

Um Modelo Matemático-Estatístico de Apoio a Gestão de Preço, Produção e Resultado, Baseado em Custos e Demanda

Felipe Dantas Cassimiro Da Silva

Karina de Melo Gouveia

Jorge Expedito de Gusmão Lopes

Marcleide Maria M. Pederneiras

Resumo:

Este artigo tem como objetivo demonstrar um modelo de apoio à gestão de preço, produção e resultado levando em consideração as interferências internas e externas às empresas, nos lucros. As variáveis que determinam o resultado da empresa (Preço de venda, custos variáveis e fixos, despesas variáveis e fixas, volume de vendas etc) devem ser consideradas como aleatórias, ou seja, podem variar dentro de uma faixa de estimativa. Como no estudo é estipulado um período de validade para a análise, conveniente a cada tipo de empresa, pode-se considerar apenas a demanda como variável aleatória. O modelo se baseia na estrutura de custos (pelo método Direto ou Variável), na análise da equação estimada da demanda ($Q(P_u) = a + b \cdot P_u$) e na análise estatística da variação do ponto ótimo (maximização da margem de contribuição total) na demanda. Para o desenvolvimento do artigo foi usado o proceder metodológico dedutivo-analítico através de documentação indireta. Conclui-se, ao final, que o modelo abordado neste trabalho segue uma tendência internacional de planejamento, oferecendo ao gestor mais um instrumento de apoio ao processo decisório.

Palavras-chave:

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

Um Modelo Matemático-Estatístico de Apoio a Gestão de Preço, Produção e Resultado, Baseado em Custos e Demanda

Autores:

Felipe Dantas Cassimiro Da Silva
UFPE

Karina de Melo Gouveia
UFPE

Jorge Expedito de Gusmão Lopes
UFPE

Marcleide M^a M. Pederneiras
UFPE, ASPER, UnB

RESUMO

Este artigo tem como objetivo demonstrar um modelo de apoio à gestão de preço, produção e resultado levando em consideração as interferências internas e externas às empresas, nos lucros. As variáveis que determinam o resultado da empresa (Preço de venda, custos variáveis e fixos, despesas variáveis e fixas, volume de vendas etc) devem ser consideradas como aleatórias, ou seja, podem variar dentro de uma faixa de estimativa. Como no estudo é estipulado um período de validade para a análise, conveniente a cada tipo de empresa, pode-se considerar apenas a demanda como variável aleatória. O modelo se baseia na estrutura de custos (pelo método Direto ou Variável), na análise da equação estimada da demanda ($Q(P_u) = a + b \cdot P_u$) e na análise estatística da variação do ponto ótimo (maximização da margem de contribuição total) na demanda. Para o desenvolvimento do artigo foi usado o proceder metodológico dedutivo-analítico através de documentação indireta. Conclui-se, ao final, que o modelo abordado neste trabalho segue uma tendência internacional de planejamento, oferecendo ao gestor mais um instrumento de apoio ao processo decisório.

1. Introdução

Grande parte das empresas no Brasil se abstém da utilização de dados internos e externos para conduzir e controlar seus estabelecimentos. O Brasil, segundo dados recentes, é o país com o maior percentual de empreendimentos por ano, no entanto é um dos líderes em falência de empresas com menos de cinco anos de vida. Este retrato atual do país é o reflexo da cultura disseminada entre o empresariado brasileiro: a intuição é por si só o único mecanismo de atuação e controle empresarial.

Um dos grandes problemas das empresas brasileiras é o estabelecimento do preço de venda. Sabemos que, em uma economia de mercado fortemente competitiva, os preços são determinados pela lei de oferta e procura. Por isso

mesmo, o preço do produto é conseqüência de uma combinação de vários fatores, desde a sua utilidade até a apresentação final do produto em termos de embalagem. Portanto, a negligência de informações tanto internas (custos, capacidade de produção...) como externas (demanda, preço dos concorrentes...) é um caminho certo para o fracasso. É preciso que as empresas atentem para isso e comecem a planejar amplamente seus passos de forma a tentar maximizar os resultados e otimizar a produção.

Por outro lado, sabe-se que as poucas empresas que planejam algo, ao estimarem seus resultados consideram todas as variáveis como certas (Preço de vendas, produção, custo unitário por produto, etc), não incluindo na análise o ajustamento necessário ocasionado pelo fator risco de realização destas variáveis. Portanto, é primordial que os estudos de viabilização e de resultados considerem as variáveis, que compõem a produção e o resultado final, como aleatórias, para que, desta forma, possa-se estabelecer diversos níveis de situações de produção e resultado com as suas respectivas probabilidades de acontecimento. Esta iniciativa leva a um estudo mais seguro no apoio a tomada de decisão desde o planejamento até a execução.

E é neste contexto que se insere o estudo, buscando dar ao gestor uma alternativa para o planejamento, através de um modelo Matemático-Estatístico, que busca aos vários níveis de preço possíveis e absorvíveis pelo mercado, o que maximiza o resultado final da empresa, considerando uma escala probabilística de estimativa.

2. Contextualização do Problema no Estabelecimento das Variáveis

A análise tradicional (ou determinística) supõe que todas as variáveis que compõem o estudo de resultado são conhecidas exatamente. Isso, no entanto, para países como o nosso, onde o grau de risco em quase todos os setores da economia é fator predominante, torna a análise bastante improvável. Seria bastante ingênuo achar que o planejamento depende apenas da capacidade produtiva da empresa e da vontade arbitrária dos administradores, sem qualquer interferência do meio externo.

Logo, empresas inseridas em um mercado concorrente, onde a demanda pelos seus produtos reserva em sua essência um certo grau de elasticidade (quando varia o preço de venda varia também a quantidade demandada), devem considerar em seus estudos analíticos o fator risco, ou seja, as previsões relativas às unidades a serem vendidas não se constituem em uma variável única e certa, mas se distribuem em uma determinada faixa de realização, para mais ou para menos.

Contudo, fica claro que, para a exposição do modelo, a única variável aleatória a ser considerada será o volume de vendas. Pois, a determinação, por cada empresa, do período de estimativas (mês, trimestre, semestre...) depende de estudos de tendências de inflação, taxa de juros, etc, do seu setor. E, desta forma, pode-se escolher o período onde estas tendências interfiram o mínimo possível nas outras variáveis (custos, despesas...), deixando-as, portanto, relativamente⁽¹⁾ invariáveis para o estudo.

