

- * Hiroo Takaoka
* Washington Franco Mathias
** João Muccillo Netto
*** Jairo Simon da Fonseca

* Professores Assistentes do
Departamento de
Administração – FEA/USP.

** Professor do
Departamento de
Administração – FEA/USP.

*** Professor Adjunto do
Departamento de
Administração – FEA/USP.

APLICAÇÃO DE UM MODELO DE CRESCIMENTO PARA NOVOS PRODUTOS

19

INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por objetivo apresentar um resumo dos principais modelos de projeção de vendas válidos para novos produtos, sendo feita uma aplicação do Modelo de Bass (1969) para produtos brasileiros. Para esta aplicação procurou-se explicitar as características do modelo proposto por esse autor. A aplicação foi feita para o caso de televisores (preto e branco e em cores), por ser este o único bem durável para o qual estavam disponíveis séries históricas completas.

MODELOS DE VENDAS PARA NOVOS PRODUTOS

Um evento absolutamente normal dentro de economias dinâmicas, onde a renda discricionária cresce continuamente no tempo, é a obsolescência de produtos e/ou marcas. Isto implica, muitas vezes, no próprio desaparecimento da empresa.

Assim, faz-se necessária a implementação de um processo de gerência de negócios que leve em devida consideração o fenômeno "mudança."

Isto significa que as empresas devem procurar inovar sempre, seja pelo desenvolvimento de novos produtos ou de novas marcas.

Todavia, o simples desenvolvimento de novos produtos ou marcas não significa sucesso. Normalmente, este processo vem acompanhado de altos custos e de riscos. Muitas idéias brilhantes não se viabilizam em termos de um produto de sucesso no mercado e alguns produtos de sucesso apresentam ciclo de vida bastante curto.

Desse modo, o problema que se apresenta ao administrador de uma empresa é a concepção de um programa de desenvolvimento de novos produtos que ajude a minimizar os riscos associados à inovação.

20

Existem alguns ingredientes básicos para um programa desse tipo, sendo que um deles é a disponibilidade de modelos explícitos para planejamento e previsão das vendas de novos produtos.

A literatura recente sobre o assunto permite identificar diversos tipos de modelos de projeção de vendas de novos produtos. Estes modelos variam quanto ao número e quanto às características das variáveis consideradas, quanto ao nível de agregação e quanto ao método de solução.

Todos esses modelos procuram explicar e/ou prever o nível das vendas de novos produtos, ao longo do tempo, como resultado da influên-

cia de variáveis comportamentais ou de decisão.

Nesta parte do trabalho, buscamos descrever alguns desses modelos. Todavia, antes disso, procuraremos caracterizar melhor o conceito de "novo produto", bem como a "situação" que pode estar associada ao novo produto. Essa "situação" pode ser distinguida quanto ao grau de inovação que se acha imbutido no produto e o grau de recomprabilidade do mesmo. Essas características tendem a influenciar o projeto do modelo de previsão.

Existem três categorias de novos produtos que podem ser intuitivamente distinguidas:

(a) **PRODUTO TOTALMENTE NOVO:** ele é novo, tanto para o mercado como para a empresa. Ele virá compor uma classe de produtos que concorrerá com outras classes. Uma vez que ele é novo e diferente, os consumidores terão muito que aprender a respeito dele antes de adquirí-lo.

(b) **NOVA MARCA:** diz respeito a um produto que é novo para a empresa, mas não muito novo para o mercado. A nova marca representa o esforço da empresa, para penetrar numa dada classe de produtos.

Os consumidores reconhecem a marca como parte da referida classe de produtos e, portanto, menor será a necessidade de aprendizado

sobre o produto quando comparada com produtos totalmente novos.

(c) NOVO MODELO OU ESTILO: o produto é apenas superficialmente novo para o mercado e a empresa. Ele é imediatamente reconhecido e visto como sendo uma extensão ou dependente da linha de produtos da empresa. O produto já possui canais de distribuição perfeitamente definidos e uma imagem materializada na mente dos compradores.

