

ABORDAGEM DE CONTROLE DE GESTÃO NA DECISÃO DE PRODUZIR OU COMPRAR: O CASO DA COMPANHIA SIDERÚRGICA BRASILEIRA - COSIBRAS.

Mariano Yoshitake: Doutor em Contabilidade e Controladoria – FVC
Brasil, Fundacao Visconde de Cairu, yoshitake@uol.com.br

Luis Fernando Manfrim: Mestrando em Administracao de Empresas – CUML
Luiz Rogerio Manfrim: Mestrando em Administracao de Empresas – CUML
Brasil, Centro Universitario Moura Lacerda, manfrim1@bol.com.br

Palavras-chave: recíproco, recursos, controle de gestão e alocação.

**Tema del Trabajo: Aplicaciones Matemáticas a la Contabilidad de
Gestión**

Recursos audiovisuales: data show

ABORDAGEM DE CONTROLE DE GESTÃO NA DECISÃO DE PRODUZIR OU COMPRAR: O CASO DA COMPANHIA SIDERÚRGICA BRASILEIRA - COSIBRAS.

Palavras-chave: recíproco, recursos, controle de gestão e alocação.

Tema del Trabajo: Aplicaciones Matemáticas a la Contabilidad de Gestión

Resumo

O objetivo deste trabalho foi construir um instrumento matemático capaz de resolver a questão da alocação de custos entre setores de serviços de uma organização industrial, configurando-se uma reciprocidade entre os mesmos. Tal instrumento precisa ter também capacidade de proporcionar análise de viabilidade na problemática de decisão entre produzir ou comprar produtos por um destes setores de serviços. No presente caso, o departamento de serviço em análise produz oxigênio que é consumido entre outros departamentos de serviços e nas áreas produtivas. Utilizou-se de método quantitativo, notadamente os métodos algébrico e matricial, para resolução do problema; de conhecimentos de contabilidade de custos voltado para "custos recíprocos" a partir de pesquisa junto a uma empresa industrial, por intermédio de um estudo de caso. Os resultados evidenciaram que o instrumento foi construído a partir da elaboração de fórmulas matemáticas para facilitar a resolução da problemática dos custos recíprocos. Assim sendo, este trabalho desenvolveu fórmulas para a aplicação de métodos algébrico e matricial. Ao final, exemplificou-se a aplicação do modelo matricial a um caso real, possibilitando uma discussão dos resultados e afirmação do modelo proposto.

ABORDAGEM DE CONTROLE DE GESTÃO NA DECISÃO DE PRODUZIR OU COMPRAR: O CASO DA COMPANHIA SIDERÚRGICA BRASILEIRA - COSIBRAS.

Introdução

O objetivo deste trabalho foi construir um instrumento matemático capaz de resolver a questão da alocação de custos entre setores de serviços de uma organização industrial, configurando-se uma reciprocidade entre os mesmos. Tal instrumento precisa ter também capacidade de proporcionar análise de viabilidade na problemática de decisão entre produzir ou comprar produtos por um destes setores de serviços.

Como ponto principal para início deste trabalho, Ludícibus (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 Ludícibus, neste trabalho serão apresentados seis centros de Custo, que teve sua origem em caso real, conforme descrito e demonstrado na Figura 01:

MAINT	Departamento de Manutenção Industrial, composto por, setor Elétrico, Mecânico e Instrumentação Industrial.
OXIGEN	Departamento de produção e distribuição de Oxigênio.
VAPOR	Departamento de produção e distribuição de Vapor De Água.
ADM	Departamento de Administração Industrial composto por : Sala de Controles, Sala de Desenhos e Sala da Gerência Industrial.
LAMIN	Departamento de Fabricação de Laminados.
LINGO	Departamento de Fabricação de Lingotes.