3. Conceitos Preliminares

Para o entendimento do modelo, é preciso antes estar certo do conhecimento de alguns conceitos pertinentes ao modelo:

1. *Custos Diretos ou Variáveis*: são os gastos que podem ser perfeitamente identificados com a unidade do produto, bastando para isso haver uma medida de consumo (Kg, horas-máquina...). No trabalho, só foram levados em conta como custo direto os gastos com materiais diretos, uma vez que a mão-de-obra direta, por produto, é de difícil mensuração. Portanto, optamos por considerá-la como custo fixo.
2. *Custo de Estrutura, Fixos ou Indiretos de Fabricação (CIF)*: tratam-se dos gastos fabris que estão intimamente ligados com o período, não oscilando proporcionalmente com o volume de produção. Em alguns casos, podem ser identificados com a fabricação de um produto ou grupo de produtos. São exemplos: mão-de-obra, depreciação, impostos, seguros etc.
3. *Despesas Variáveis de Vendas*: são os tributos incidentes sobre a receita de vendas (ISS, IPI, ICMS, PIS, Cofins...) e os eventuais royalties e comissões.
4. *Margem de Contribuição*: é a diferença entre a Receita e os Custos e Despesas Variáveis. $MC = R - (CV + DV)$
5. *Custos Financeiros de Produção*: são os encargos financeiros do capital investido nos Estoques de materiais diretos, produtos em elaboração e acabados em decorrência do ciclo de fabricação de um produto.
6. *Despesas Fixas*: são os gastos de estrutura administrativa e comercial de uma empresa. Geralmente, não oscilam com a produção, mas podem, em alguns casos, serem identificados a um produto ou a um grupo de produtos. Exemplos de Despesas Fixas: salário dos administradores, Contabilidade, Auditoria etc.
7. *Coeficiente de correlação entre duas Variáveis*: é o grau de co-relacionamento verificado no comportamento de duas variáveis. Ou seja, até que ponto os valores de uma variável estão relacionados com os da outra. O grau vai desde -1 (correlação perfeitamente negativa), quando as variáveis, em estudo, estão inversamente correlacionadas⁽²⁾; até $+1$ (correlação perfeitamente positiva), quando as variáveis estão diretamente correlacionadas⁽³⁾.
8. *Variância, ou (Desvio-Padrão)²*: é o grau de dispersão dos possíveis resultados em relação ao valor esperado.
9. *Curva normal*: é uma representação estatística para demonstrar os infinitos valores em uma distribuição de probabilidade normal. Ela é simétrica, quando os valores se distribuem uniformemente em relação a média (50% e 50%).

4. Custeio por Absorção ou Custeio Direto

É de senso comum, em gestão de custos, que existem dois métodos comumente utilizados pelas empresas para o planejamento: Custeio por Absorção e o Custeio Direto ou Variável. Existem outros métodos, mas como, de certa forma, estes derivam daqueles dois, nos deteremos apenas àqueles.

Segundo MARTINS (2000) no Custeio por Absorção, todos os gastos de fabricação (diretos e indiretos) são incluídos no custo unitário de cada produto por um critério de rateio qualquer, para fins de valorização dos estoques, excluindo-se apenas os gastos considerados como despesa do período. Já o Custeio Direto, considera apenas como custo unitário do produto os gastos diretos de fabricação, sendo os demais gastos Custos e Despesas do período.

Para o modelo apresentado neste artigo, o método de custeio por absorção fica inviabilizado. Pois, neste método, a quantidade a ser vendida (ou o volume de produção) deve ser um dado certo, já que para estabelecer o critério de rateio dos

custos e o preço de venda a empresa precisa da quantidade a ser produzida, não levando em consideração, portanto, o ponto principal deste trabalho, que é o fator risco da demanda. Outro motivo para descartar o custeio por absorção, é o forte grau de subjetividade para o estabelecimento do critério de rateio dos custos indiretos de fabricação, tendo, portanto, dois custos unitários por produto, no mínimo, prejudicando, desta forma, a análise do resultado final.

O modelo, todavia, baseia-se no método de Custeio Direto, pois o único gasto perfeitamente identificado ao produto, é o custo variável, considerado para um período determinado. O Custeio Direto tem como máxima o conceito de Margem de Contribuição, que nada mais é do que o montante que “sobra” da receita, após subtraídos os custos e despesas variáveis, para cobrir os Custos e Despesas Fixas e ainda gerar lucro. Por outro lado, sabe-se que quanto maior a Margem de Contribuição total, considerando que a uma certa escala de produção os custos fixos não se alteram, maior será o lucro da empresa.

Portanto, é de suma importância que a empresa se preocupe em maximizar a Margem de Contribuição total e não a Receita total. Um bom exemplo disto, é uma empresa que, ao estipular um preço de R\$900,00, para o seu produto, consegue vender 1.100 unidades, e ao elevar o seu preço para R\$1.000,00 só consegue vender 1.000 unidades. Sabendo-se que o custo e despesas variáveis deste produto é de R\$300,00 e o Custo e Despesa Fixa da empresa é de R\$100.000,00, qual seria a melhor opção de preço?

1º Hipótese:

$$\text{Receita Total} = 1.100 \times \text{R}\$900 = \text{R}\$ 1.080.000$$

$$\text{Margem de Contribuição Total} = (900 - 300) \times 1.100 = \text{R}\$ 660.000$$

$$\text{Lucro Líquido} = 660.000 - 100.000 = \text{R}\$ 560.000$$

2º Hipótese:

$$\text{Receita Total} = 1.000 \times \text{R}\$1.000 = \text{R}\$ 1.000.000$$

$$\text{Margem de Contribuição Total} = (1.000 - 300) \times 1.000 = \text{R}\$ 700.000$$

$$\text{Lucro Líquido} = 700.000 - 100.000 = \text{R}\$ 600.000$$

Comprova-se, portanto, como o acima exposto, que mesmo com uma receita líquida total maior, para a primeira hipótese, prevaleceu a de maior margem de contribuição total.