Uma outra distinção que deve ser feita entre produtos diz respeito ao fato do produto poder ser comprado apenas uma vez, ocasionalmente ou freqüentemente:

(a) PRODUTOS COMPRADOS APENAS UMA VEZ: são representados por novidades ou por produtos extremamente caros. Numa população fixa, uma vez que todos os consumidores potenciais tenham feito sua compra, não haverá mais qualquer venda. A curva representativa das vendas desse tipo de produto assemelha-se à curva do ciclo de vida de um produto genérico, crescendo até um certo ponto e decrescendo em seguida (curva não cumulativa). A curva das vendas acumuladas tende para um limite que coincide com o mercado potencial para o produto e ilustra a taxa de penetração no mercado.

(b) PRODUTOS COMPRADOS OCASIONALMENTE: são representados por muitos dos bens duráveis

tais como: automóveis, torradeiras, equipamentos industriais e certos itens de vestuário. Apresentam ciclos de reposição ditados por obsolescência física ou psicológica. As técnicas de previsão para esta categoria de bens implica muitas vezes em separar a estimativa das vendas "novas" da estimativa das vendas de reposição. Este último item é estimado a partir de dados da distribuição etária das unidades já adquiridas e da vida útil do produto.

(c) PRODUTOS COMPRADOS FREQUENTEMENTE: identificam-se a itens como produtos industriais ou de consumo não duráveis. Apresentam um ciclo de vida diferente dos produtos citados em a e b. Admitindo-se população fixa, inicialmente o número de compradores aumenta, para diminuir em seguida. Todavia, uma fração dos compradores torna-se cativa ("consumidores firmes" e assim, a curva de vendas, apesar de decrescer, apresenta um patamar referente ao nível de vendas cativo (vendas de repetição).

21

MODELOS DE PLANEJAMENTO E PREVISÃO DE VENDAS DE NOVOS PRODUTOS

Os modelos resumidos a seguir representam esquemas que levam em consideração apenas a primeira venda do produto. Ao mesmo tempo, admite-se que o produto é totalmente novo, seja para o mercado ou para a empresa.

O primeiro tipo de modelo a ser abordado representa, na verdade, um conjunto denominado "modelos de difusão" e é baseado no conceito de "processo de difusão", que é o nome dado ao processo de propagação de uma nova idéia, desde a sua fonte de invenção (ou criação) até o seu último utilizador ou adotante.

O objetivo de um modelo de difusão é produzir uma curva definida do ciclo de vida das vendas de um produto, usualmente com base num dado conjunto de parâmetros. Esses parâmetros podem ter ou não um conteúdo comportamental.

Admite-se que eles possam ser estimados, ou por analogia com a série de dados de um produto introduzido no passado ou pelos dados mais recentes de vendas, na medida em que o produto penetrou no mercado.

22

Existem 4 tipos de modelos de difusão:

- (a) Modelo de difusão côncava.
- (b) Modelo de difusão em S.
- (c) Modelo de difusão epidemiológica.
- (d) Modelo de difusão técnica.

Modelo de difusão côncava

Um dos primeiros modelos foi o proposto por Fourt e Woodlock (1960) e testado para vários produtos. É um modelo exponencial, e, pela aplicação empírica permitiu observar que:

- (a) a curva cumulativa tende a um nível limite de penetração inferior a 100% da população;
- (b) os incrementos sucessivos são decrescentes.

O incremento de penetração do mercado para qualquer período é dado por:

$$Q_t = r \bar{Q} (1 - r)^{t-1}$$

onde:

- Q_t = incremento (vendas no tempo t) como fração do mercado potencial
- r = taxa de penetração no mercado restante
- \bar{Q} = mercado potencial como fração da população
- t = período de tempo

O problema é estimar r e \bar{Q} .

Inicialmente estima-se \bar{Q} , o mercado potencial. Pode-se, a seguir, tomar como referência, estudos de mercado para se detectar a porcentagem de pessoas que expressaram um forte desejo de comprar o novo produto. O analista faz então uma estimativa de r , a taxa de penetração, procurando descobrir quão rapidamente os compradores potenciais, provavelmente, aprendem sobre o produto, e passem então a demandá-lo.

Uma vez o produto no mercado e passado mais um período de tempo, o analista pode corrigir a estimativa de r com base nas novas informações advindas do mercado, em termos de novos compradores.