1. Macro Processo industrial da empresa

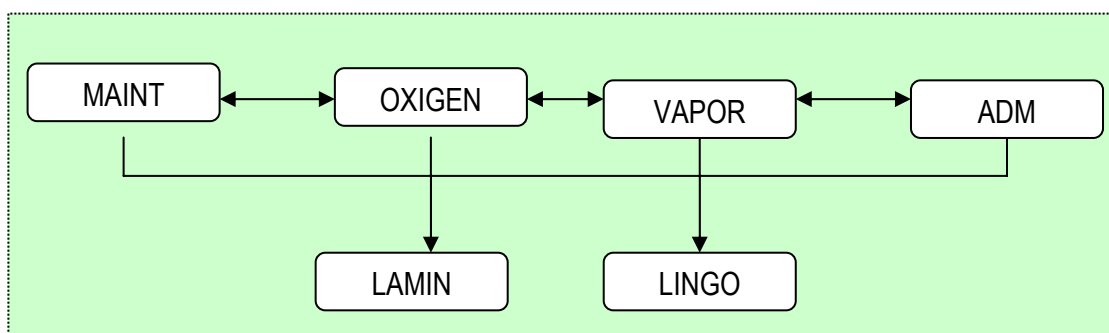


Figura 1 - Macro Processo Industrial da Empresa

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, Ludícibus (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 por intermédio 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: COSIBRAS - COMPANHIA SIDERÚRGICA BRASILEIRA

AVALIAÇÃO DE UMA PROPOSTA DE TERCEIRIZAÇÃO DA PRODUÇÃO INTERNA DE OXIGÊNIO.

O Diretor do setor Industrial da COSIBRAS obteve uma proposta de terceirização da produção de oxigênio, com os seguintes valores :

Custo do m³ de Oxigênio : R\$ 6,00/Hora.

De posse desses valores, o Diretor Industrial solicitou ao seu gerente de Custos que elaborasse uma análise detalhada quanto a opção de terceirizar ou manter sua produção de oxigênio.

Enfoque de Álgebra Matricial para resolução do problema:

Para saber o custo do m³ de oxigênio, o Gerente de Custos consultou suas planilhas de cálculos de custo encontrando um valor de R\$ 10,61/m³, 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	Maint	Oxigen	Vapor	Adm	Rpmp	Lamin	Lingo	R.N.U	Venda
Maint	-	-	-	0,10	-	-	-	-	-
Oxigen	0,05	0,05	0,25	0,10	-	-	-	-	-
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	-	-	-	-	-
Lamin	0,25	0,25	0,20	0,15	-	-	-	-	-
Lingo	0,25	0,25	0,20	0,20	-	-	-	-	-

R.N.U.	0,10	0,05	0,05	-	-	-	-	-	-
Venda	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 “OXIGEN” recebeu 5% dos recursos do Departamento de “MAINT” (Coluna 01, linha 02); o Departamento de “LAMINADO”, recebeu 25% dos recursos do Departamento de “OXIGEN” (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 às vendas externas, como por exemplo, venda de oxigênio (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.

Notemos também que nas colunas dos Departamentos de Apoio, estas deverão ser encerradas com vendas de 100% de seus recursos, e os Departamentos de Produção, findam em si próprio, não havendo repasse de recursos através da matriz.

O ponto principal desta metodologia de cálculo por intermédio de matrizes está em calcular o repasse dos recursos dos Departamentos de Apoio e alocá-los aos Departamentos de Produção conforme sua intensidade de utilização, acumulando todos os recursos aos produtos ou serviços dos centros de custo produtivo.

Procedimento 2 - Após elaborar a Matriz de Índices de Consumo de Recursos, esta foi subtraída de uma Matriz Identidade (Matriz A – Matriz I):

I	Maint	Oxigen	Vapor	Adm	Rpmp	Lamin	Lingo	R.N.U	Venda
Maint	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-
Oxigen	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-
Vapor	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-

ADM	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-
Rpmp	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-
Lamin	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-
Lingo	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-
R.N.U.	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-
Venda	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00
	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Figura 3 - Matriz identidade

Como auxílio para resolução da subtração das matrizes, Gelson Lezzi e Samuel Hazzan (1999:49) definem o que é Adição de Matrizes :

“Dada duas matrizes $A = (a_{ij})_{m \times n}$ e $B = (b_{ij})_{m \times n}$, chama-se $A + B$ a matriz $C = (c_{ij})_{m \times n}$ tal que $c_{ij} = a_{ij} + b_{ij}$, para todo i e todo j ”. Podendo-se aplicar também à subtração.