Com este exemplo bastante prático, fica claro o conceito e a importância da análise da demanda. A demanda ou volume de vendas, como antes dito, é um fator de forte risco quanto a sua realização, tratando-se, desta forma, de uma variável aleatória. Ou seja, para um valor esperado de demanda deve-se considerar um intervalo para mais ou para menos, de forma a maximizar a estimativa. Para que a demanda reflita, pelo menos, a tendência de consumo, é preciso um estudo de mercado bastante eficaz, mensurando os possíveis desvios e erros que possam ocorrer. Com essa afirmativa, fica claro a peculiaridade da demanda nos diversos setores da economia e das diversas empresas que compõem estes setores, ou seja, para cada empresa, de um determinado setor, existe uma expectativa de consumo específica.

5. O Modelo

O modelo será exposto através de um exemplo prático de forma a facilitar o entendimento do mesmo. O exemplo se passa com uma empresa hipotética que fabrica e comercializa picolés no Nordeste do Brasil.

→ *Contextualização da Empresa:*

A empresa fabrica três tipos de picolés para serem comercializados no mercado interno. Por se tratar de uma empresa que comercializa um produto supérfluo, a demanda por esses produtos conserva em sua essência um certo grau de Elasticidade (quando varia o preço varia também a quantidade demandada). Outra peculiaridade do produto é a sua sazonalidade, mas como 100% de sua produção é vendida no nordeste do Brasil, onde as temperaturas anuais são relativamente altas, este fato não afeta com significância as demandas dos produtos.

→ *Estrutura dos Custos:*

Para o planejamento do período, considera-se que os custos fixos permanecerão constantes para o período, pois, a princípio a empresa não pretende aumentar sua capacidade produtiva; o valor a ser gasto com materiais diretos e o percentual das despesas variáveis, para o período de 3 mês (período de planejamento e análise para esta empresa), permanecerão relativamente constantes. Como já dito anteriormente, a mão-de-obra direta não comporá o cálculo do custo direto pelas razões antes explicitadas.

A) Banco de Dados do Preço dos Materiais Diretos

BANCO DE DADOS PREÇO DOS RECURSOS VARIÁVEIS			
Descrição	Código	Unidade	Preço (R\$)
Suco de Limão	001	MI	0,01
Açúcar	002	Kg	0,90
Corante	003	MI	0,30
Leite	004	L	0,85
Leite Condensado	005	L	5,00
Amido de Milho	006	Kg	2,50
Chocolate em pó	007	Kg	3,20
Ovo	008	Unidade	0,15
Palito	009	Unidade	0,01
Embalagem	010	Unidade	0,40

Quadro – 01 (Banco de Dados dos Preços dos Custos Variáveis)

B) Custos Variáveis por Produto

Código do Produto: 01.0001

Nome do Produto: Picolé de Limão

Descrição	Código	Unidade	Quantidade	Total (R\$)	Part. Custos
Suco de Limão	001	MI	15	0,15	20%
Açúcar	002	Kg	0,03	0,027	4%
Corante	003	MI	0,5	0,15	20%

Palito	009	Unidade	1	0,01	1%
Embalagem	010	Unidade	1	0,4	54%
CUSTO VARIÁVEL UNITÁRIO				0,737	100%

Quadro – 02 (Ficha técnica de produção do produto 01.0001)

Código do Produto: 01.0002

Nome do Produto: Picolé de Chocolate

Descrição	Código	Unidade	Quantidade	Total (R\$)	Part. Custos
Leite	004	L	0,2	0,17	16%
Leite Condensado	005	L	0,05	0,25	23%
Açúcar	002	kg	0,03	0,027	2%
Chocolate em pó	007	kg	0,05	0,16	15%
Amido de Milho	006	kg	0,03	0,075	7%
Palito	009	unidade	1	0,01	1%
Embalagem	010	unidade	1	0,4	37%
CUSTO VARIÁVEL UNITÁRIO				1,092	100%

Quadro – 03 (Ficha técnica de produção do produto 01.0002)

Código do Produto: 01.0003

Nome do produto: Picolé de Creme

Descrição	Código	Unidade	Quantidade	Total (R\$)	Part. Custos
Leite	004	L	0,2	0,17	18%
Leite Condensado	005	L	0,05	0,25	27%
Açúcar	002	kg	0,03	0,027	3%
Amido de Milho	006	kg	0,03	0,075	8%
Palito	009	unidade	1	0,01	1%
Embalagem	010	unidade	1	0,4	43%
CUSTO VARIÁVEL UNITÁRIO				0,932	100%

Quadro – 04 (Ficha técnica de produção do produto 01.0003)

C) Custos Fixos

ESTRUTURA DOS CUSTOS FIXOS				
Depreciações	Valor Bruto	V. Residual	Taxa a.a	Valor trim.
Refrigerador Central	15.000,00	750,00	5%	178,13
Máquina 1	4.000,00	200,00	10%	95,00
Equipamento	7.920,00	396,00	20%	376,20
Ferramentas	2.000,00	100,00	25%	118,75
Caminhão Refrigerado	70.000,00	50.000,00	10%	500,00
TOTAL				1.268,08
Energia Elétrica	Mensal (KWh)	Preço (KWh)	Total	Valor trim.
Produção (estimativa)	2.000	0,32	640,00	1.920,00
Aluguéis	Valor Anual	Tempo (anos)	Utilização	Valor trim.
Máquina 2	1.500,00	5	0,25	75,00
Máquina 3	2.000,00	5	0,25	100,00
TOTAL				175,00
Salários	Valor Mensal	Nº de func.	Salário	Valor trim.
Funcionários	300,00	8	250,00	900,00
Supervisores	550,00	1	750,00	1.650,00
Encargos sociais				
FGTS (8%)	221,00	(Real)		221,00
INSS (25%)	637,50	(Real)		637,50
Seg. Acidente (3%)	19,13	(Estimativa)		19,13
Férias (salário + 1/3)	282,63	(Provisão)		282,63

