição dos custos menos arbitrária.

Área temática: *Gestão de Custos e Sistemas de Informação*

TRABALHO 046

**UTILIZAÇÃO DE ÁLGEBRA MATRICIAL NO CONTROLE DE GESTÃO DA
USINA FRIMAR DE AÇUCAR E ÁLCOOL/PIRACICABA - SÃO PAULO.**

Resumo

Este trabalho tem por objetivo contribuir para gerar conhecimentos teóricos e práticos ao estudo do controle de gestão. Entende-se, neste trabalho, por controle de gestão o conjunto de métodos e técnicas utilizadas para a construção de algoritmos que possibilitam obter dados e informações quantitativas e qualitativas para monitorar a ação do gestor. Entre as preocupações dos contadores de custo, uma delas está centrada na forma adequada de alocar os custos, ou seja, tornar a distribuição dos custos menos arbitrária.

Palavras -Chave: recíproco, recursos e alocação. (Mariano verifique se podem ser isto!!)

Área Temática 7: Gestão de Custos e Sistemas de Informação

UTILIZAÇÃO DE ÁLGEBRA MATRICIAL NO CONTROLE DE GESTÃO DA USINA FRIMAR DE AÇUCAR E ÁLCOOL/PIRACICABA - SÃO PAULO.

Introdução

Este trabalho tem por objetivo contribuir para gerar conhecimentos teóricos e práticos ao estudo do controle de gestão. Entende-se, neste trabalho, por controle de gestão o conjunto de métodos e técnicas utilizadas para a construção de algoritmos que possibilitam obter dados e informações quantitativas e qualitativas para monitorar a ação do gestor. Entre as preocupações dos contadores de custo, uma delas está centrada na forma adequada de alocar os custos, ou seja, tornar a distribuição dos custos menos arbitrária.

Como ponto principal para início desta alocação, Iudícibus (1988:95) afirma que: “Podemos classificar os centros de custos fabris de uma empresa industrial em duas grandes categorias principais:

- Centro de Custo de Departamento de Serviços.
- Centros de Custo de Departamentos de Produção.”

Baseado na visão de Iudícibus, neste trabalho serão apresentados seis centros de Custo, que teve sua origem em caso real, conforme descrito e demonstrado na Figura 01:

MANUTE	Departamento de Manutenção Industrial, composto por, setor Elétrico, Mecânico e Instrumentação Industrial.
ENERGIA	Departamento de produção e distribuição de Energia Elétrica.
VAPOR	Departamento de produção e distribuição de Vapor De Água.
ADM	Departamento de Administração Industrial composto por : Sala de Controles, Sala de Desenhos e Sa la da Gerência Industrial.
AÇÚCAR	Departamento de Fabricação de Açúcar.
ÁLCOOL	Departamento de Fabricação de Álcool

1. Panorama fabril industrial da empresa

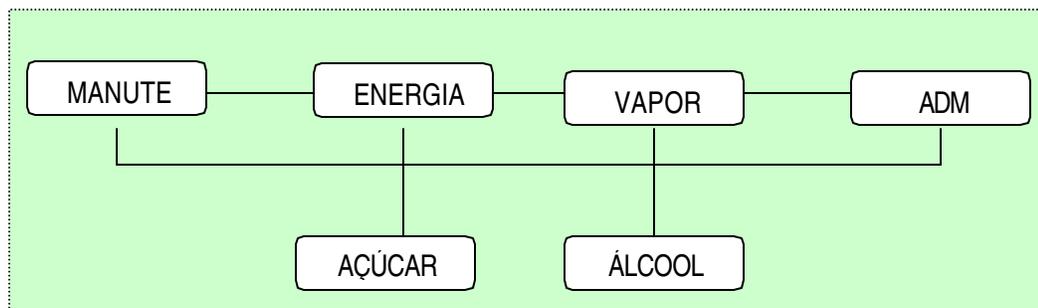


Figura 1 - Panorama Fabril Industrial da Empresa

A palavra chave deste trabalho será centrada no termo “recurso”, que neste caso entenderemos como “produtos ou serviços” gerados pelos departamentos da planta fabril da empresa.