Seu resultado será:

I – A	Maint	Oxigen	Vapor	Adm	Rpmp	Lamin	Lingo	R.N.U	Venda
Maint	1,00	-	-	(0,10)	-	-	-	-	-
Oxigen	(0,05)	0,95	(0,25)	(0,10)	-	-	-	-	-
Vapor	(0,05)	(0,05)	0,90	(0,10)	-	-	-	-	-
Adm	(0,05)	(0,05)	-	0,90	-	-	-	-	-
Rpmp	(0,25)	(0,25)	(0,20)	(0,25)	1,00	-	-	-	-
Lamin	(0,25)	(0,25)	(0,20)	(0,15)	-	1,00	-	-	-
Lingo	(0,25)	(0,25)	(0,20)	(0,20)	-	-	1,00	-	-
R.N.U.	(0,10)	(0,05)	(0,05)	-	-	-	-	1,00	-
Venda	-	(0,05)	-	-	-	-	-	-	1,00

Figura 4 – Resultado da subtração de matrizes

Procedimento 3 – neste passo, a Inversão da Matriz I–A, Gelson Lezzi 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 $AB = BA = In$. 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 n^2 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 evitar a restrição do valor da determinante, foi tomado 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 Lingote, dentro da matriz, na coluna “Lingote” para linha “Lingote”, deverá permanecer com valor zero (0), pois nesta metodologia, os Centros de Custo Produtivos apenas recebem recursos dos Centros de Custo de Apoio, e, em seguida, repassa-os aos produtos ou serviços.

Para inversão da Matriz I-A utilizou-se de planilha eletrônica Excel, seguindo 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:

A⁻¹	Maint	Oxigen	Vapor	Adm	Rpmp	Lamin	Lingo	R.N.U	Venda
Maint	1,01	0,01	0,00	0,11	-	-	-	-	-
Oxigen	0,08	1,08	0,30	0,16	-	-	-	-	-
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	-	-	-	-
Lamin	0,29	0,29	0,30	0,27	-	1,00	-	-	-
Lingo	0,30	0,30	0,30	0,32	-	-	1,00	-	-
R.N.U.	0,11	0,06	0,07	0,03	-	-	-	1,00	-
Venda	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⁻¹ pela matriz “B”, que são os centros de custos, utilizando a função de MATRIZ.MULTI - multiplicação de matrizes da Planilha do Excel:

B	TOTAL	FIXO	VARIÁVEL
Maint	5.000	2.500	2.500
Oxigen	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
Lamin	120.000	72.000	48.000
Lingo	110.000	66.000	44.000
R.N.U.	-	-	-
Venda	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.

Esta formula foi 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 Matrz2, foi clicado nas teclas Ctrl + Alt + Enter simultaneamente. Seu resultado foi:

C **\$**

Maint	5.515
Oxigen	27.192
Vapor	20.167
Adm	5.150
Rpmp	98.498
Lamin	132.983
Lingo	123.240
R.N.U.	2.919
Venda	1.360
TOTAL	359.000

Figura 7 – Matriz “C”

Na matriz “C”, que é o resultado da multiplicação da matriz “B” com a matriz A^{-1} , 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 :

	Valor Agregado	Valor Inicial	Valor Total	Unidade	Quantidade	\$ / Unidade
Maint	515	5.000	5.515	Horas	520	10,61
Oxigen	7.192	20.000	27.192	m ³	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. Ferro	10.000	9,85
Lamin	12.983	120.000	132.983	Ton. Aço	450	295,52
Lingo	13.240	110.000	123.240	Ton. Aço	450	273,87
R.N.U.	2.919	-	2.919	Ton. Aço	450	6,49
Venda	1.360	-	1.360	Ton. Aço	450	3,02
	58.025	359.000	359.000			