13 ^o Salário	212,50	(Provisão)		212,50
Auxílio Doença (1%)	6,38	(Estimativa)		6,38
TOTAL				3.929,13
Seguros	Valor Total	Tempo (anos)	Utilização	Valor trim.
Máquina 1	400,00	10	0,25	10,00
Refrigerador Central	1.500,00	10	0,25	37,50
TOTAL				47,50
TOTAL ESTIMADO PARA O TRIMESTRE				7.339,70

Quadro – 05 (Estrutura dos Custos Fixos CIF)

TABELA DOS CUSTOS FIXOS IDENTIFICADOS A CADA PRODUTO E À FABRICA	
CÓDIGO	Custo fixo id. Total
01.0001	873,00
01.0002	747,00
01.0003	580,00
Fábrica	5.139,70
TOTAL	7.339,70

Quadro – 06 (Identificação dos custos fixos aos produtos)

D) Despesas Fixas

ESTRUTURA DAS DESPESAS FIXAS				
Depreciações	Valor Bruto	Valor Residual	Taxa (a.a.)	Valor Anual
Central de ar condicionado	10.000,00	5.000,00	5%	250,00
Sistema/equip. de Informat.	5.000,00	0,00	25%	1.250,00
TOTAL				1.500,00
Manutenções (estimativa)				500,00
Energia Elétrica	Consumo mensal (KWh)	Valor do KWh	Total mensal	
Fábrica	500	0,32	160	480,00
TOTAL				480,00
Impostos Previstos				200,00
Aluguel	Valor Anual	Tempo (anos)	Utilização (anos)	
Fábrica	30.000,00	10	0,25	7.500,00
Salários	Salário mensal	Nº de Func.	Valor Total	
Administradores	3.000,00	1	3.000,00	9.000,00
Gerentes comerciais	500,00	1	500,00	1.500,00
Vendedores	300,00	3	900,00	2.700,00
Secretárias	250,00	1	250,00	750,00
Gerente Financeiro	500,00	1	500,00	1.500,00
Funcionários do Dpto. Finc.	300,00	1	300,00	900,00
Gerente de marketing	500,00	1	500,00	1.500,00
Funcionários do Dpto. Mark.	300,00	1	300,00	900,00
Contador	500,00	1	500,00	1.500,00
Funcionários da Contab.	300,00	1	300,00	900,00

<i>Encargos Sociais</i>			
FGTS (8%)	1.821,00	(Real)	1.821,00
INSS (25%)	5.287,50	(Real)	5.287,50
Seg. Acidente (3%)	158,63	(Estimativa)	158,63
Férias (salário + 1/3)	2.144,63	(Provisão)	2.144,63
13 ° Salário	1.612,50	(Provisão)	1.612,50
Auxílio Doença (1%)	16,13	(Estimativa)	16,13
Total			32.190,38
Terceirização de Serviços	Limpeza (mensal)	Segurança (mensal)	
Valores Anuais	500,00	416,67	2.750,00
Provisão Auditoria			1.250,00
TOTAL PREVISTO PARA O TRIMESTRE			46.370,38

Quadro – 07 (Estrutura das Despesas fixas)

E) Despesas Variáveis (Sobre a Receita)

BANCO DE DADOS DESPESAS VARIÁVEIS	
Descrição	Alíquotas
COFINS	3,00%
PIS	0,65%
ICMS	15,00%
IPI	10%
Comissão de Vendas	5,00%
Total das Desp. Var.	33,65%

Quadro – 08 (Banco de Dados das despesas Variáveis)

→ *Estimativa da Curva de Demanda por Produto*

Na empresa existe um departamento de Marketing responsável pela realização dos estudos de mercado dos três produtos fabricados e comercializados pela empresa. O departamento estabeleceu a tendência de consumo (Estimativa) refletido de forma generalizada através de uma equação da curva de demanda, levando em consideração uma escala de produção para cada produto no período (um trimestre). Num primeiro momento, a estimativa feita pelo departamento, considera que as variáveis que influenciam o comportamento da demanda permanecerão constante (análise das possíveis variações será feita posteriormente).

Sabe-se que a equação da demanda é uma função decrescente, pois quanto maior o preço, menor a quantidade procurada, ou seja, a demanda está em função do preço unitário: $Q(P_u) = a - b \cdot P_u$, (onde, “ $Q(P_u)$ ” é a quantidade demandada; “ a ” é o intercepto da função no eixo Y; “ b ” é a inclinação da reta; e “ P_u ” é o preço unitário de venda). Logo, o departamento de Marketing, para o trimestre, chegou as seguinte equações:

- Para o picolé de limão uma equação igual a $Q(P_u) = 875.000 - 500.000P_u$, para uma capacidade produtiva de 210.000 unidades;
- Para o picolé de chocolate uma equação igual a $Q(P_u) = 967.500 - 400.000P_u$, para uma produção máxima de 250.000 unidades;
- E Para o picolé de creme uma equação igual a $Q(P_u) = 470.000 - 200.000P_u$, para uma produção máxima de 200.000 unidades.

Foi constatado, também, pelo Departamento de Marketing, uma considerável correlação positiva⁽⁴⁾, entre as demandas, ou seja, as vendas dos três produtos, dois a dois, estão inter-relacionadas na mesma direção.

Vale ressaltar que, como o exemplo é dado com correlação positiva, não se pode esquecer a aplicabilidade do modelo para os casos de correlação negativa, bastante comum no mundo dos negócios.

→ *Metodologia de Cálculo do Preço Ótimo de Venda por Produto, Através da Equação da Margem de Contribuição Total*

Para o produto 01.0001:

$MC_t = \text{Receita líquida de Venda} - (\text{Custo Variável Total} + \text{Custo e Desp. Fixas identificadas})$

$MC_t = \{[1 - (\text{soma da \% das desp. Variáveis})] \times \text{Receita Total}\} - (CV_t + CDF_i)$