Visando as dificuldades de se encontrar uma forma comum de equalizar o intercâmbio de recursos utilizados em uma empresa, Iudicibus (1988 :98) nos diz que “um departamento, além de prestar e receber serviços para outros e de outros, ainda pode prestar serviço a si próprio”, demonstrando assim claramente o fenômeno da retroalimentação de recursos.

Fica aqui neste trabalho uma breve explanação do que é reciprocidade de recursos, objetivando solucionar possíveis problemas quanto a retroalimentação dos recursos, que dificilmente seriam resolvidos sem a utilização da Álgebra Linear.

Como a própria palavra diz, recíproco significa mútuo, que se troca, refletindo na íntegra o que ocorre diariamente dentro de uma empresa em sua rotina normal de trabalho. Muitas vezes se torna difícil medir as trocas de recursos entre dois ou mais centros de custo, necessitando assim um bom sistema de coleta de dados sobre as transações de produção, manutenção, administração industrial, etc.

É visando essa complexa relação de **trocas de recursos entre setores distintos** dentro de uma empresa, que neste trabalho é apresentado de forma simples, a utilização da Matemática Aplicada através de Matrizes e suas propriedades.

Vale ressaltar que neste trabalho, não serão discutidas teoricamente as propriedades das matrizes e sim sua aplicabilidade e seus benefícios através de utilização de Planilha Eletrônica de Cálculos – Microsoft Excel.

Estudo de Caso: USINA FRIMAR DE AÇUCAR E ÁLCOOL/PIRACICABA - SÃO PAULO

AVALIAÇÃO DE UMA PROPOSTA DE TERCEIRIZAÇÃO DA MÃO DE OBRA DO DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO COM UTILIZAÇÃO DE ÁLGEBRA MATRICIAL

O Diretor do setor Industrial da Usina Frimar obteve uma proposta de terceirização da mão de obra de Manutenção Industrial, com os seguintes valores :

Custo Homem/Hora de Manutenção Industrial : R\$ 6,00/Hora.

De posse desses valores, o Diretor Industrial chamou imediatamente seu gerente de Custos e pediu-lhe uma análise acurada quanto a opção de terceirizar ou manter sua equipe de Manutenção Industrial.

Resolução do Problema:

Para saber o Custo/Hora do Departamento de Manutenção, o Gerente de Custos consultou suas planilhas de cálculos de custo encontrando um valor de R\$ 10,61/Hora, visto que, para se chegar aos valores calculados, foram seguidos os seguintes procedimentos:

Procedimento 1 – Por meio do Departamento de Controles Industriais, o Gerente de Custos coletou os dados relativos à quantidade de produtos e serviços utilizados e gerados em cada centro de custo, onde chegou aos índices de trocas de recursos entre os departamentos conforme a Matriz "A" a seguir :

A	MAN	ENE	VAP	ADM	RPM	AÇÚ	ÁLC	R.N.U	VEN
MANUTE	-	-	-	0,10	-	-	-	-	-
ENERGI	0,05	0,05	0,25	0,10	-	-	-	-	-
A									
VAPOR	0,05	0,05	0,10	0,10	-	-	-	-	-
ADM	0,05	0,05	-	0,10	-	-	-	-	-
RPMP	0,25	0,25	0,20	0,25	-	-	-	-	-
AÇÚCAR	0,25	0,25	0,20	0,15	-	-	-	-	-
ÁLCOOL	0,25	0,25	0,20	0,20	-	-	-	-	-
R.N.U.	0,10	0,05	0,05	-	-	-	-	-	-
VENDAS	0,00	0,05	0,00	-	-	-	-	-	-
	1,00	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-

Figura 2 – Matriz de índices de consumo de recursos

Para entendermos a interpretação das trocas de recursos entre os setores, lemos a matriz no sentido de “coluna” para “linha”. Ex: o Departamento de “ENERGIA” recebeu 5% dos recursos do Departamento de “MAMUTE” (Coluna 01, linha 02); o Departamento de “AÇÚCAR”, recebeu 25% dos recursos do Departamento de “ENERGIA” (Coluna 02, linha 06).