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

A proposta de terceirizar os serviços de produção de oxigênio torna-se favorável, em razão de que pela terceirização o valor a ser pago será de R\$ 6,00/m³. Comparando-se, então, o custo de produzir internamente de R\$ 10,61 com o de terceirização, de R\$ 6,00/m³, conclui-se pela viabilidade da terceirização.

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

Utilizando o método matricial em questão, multiplicou-se a coluna de custos variáveis da Matriz “B” pela matriz inversa A^{-1} , chegando-se a uma nova tabela de valores:

Variável	Valor Agregado	Valor Inicial	Valor Total	Unidade	Quantidade	\$ / Unidade
Maint	209	2.500	2.709	Horas	520	5,21
Oxigen	2.915	8.000	10.915	m ³	3.600	3,03
Vapor	1.700	6.400	8.100	Ton	260.000	0,03
Adm	890	1.200	2.090	Horas	300	6,97
Rpmp	5.549	34.000	39.549	Ton. Ferro	10.000	3,95
Lamin	5.340	48.000	53.340	Ton. Aço	450	118,53
Lingo	5.444	44.000	49.444	Ton. Aço	450	109,88
R.N.U.	762	-	762	Ton. Aço	450	1,69
Venda	1.005	-	1.005	Ton. Aço	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 da Produção Interna	Custo da produção terceirizada
Custo fixo	\$ 5,21	\$ 5,21
m ³ de Oxigênio	\$ 5,40	\$ 6,00
Custo total	\$10,61	\$11,21

Figura 10 – Custo de produção de oxigênio: Interno versus Terceirização

Por esta análise conclui-se que mesmo terceirizando a produção de oxigênio por um valor de R\$ 6,00/m³, este ainda será maior que o custo da produção interna, pois, somarão os R\$ 6,00/m³ ofertados mais os R\$ 5,21/m³ de custos fixos que não serão eliminados, totalizando R\$ 11,21/m³. Para uma possível diminuição de custos de produção de oxigênio, precisaríamos contratar uma produção de oxigênio por um valor inferior à R\$ 5,40/m³, ou no caso de contratar à R\$ 6,00/m³, realizar uma campanha de redução nos custos fixos de modo a chegar à um valor total menor que R\$ 10,61.

Conclusões do estudo:

O presente trabalho apresentou evidências de que 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 produzir oxigênio. Outras conclusões, em suma, podem ser assim comentadas:

- 1-) Auto-suficiência: introduziu o conceito de auto-suficiência departamental, visto que indica parâmetros para a formação do preço de venda;
Formação de custos: indicou valores departamentais para formação de custo de produtos e serviços;
- 2-) Grau de utilização de recursos; permitiu conhecer a frequência e o grau de utilização de recursos entre departamentos;
- 3-) Parametrização de métodos: permitiu a parametrização de métodos, fornecendo custo por produtos, serviços, processos, atividades;
- 4-) Base de dados: possibilitou a formação de base de dados para inúmeras análises de custo;
- 5-) Tomada de decisão: a construção do algoritmo para alocação de custos recíprocos facilitou o fornecimento de informações relevantes para o gestor decidir sobre a viabilidade de produzir ou comprar um insumo produzido por um departamento de serviço, sob o contexto de reciprocidade de custos entre os diversos setores de serviços e de produção.

Bibliografia

- EZZI, Gelson; HAZZAN, Samuel: Fundamentos da Matemática Elementar- volume 4; São Paulo, Editora Atual : 6° edição 1998
- IUDICIBU, Sérgio. Análise de Custos. São Paulo: Editora Atlas, 1988
- MANFRIM, Luís 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 equitativo. 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.