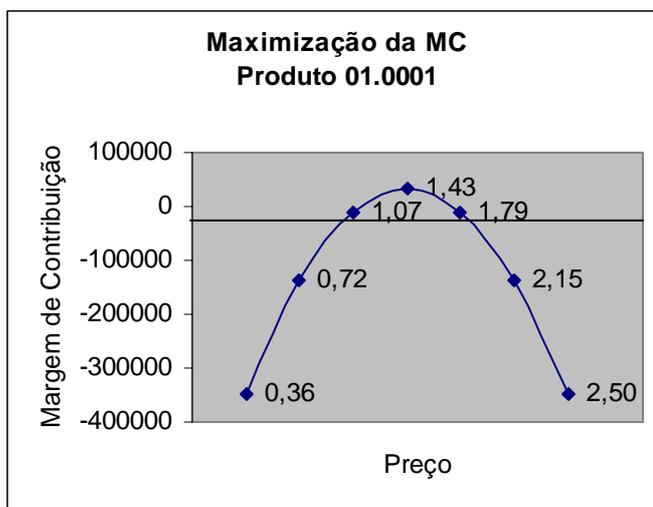
$MC_t = [0,6635 \times (P_u \times Q)] - [(Cv_u \times Q) + CDF_i]$

$MC_t = \{0,6635 \times [P_u \times (875.000 - 500.000 P_u)]\} - \{[0,737 \times (875.000 - 500.000 P_u)] + 873 + 0\}$

$MC_t (P_u) = - 331.750 P_u^2 + 949.062,50 P_u - 645.748$

Logo, o preço ótimo é igual ao $X_v (-B/2A)$ da Função (Parábola); e a Margem de Contribuição máxima o $Y_v (-\kappa/4A)$.

Preço Ótimo para Comercialização = R\$ 1,43 (valor aproximado)



Margem de Contribuição total máxima = R\$ 33.015,80 (Valor aproximado)

Gráfico – 01 (Comportamento da Margem de Contribuição total nos diversos níveis de preço)

Deve ser repetido a mesma metodologia para os outros dois produtos.

→ *Análise do Ponto na Demanda*

A um preço de R\$1,43 a demanda é de 160.000 unidades (875.000 – 500.000 x 1,43). Como a capacidade produtiva da empresa para este produto é de 210.000 unidades por trimestre, não há problema em relação à expectativa de venda. (Obs: se a quantidade demandada for maior que a possibilidade de produção, deve-se considerar, para fins de análise da demanda, a capacidade produtiva plena, já que qualquer produção abaixo deste valor teria uma margem de contribuição total menor;

ou estudar a viabilização da ampliação da capacidade produtiva, mas isso implica, geralmente, em aumento de custos fixos; ou ainda, abster-se de produzir outro produto da empresa para concentrar recursos na ampliação da capacidade produtiva, desde que qualquer destas decisões maximizem o resultado final da empresa).

Aos níveis de Demanda encontrados com os cálculos anteriores, o Departamento de Marketing, através de análises históricas de vendas em interação com a análise tendência de mercado e pesquisas de campo, constatou as seguintes probabilidades para os produtos 01.0001, 01.0002 e 01.0003:

Q(Pu) Variação no ponta da demanda (01.0001)	Q(Pu) Variação no ponta da demanda (01.0002)	Q(Pu) Variação no ponta da demanda (01.0002)	PROBABILIDADE
140.000	133.500	78.000	10%
150.000	144.500	86.000	15%
160.000	155.500	94.000	50%
170.000	166.500	102.000	15%
180.000	177.500	110.000	10%

Quadro – 09 (Estudo da probabilidade no ponto da demanda)

O valor da demanda esperada, se confirma com a seguinte relação:

$$E(D) = (0,10 \times 140.000) + (0,15 \times 150.000) + (0,50 \times 160.000) + (0,15 \times 170.000) + (0,10 \times 180.000)$$

$$E(D) = 160.000 \text{ (do produto 01.0001)}$$

O Desvio-Padrão ou risco é dado por:

$$\sigma = \left(\sum_{k=1}^n P_k (D_k - D_{MED})^2 \right)^{1/2}$$

onde,

P_k é a probabilidade;

D_k a demanda na probabilidade especificada;

D_{MED} a demanda média.

$$\sigma = [0,10 \times (140.000 - 160.000)^2 + 0,15 (150.000 - 160.000)^2 + 0,50 (160.000 - 160.000)^2 + 0,15 \times (170.000 - 160.000)^2 + 0,10 \times (180.000 - 160.000)^2]^{1/2}$$

$$\sigma = 10.488,09 \text{ (do produto 01.0001)}$$

Deve ser repetido o mesmo raciocínio para os outros dois produtos.

→ *Metodologia para a análise de variação do resultado (Lucro esperado)*

Depois dos estudos individuais de cada produto, pode-se confeccionar a seguinte tabela:

Produto	Demanda Esperada E(D)	Variância da Demanda Esperada (σ^2)	Preço de Venda (und.)	Custo Variável (und.)	Custos Fixos identificados ao Produto	Margem de Contribuição unitária (MCu)
01.0001	160.000	(10.488,09) ²	1,43	0,737	873,00	0,2063
01.0002	155.500	(11.536,89) ²	2,03	1,092	747,00	0,2501
01.0003	94.000	(8.390,47) ²	1,88	0,932	580,00	0,3092

Quadro – 10 (Tabela-resumo dos dados obtidos)

Com estes dados, pode-se construir uma simulação de resultados bastante ampla, considerando desde a venda única de cada produto até a venda dos três produtos conjuntamente. Com isso, tem-se sete possibilidades de produção e resultado diferentes:

$$\begin{aligned} E_a(\text{lucro}) &= (MCu_1 \times E(D)_1) - CDFc \\ E_b(\text{lucro}) &= (MCu_2 \times E(D)_2) - CDFc \\ E_c(\text{lucro}) &= (MCu_3 \times E(D)_3) - CDFc \\ E_d(\text{lucro}) &= [(MCu_1 \times E(D)_1) + (MCu_2 \times E(D)_2)] - CDFc \\ E_e(\text{lucro}) &= [(MCu_1 \times E(D)_1) + (MCu_3 \times E(D)_3)] - CDFc \\ E_f(\text{lucro}) &= [(MCu_2 \times E(D)_2) + (MCu_3 \times E(D)_3)] - CDFc \\ E_g(\text{Lucro}) &= [(MCu_1 \times E(D)_1) + (MCu_2 \times E(D)_2) + (MCu_3 \times E(D)_3)] - CDFc \end{aligned}$$