Como podemos notar há na Matriz de Índices de Recursos, dois Departamentos denominado de “R.N.U” e “VENDAS”.

Siglas	Significado das siglas
R.N.U.	Recursos não utilizados, que são recursos oriundos de ociosidade, paradas de produção, capacidade disponível e não utilizada, recursos de refugos, etc., significando todos os recursos que não foram aproveitados pelos demais departamentos.
VENDAS	Recursos do setor fabril industrial destinados à vendas externas, como por exemplo, venda de Energia Elétrica (Coluna 02, linha 09 = 5%).

Nas colunas dos Departamentos de Produção, não são utilizados os índices para as linhas de R.N.U. e VENDAS, pois seus produtos são destinados de antemão a vendas externas e tais índices poderão ser aplicados fora da Matriz, diretamente aos valores.

No caso específico do R.N.U, seu reflexo será percebido pelo aumento dos custos de produção, visto que, caso sua capacidade total de produção não ter sido atingida, produzindo um número menor de unidades, este elevará os custos dos produtos ou serviços, podendo ser detectado através do controle do custo padrão.

Figura 4 – Resultado da subtração de matrizes

Procedimento 3 – neste passo, a Inversão da Matriz I-A, Gelson Iezzi e Samuel Hazzan (1999:69 ; 72) também nos auxilia denominando Matriz inversa como :

“Sendo **A** uma matriz quadrada de ordem **n**, dizemos que **A** é **matriz inversa** se existir uma matriz **B** tal que $\mathbf{AB} = \mathbf{BA} = \mathbf{In}$. Se **A** não é inversível, dizemos que **A** é uma matriz singular” concluindo que, “...para determinar a inversão de uma matriz quadrada de ordem **n**, temos de obter **n²** incógnitas, resolvendo **n** sistemas de **n** equações a **n** incógnitas cada um.”, ou seja, caso a determinante for igual a zero (0), não haverá possibilidade de inverter a Matriz I-A.

Para não esbarrar na restrição do valor da determinante, foi tomado apenas o cuidado de não incluir Índices de Alocação de Recursos nos Centros de Custo Produtivos direcionados a si próprio na ordem de 100%, ou seja, como exemplo no caso do Centro de Custo Álcool, dentro da matriz, na Coluna “Álcool” para Linha “Álcool”, deverá permanecer com valor zero (0), pois nesta Metodologia, os Centros de Custo Produtivos apenas recebem recursos dos Centros de Custo de Apoio, e após isso, repassa-os aos produtos ou serviços.

Para inversão da Matriz IA através de planilha eletrônica Excel, foi seguido os seguintes passos: clicou na barra de ferramentas função **fx**, categoria da função – Matemática e Trigonometria, função – MATRIZ.INVERSO.

Foi informado o valores da Matriz I-A dentro da caixa de texto.

A matriz encontrada foi:

Obs: Fórmula matricial – explicada mais adiante

A⁻¹	MAN	ENE	VAP	ADM	RPM	AÇÚ	ÁLC	R.N.U	VEN
MANUTE	1,01	0,01	0,00	0,11	-	-	-	-	-
ENERGI	0,08	1,08	0,30	0,16	-	-	-	-	-
A									
VAPOR	0,07	0,07	1,13	0,14	-	-	-	-	-
ADM	0,06	0,06	0,02	1,13	-	-	-	-	-
RPMP	0,30	0,30	0,31	0,38	1,00	-	-	-	-
AÇÚCAR	0,29	0,29	0,30	0,27	-	1,00	-	-	-
ÁLCOOL	0,30	0,30	0,30	0,32	-	-	1,00	-	-
R.N.U.	0,11	0,06	0,07	0,03	-	-	-	1,00	-
VENDAS	0,00	0,05	0,01	0,01	-	-	-	-	1,00

Figura 5 – Matriz inversa

Procedimento 4 - De posse da matriz inversa, foi multiplicado a Matriz **A^I** pelos Custos Totais da matriz de valores “B”, que são os custos dos centros de custos, utilizando a função de MATRIZ.MULTI - multiplicação de matrizes da Planilha do Excel:

B	TOTAL	FIXO	VARIÁVEL
MANUTE	5.000	2.500	2.500
ENERGIA	20.000	12.000	8.000
VAPOR	16.000	9.600	6.400
ADM	3.000	1.800	1.200
RPMP	85.000	51.000	34.000
AÇÚCAR	120.000	72.000	48.000
ÁLCOOL	110.000	66.000	44.000
R.N.U.	-	-	-
Vendas	10.000	6.000	4.000
	369.000	221.400	147.600

Figura 6 – Matriz multiplicação

Com a função da Matriz Multiplicação aberta, os valores de Matriz1, foi o intervalo de valores da Matriz Inversa A^{-1} , e Matriz2 foi o intervalo de valores da Matriz de Valores - “B” - dos Centros de Custo.

Obs.: Esta foi uma formula inserida no formato matricial, então para isso, foi primeiramente grifado o intervalo de 9 células no Excel para receber os valores. Após inserir os valores na Matriz1 e Matriz2, foi clicado nas teclas Ctrl + Alt + Enter simultaneamente. Seu resultado foi:

C	\$
MANUTE	5.515
ENERGIA	27.192
VAPOR	20.167
ADM	5.150
RPMP	98.498
AÇÚCAR	132.983
ÁLCOOL	123.240
R.N.U.	2.919
Vendas	1.360
TOTAL	359.000

Figura 7 – Matriz “C”

Na matriz “C”, que é o resultado da multiplicação, nota-se que os valores dos Centros de Custo de Apoio acumularam nos Centros de Custo de Produção, assim sendo, todos os recursos foram distribuídos de forma recíproca e acumulados aos setores produtivos simultaneamente.

De posse da matriz “C”, foi encontrado os valores dos produtos e serviços gerados pelos centros de custo, bastando apenas dividir o custo total pela quantidade de produtos ou serviços deste centro de custo, onde se chegou a seguinte tabela :

	Vlr Agregado	Vlr Inicial	TOTAL	Unidade	Quantidade	\$ / Unidade
MANUT E	515	5.000	5.515	Horas	520	10,61
ENERGI A	7.192	20.000	27.192	MW	3.600	7,55
VAPOR	4.167	16.000	20.167	Ton	260.000	0,08
ADM	2.150	3.000	5.150	Horas	300	17,17
RPMP	13.498	85.000	98.498	Ton. Cana	10.000	9,85
AÇÚCA R	12.983	120.000	132.983	Ton. Aç.	450	295,52
ÁLCOO L	13.240	110.000	123.240	m3	450	273,87
R.N.U	2.919	-	2.919	m3	450	6,49
Vendas	1.360	-	1.360	m3	450	3,02
	58.025	359.000	359.000			

Figura 8 – Valores de produtos e serviços dos centros de custo de apoio

Neste caso, a proposta de terceirizar os serviços de manutenção industrial, se tornará favorável, pois terceirizando se pagará R\$ 6,00/Hora contra os R\$ 10,61 acima encontrados.

Mas numa análise mais acurada, percebeu-se que na matriz “B” de valores, há um grande percentual de custos fixos, que investigados, descobriu-se que são provenientes de seguros, depreciação, etc., que no caso da terceirização, não seriam anulados das planilhas de custo.