Onde,

1 = é a especificação para o produto 01.0001

2 = o produto 01.0002

3 = o produto 01.0003

CDFc = Custos e Despesas Fixas Comuns

Segundo IUDÍCIBUS (1988) o Desvio-Padrão do lucro, para a produção e venda de um único produto, é dado por:

$$\sigma(L) = MCu_i \times \sigma_i$$

$$\sigma(L) = 0,2063 \times 10.488,09$$

$$\sigma(L) = 2.164,20 \text{ (para a produção e venda apenas do produto 01.0001)}$$

Segundo JOHNSON e SIMIK (1973) a variância (σ^2) do lucro para dois produtos, considerando uma correlação entre as demandas, é dada por:

$$\text{VAR}(L) = [MCu_i, MCu_j] \times \begin{vmatrix} \sigma_i^2 & \rho_{ij} \times \sigma_i \times \sigma_j \\ \rho_{ij} \times \sigma_i \times \sigma_j & \sigma_j^2 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} MCu_i \\ MCu_j \end{vmatrix}$$

$$\sigma^2(L) = (MCu_i^2 \times \sigma_i^2) + 2 \times (\rho_{ij} \times \sigma_i \times \sigma_j \times MCu_i \times MCu_j) + (MCu_j^2 \times \sigma_j^2)$$

E para três produtos a variância é dada por:

$$\text{VAR}(L) = [Mcu_i, Mcu_j, Mcu_k] \times \begin{vmatrix} \sigma_i^2 & \rho_{ij} \times \sigma_i \times \sigma_j & \rho_{ik} \times \sigma_i \times \sigma_k \\ \rho_{ji} \times \sigma_j \times \sigma_i & \sigma_j^2 & \rho_{jk} \times \sigma_j \times \sigma_k \\ \rho_{ki} \times \sigma_k \times \sigma_i & \rho_{kj} \times \sigma_k \times \sigma_j & \sigma_k^2 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} MCu_i \\ MCu_j \\ MCu_k \end{vmatrix}$$

$$\sigma^2(L) = (MCu_i^2 \times \sigma_i^2) + (Mcu_j^2 \times \sigma_j^2) + (Mcu_k^2 \times \sigma_k^2) + (2 \times \rho_{ij} \times \sigma_i \times \sigma_j \times MCu_i \times MCu_j) + (2 \times \rho_{ik} \times \sigma_i \times \sigma_k \times MCu_i \times Mcu_k) + (2 \times \rho_{jk} \times \sigma_j \times \sigma_k \times Mcu_j \times Mcu_k)$$

Onde (para as três fórmulas),

“i”, “j” e “k” pode ser qualquer um dos três produtos desde que $i \neq j \neq k$
 “ σ_i ”, “ σ_j ” e “ σ_k ” é o Desvio-Padrão da Demanda Esperada.
 “ ρ ” é a correlação entre as demandas (dois a dois).

Portanto, através do modelo matricial acima demonstrado, podemos generalizar o modelo e calcular a variância, não só para três, como para mais produtos.

Sendo a Correlação entre as demandas dos produtos igual a $\rho_{1,2} = \rho_{1,3} = \rho_{2,3} = 0,50$, e substituindo os elementos das equações, antes mostradas, pelos seus respectivos valores, tem-se o seguinte quadro de probabilidades (distribuição na curva normal simétrica) para os diversos níveis de lucro e prejuízo. Para elaboração deste quadro, foi utilizada a tabela de distribuição normal (Anexo I), depois de converter as variáveis normais em sua forma reduzida. Para tanto, utilizou-se a seguinte relação:

$$Z \text{ (Variável-Padrão)} = \frac{\text{Lucro Analisado} - \text{Lucro Esperado}}{\sigma \text{ (Desvio-Padrão do lucro)}}$$

	Venda apenas do produto “1”	Venda apenas do produto “2”	Venda apenas do produto “3”	Venda do produto “1” e “2”	Venda do produto “1” e “3”	Venda do produto “2” e “3”	Venda dos três produtos
E(L)	-20.694,28	-14.819,35	-24.664,36	18.196,45	8.371,44	14.246,37	47.262,17
$\sigma(L)$	2.164,20	2.885,39	2.601,95	4.387,92	4.126,70	4.747,88	6.251,85
Probab:							
L<0	1,0000	1,0000	1,0000	0,0001	0,0212	0,0013	0,0000
L>0	0,0000	0,0001	0,0000	1,0000	0,9787	0,9987	1,0000
L>10.000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9686	0,3483	0,8133	1,0000
L>20.000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3409	0,0025	0,1131	1,0000
L>30.000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0036	0,0000	0,0001	0,9971
L>40.000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8770
L>50.000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3336

Quadro – 11 (Tabela de probabilidade para prejuízos e faixa de lucros)

Pelo quadro, constata-se que a venda dos três produtos, na simulação, configura-se como o ponto mais provável de maximização do lucro para a empresa. Considerando um cenário ótimo, onde as vendas seriam as máximas possíveis para os três produtos, teríamos um lucro, aproximado, de \$58.000,00. Como a probabilidade do lucro ser maior que R\$40.000,00, para o período, é de 87,70% ($Z = [40.000 - 47.262,17]/6.251,85 = -1,16$; que na tabela é 0,3770; o sinal negativo indica que o valor está a esquerda do volume esperado: 37,70% + 50%) e a probabilidade de prejuízo é a mais próxima de zero, esta opção é bastante tentadora para o administrador, como mostra o gráfico da curva normal simétrica abaixo.