Utilizando o mesmo método citado, foi multiplicada a coluna de Custos Variáveis da Matriz “B” pela matriz inversa A^{-1} , chegando-se a uma nova tabela de valores:

Variável	Agregado	Inicial	Real	Unidade	Quantidade	\$ / Unidade
MANUT E	209	2.500	2.709	Horas	520	5,21
ENERGI A	2.915	8.000	10.915	MW	3.600	3,03
VAPOR	1.700	6.400	8.100	Toneladas	260.000	0,03
ADM	890	1.200	2.090	Horas	300	6,97
RPMP	5.549	34.000	39.549	Ton. Cana	10.000	3,95
AÇÚCA R	5.340	48.000	53.340	Ton. Açúc ar	450	118,53
ÁLCOO L	5.444	44.000	49.444	m3	450	109,88
R.N.U	762	-	762	m3	450	1,69
Rec. Perd.	1.005	-	1.005	m3	450	2,23
	23.815	144.100	144.100			

Figura 9 – Nova composição de valores de produtos e serviços

Com base na mensuração efetuada, o Gerente de Custos apresentou a seguinte planilha:

Componentes avaliados	Custo Interno	Custo com terceirização
Custo fixo	\$ 5,21	\$ 5,21
Mão de obra	\$ 5,40	\$ 6,00
Custo total	\$10,61	\$11,21

Figura 10 – Custo interno x custo com terceirização da mão de obra

O gerente de Custos conclui sua análise emitindo uma Correspondência a seu Diretor Industrial afirmando:

“Mesmo que terceirizarmos a mão de obra da manutenção industrial por um valor de R\$ 6,00/Hora, este ainda será mais caro, pois, somarão os R\$ 6,00/Hora ofertados mais os R\$ 5,21/Hora de Custos Fixos/Hora que não serão eliminados, totalizando R\$ 11,21/Hora. Para uma possível diminuição de custos de manutenção industrial, deveremos contratar uma mão de obra qualificada por um valor inferior à R\$ 5,40/Hora, ou no caso de contratarmos à R\$ 6,00/Hora, realizarmos uma campanha de redução nos custos fixos”.

Conclusões do estudo:

O estudo do caso apresentado evidencia como o uso de uma metodologia quantitativa, no caso, álgebra matricial, permite delinear formas de controle de gestão.

No presente estudo, o aspecto de avaliação e mensuração de custos pelo método de alocação recíproca, com uso do software Microsoft Excel, constituiu um exemplo de construção de algoritmo que possibilitou ao gestor (diretor industrial) avaliar a conveniência ou não de terceirizar a mão de obra do departamento de manutenção. Outras conclusões, em suma, podem ser assim comentadas:

1. Introduce o conceito de auto-suficiência departamental, visto que indica parâmetros para a formação do preço de venda;
2. Indica valores departamentais para formação de Custo de produtos e serviços ;
3. Indica a frequência e o grau de utilização de recursos entre departamentos;
4. Tende à parametrização de métodos, fornecendo custo por produtos, serviços, processos, atividades, etc.;
5. Fornece base de dados para inúmeras análises de custo.

Bibliografia

- EZZI, Gelson; HAZZAN, Samuel: Fundamentos da Matemática Elementar- volume 4; São Paulo, Editora Atual : 6º edição 1998
- IUDICIBU, Sérgio. Análise de Custos. São Paulo: Editora Atlas, 1988
- MANFRIM, Luis Fernando; REZENDE, José Aurélio M.; CONSOLI, Marcelo Henrique: Custeio Por Absorção pelo Método de Alocação não Recíproco *versus* Alocação Recíproca: a procura de critérios justo e quitativo. VIII Congresso Brasileiro de Custos: A Controladoria no Novo Contexto Organizacional; Universidade do Vale dos Sinos (UNISINOS). São Leopoldo – Rio Grande do Sul
- YOSHITAKE, Mariano. Teoria do Controle de Gestão. São Paulo: Ibradem, 2000
- GUAITOLI, Alexandra; CONSOLI, Marcelo Henrique; Enanpad 2000; Modelo Matricial de Insumo Produto: Uma contribuição ao processo de planejamento e decisão empresarial. Florianópolis-SC; 2000.
- AFONSO, Roberto Alexandre Elias; VI Congresso Brasileiro de Custos; O Método Recíproco de alocação de Custos: Um estudo de caso; São Paulo-SP; 1998.