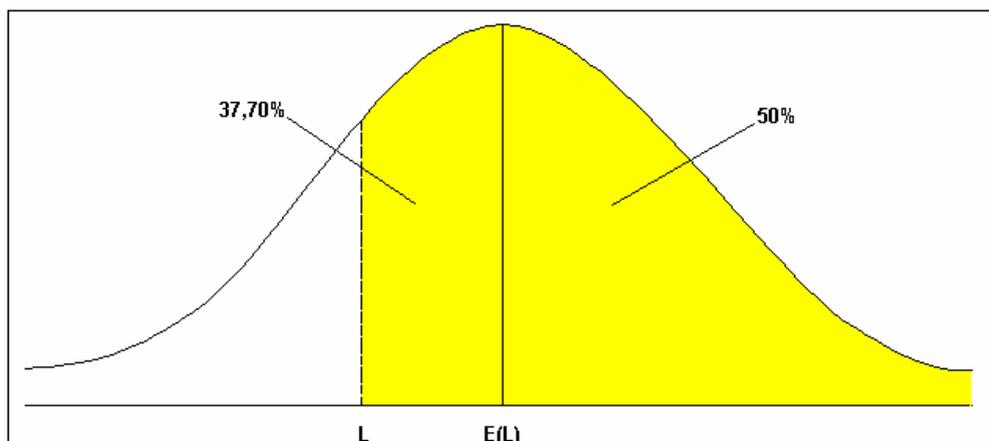


Gráfico – 02 (Curva normal de probabilidade)

Com isto, prova-se a utilidade deste método no auxílio à tomada de decisão. Pois, dispõem-se de uma gama de possibilidades e probabilidades em todos os níveis de resultados, deixando para a concepção e decisão do gestor a melhor escolha possível, que possibilite a maximização do resultado final da empresa, levando em consideração, no entanto, seus objetivos de mercado, vendas e seu grau de aversão ao risco.

Vale salientar, ainda, que o modelo é aplicado, também, a empresas com produtos não correlacionados, devendo-se, nestes casos, estruturar o estudo por produto ou por centro de resultado, já que as estimativas de variações e probabilidades, descritas neste artigo, são na margem de contribuição unitária e não no lucro total em si, portanto, perfeitamente adaptável.

6. Conclusão

Verifica-se que o modelo determinístico, que considera suas variáveis como dado único, descarta, desta forma, o fator risco, tão evidente no nosso país.

Para a construção, no entanto, de modelos mais adaptáveis à realidade das empresas inseridas em um mercado concorrente e com demandas elásticas, deve-se considerar que as variáveis que compõem o resultado assumem um comportamento aleatório, levando-se em conta o Desvio-Padrão (risco) desta estimativa.

Como estamos lidando com variáveis aleatórias, e em especial a demanda, objeto do nosso estudo, que tem em sua estimativa um certo grau de probabilidade subjetiva, pois estamos trabalhando com a vontade de seres humanos, temos que ter como conceito que o modelo é apenas um parâmetro de auxílio à tomada de decisão, não se configurando, portanto, numa verdade absoluta e sim na mais provável.

O modelo, por ser mais ajustado à realidade, oferece à administração dados mais generalizados no comportamento das vendas, de modo a informar a menor probabilidade de se ter prejuízo, ou a maior probabilidade de se alcançar determinada faixa de lucro, dentre as possíveis combinações de produção.

Logo, a análise pura e fria dos dados confeccionados não tem nenhum valor gerencial. É neste momento que outras qualidades dos administradores, além das técnicas e conceituais, devem vir à tona, como a sensibilidade na escolha de uma decisão em detrimento de outra, a competência intuitiva etc.

Como se trata de um modelo, a possibilidade de surgir derivações e melhoramentos é evidente e salutar, pois, considerando que, para cada empresa existe uma realidade - operacional, de mercado, gestão, entre outros – o estudo deve-se adaptar as suas necessidades.

7. Notas de Final de Texto

- (1) - A palavra *Relativamente* sugere um monitoramento destas variáveis, durante a execução do planejamento, detectando possíveis distorções.
- (2) - A correlação perfeitamente inversa (-1) indica que quando qualquer uma das variáveis diminui a outra tende a elevar-se, e vice-versa.
- (3) - A correlação perfeitamente direta (+1) indica que quando qualquer uma das variáveis aumenta, ou diminui, a outra tende a variar no mesmo sentido.

- (4) - A título de enriquecimento, o coeficiente de correlação, entre duas variáveis “X” e “Y”, é dado, da seguinte maneira, por STEVENSON (1981):

$$\rho_{xy} = \frac{n \cdot \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{(n \cdot (\sum x^2) - (\sum x)^2)^{1/2} \cdot (n \cdot (\sum y^2) - (\sum y)^2)^{1/2}}$$

Onde “n” representa o número de observação das variáveis.

8. Bibliografia

- ACKOFF, L. Russell. **Planejamento Empresarial**. Rio de Janeiro: Editora livros técnicos e científicos, 1975.
- BARBARA, H. R.; SIMÕES, R.. **Administração de vendas: um enfoque gerencial**. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 1985.
- BENNETT, P. D.. **O comportamento do consumidor**. São Paulo: Atlas, 1995.
- BOYD JR., H. W.; WESTFALL, R.. **Pesquisa mercadológica: textos e casos**. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 1979.
- CORRAN, Luiz João. O Modelo Econômico da Empresa Quando Seus Produtos são Interdependentes Quanto a Demanda. **Caderno de Estudos da FIPECAFI**. São Paulo. Nº 5. Julho, 1992. Disponível em: http://www.eac.fea.usp.br/cadernos/completos/cad05/modelo_economico.pdf. Acesso em 15 de maio de 2003.
- FACCHININI, Walter. **Matemática**. 1ª Edição. São Paulo: Editora Saraiva, 1996.
- FRANK, R. E.. **Métodos quantitativos em marketing**. São Paulo: Atlas, 1993
- GANTZEL, G.; ALLORA, V.. **Revolução nos Custos**. 2ª Edição. Salvador: Casa da Qualidade, 1996.
- HOEL. P. G.. **Estatística Elementar**. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura, 1963.
- HORNGREN, C. T.; FOSTER, G.; DATAR, S. M.. **Contabilidade de Custos**. 9ª Edição. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000.
- IUDÍCIBUS, S.. **Análise de Custos**. São Paulo: Atlas, 1988.
- JONNISON, G. L.; SIMIK, S. S.. **Multiproduct CVP analysis Under Uncertainty**. Decision Science, 1973. In: CORRAN, Luiz João. O Modelo Econômico da Empresa Quando Seus Produtos são Interdependentes Quanto a Demanda. **Caderno de Estudos da FIPECAFI**. São Paulo. Nº 5. Julho, 1992. Disponível em: http://www.eac.fea.usp.br/cadernos/completos/cad05/modelo_economico.pdf. Acesso em 15 de maio de 2003.
- KOTLER, P.. **Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle**. São Paulo: Atlas, 1996.
- LEONE, G. G.. **Custos: Um Enfoque Administrativo**. 12ª Edição. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1998.
- _____. **Curso de Contabilidade de Custos**. 2ª edição. São Paulo: Atlas, 2000.
- LIVINGSTONE, J. M.. **Pesquisa de mercado: uma abordagem operacional**. São Paulo: Atlas, 1982.
- MARTINS, E.. **Contabilidade de Custos**, 7ª edição. São Paulo: Atlas, 2000.
- MATTAR, F. N.. **Pesquisa de marketing, metodologia, planejamento, execução e análise**. São Paulo: Atlas, 1993.
- PENTEADO FILHO, J. R. W.. **Previsão de vendas**. São Paulo: Atlas, 1984.
- PINDYCK, R.; RUBINFELD, D.. **Microeconomia**. 4ª Edição. São Paulo: Makron Books, 1999.

ROSSETI, José Paschoal. **Introdução à economia**. 17^o Edição. São Paulo, Atlas, 1991.

SAMUELSON, P. A.; NORDHAUS, W.D.. **Economia**. 16^o edição. Lisboa: McGraw-Hill, 1999.

SANTOS, J. J.. **Formação do Preço e do Lucro : custos marginais para formação de preços referenciais**. 4^a Ed. São Paulo, Atlas, 1996.

SOUKIAZIS, Elias. **Econometria: algumas noções básicas**. Coimbra: FEUC, 2002.

STEVENSON, W. J.. **Estatística Aplicada à Administração**. São Paulo: Harbra, 1981.

TAGLIACARNE, G.. **Pesquisa de Mercado: técnica e prática**. São Paulo: Atlas, 1989.

VARIAN, H.. **Microeconomia: Princípios Básicos**. 4^o Edição. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1999.

Anexo I

TABELA – Distribuição Normal Padronizada

Z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,0000	0,0040	0,0080	0,0120	0,0160	0,0199	0,0239	0,0279	0,0319	0,0359
0,1	0,0398	0,0438	0,0478	0,0517	0,0557	0,0596	0,0636	0,0675	0,0714	0,0753
0,2	0,0793	0,0832	0,0871	0,0910	0,0948	0,0987	0,1026	0,1064	0,1103	0,1141
0,3	0,1179	0,1217	0,1255	0,1293	0,1331	0,1368	0,1406	0,1443	0,1480	0,1517
0,4	0,1554	0,1591	0,1628	0,1664	0,1700	0,1736	0,1772	0,1808	0,1844	0,1879
0,5	0,1915	0,1950	0,1985	0,2019	0,2054	0,2088	0,2123	0,2157	0,2190	0,2224
0,6	0,2257	0,2291	0,2324	0,2357	0,2389	0,2422	0,2454	0,2486	0,2517	0,2549
0,7	0,2580	0,2611	0,2642	0,2673	0,2704	0,2734	0,2764	0,2794	0,2823	0,2852
0,8	0,2881	0,2910	0,2939	0,2967	0,2995	0,3023	0,3051	0,3078	0,3106	0,3133
0,9	0,3159	0,3186	0,3212	0,3238	0,3264	0,3289	0,3315	0,3340	0,3365	0,3389
1,0	0,3413	0,3438	0,3461	0,3485	0,3508	0,3531	0,3554	0,3577	0,3599	0,3621
1,1	0,3643	0,3665	0,3686	0,3708	0,3729	0,3749	0,3770	0,3790	0,3810	0,3830
1,2	0,3849	0,3869	0,3888	0,3907	0,3925	0,3944	0,3962	0,3980	0,3997	0,4015
1,3	0,4032	0,4049	0,4066	0,4082	0,4099	0,4115	0,4131	0,4147	0,4162	0,4177
1,4	0,4192	0,4207	0,4222	0,4236	0,4251	0,4265	0,4279	0,4292	0,4306	0,4319
1,5	0,4332	0,4345	0,4357	0,4370	0,4382	0,4394	0,4406	0,4418	0,4429	0,4441
1,6	0,4452	0,4463	0,4474	0,4484	0,4495	*0,4505	0,4515	0,4525	0,4535	0,4545
1,7	0,4554	0,4564	0,4573	0,4582	0,4591	0,4599	0,4608	0,4616	0,4625	0,4633
1,8	0,4641	0,4649	0,4656	0,4664	0,4671	0,4678	0,4686	0,4693	0,4699	0,4706
1,9	0,4713	0,4719	0,4726	0,4732	0,4738	0,4744	0,4750	0,4756	0,4761	0,4767
2,0	0,4772	0,4778	0,4783	0,4788	0,4793	0,4798	0,4803	0,4808	0,4812	0,4817
2,1	0,4821	0,4826	0,4830	0,4834	0,4838	0,4842	0,4846	0,4850	0,4854	0,4857
2,2	0,4861	0,4864	0,4868	0,4871	0,4875	0,4878	0,4881	0,4884	0,4887	0,4890
2,3	0,4893	0,4896	0,4898	0,4901	0,4904	0,4906	0,4909	0,4911	0,4913	0,4916
2,4	0,4918	0,4920	0,4922	0,4925	0,4927	0,4929	0,4931	0,4932	0,4934	0,4936
2,5	0,4938	0,4940	0,4941	0,4943	0,4945	0,4946	0,4948	0,4949	*0,4951	0,4952
2,6	0,4953	0,4955	0,4956	0,4957	0,4959	0,4960	0,4961	0,4962	0,4963	0,4964
2,7	0,4965	0,4966	0,4967	0,4968	0,4969	0,4970	0,4971	0,4972	0,4973	0,4974
2,8	0,4974	0,4975	0,4976	0,4977	0,4977	0,4978	0,4979	0,4979	0,4980	0,4981
2,9	0,4981	0,4982	0,4982	0,4983	0,4984	0,4984	0,4985	0,4985	0,4986	0,4986

3,0	0,4987	0,4987	0,4987	0,4988	0,4988	0,4989	0,4989	0,4989	0,4990	0,4990
3,10										
ou	0,4999									
mais										

NOTA: Para valores de Z acima de 3,09, use 0,4999 como área.

* Use esses valores comuns resultantes de interpolação:

Escore z	Área
1,645	0,4500
2,575	0,4950