Uma das críticas que se faz ao modelo de Fourt e Woodlock é que o processo de difusão é visto unicamente como função do tempo. O programa de "marketing" da empresa não é considerado explicitamente como uma variável relevante.

Modelo de difusão em S

O modelo de difusão côncava assume que a penetração de mercado é maior no primeiro período, declinando nos primeiros períodos subsequentes. Isto é verdadeiro para novos produtos que apresentam apelos imediatos ao mercado, que são resguardados por intensos programas de promoção e distribuição.

Existem outros produtos, entretanto, que se defrontam com maior re-

sistência do mercado para a sua aceitação. Para estes produtos, os consumidores são divididos em categorias, de acordo com a maior ou menor rapidez pela qual adotam o produto.

Essas categorias são: (a) Inovadores; (b) Imitadores; (c) Maioria predecessora; (d) Maioria conservadora; e (e) Retardatários.

A curva normal tem-se mostrado ideal para possibilitar um bom ajustamento aos dados, quando o produto apresenta as características acima citadas. É possível, inclusive, subdividir a curva normal em segmentos que permitem a identificação das cinco categorias de consumidores mencionados.

A curva normal tem sua função de distribuição acumulada em forma de S, daí justificar-se o nome do modelo como sendo "modelo de difusão em S".

Em alguns casos, o uso da normal não produziu bons ajustamentos e outras especificações foram utilizadas para gerar formas em S.

Entre essas especificações, surgiram a log-normal e a logística.

No caso de logística, a especificação é

$$Q_t = \bar{Q} [1 + e^{-(a + bt)}]^{-1}$$

onde:

Q_t = percentagem acumulada de adoção em T

t = tempo

\bar{Q} = nível de equilíbrio

a = constante que posiciona a curva na escala de tempo

b = taxa de crescimento

Através de uma manipulação algébrica, mostra-se que

$$\ln \left[\frac{Q_t}{\bar{Q} - Q_t} \right] = a + bt$$

24

ou seja, o logaritmo da proporção dos que já adotaram o produto para a proporção dos que ainda irão adotá-lo é uma função linear do tempo. Esta função pode ser estimada por mínimos quadrados simples.

Modelos de Difusão Epidemiológica

Alguns estudiosos têm proposto que os modelos de epidemia (chamados também de modelos de contágios) possibilitam uma útil analogia ao processo de difusão de novos produtos.

Argumentam que a passagem de uma idéia, uma mensagem ou produto, de um "conhecedor" para um

"desconhecedor", é como a passagem de um germe de uma pessoa contaminada para uma outra pessoa ainda não contaminada. No caso de produtos ou idéias, existe o envolvimento de processos psicológicos (cognição, volição, etc.).

Os modelos de difusão epidemiológica acham-se divididos da seguinte forma:

(a) **MODELOS DE INFECÇÃO CONTÍNUA:** a epidemia tem um começo e um fim, desenvolvendo-se a infecção ininterruptamente entre estas duas extremidades.

(b) **MODELOS DE CADEIA BINOMIAL:** a epidemia se limita a um espaço curto de tempo e durante os períodos não infecciosos, os germes

ou são latentes ou estão em incubação.

(c) **MODELOS DE EPIDEMIA RECURRENTE:** a infecção alcança proporções epidêmicas periodicamente.

Para maior parte das situações, o modelo de infecção contínua é o mais aplicado. É dado por:

$$Q_t = rQ_T (\bar{Q} - Q_T) + p (\bar{Q} - Q_T)$$

onde:

Q_t = o número de novos compradores no período corrente

Q_T = número cumulativo de compradores no instante T

r = efeito de cada comprador em cada não-comprador

\bar{Q} = número total de compradores

p = taxa de conversão de indivíduos sem a influência de compradores

25

De acordo com a equação acima, a taxa de variação no número de compradores é uma função de dois termos. O primeiro termo diz que o incremento de compradores é uma proporção constante r do produto do número corrente de compradores e não-compradores.

O termo sugere que a difusão é devida à influência dos compradores sobre os não-compradores e, implicitamente, que cada comprador está em contato com todos os não-compradores.

O segundo termo sugere que os não-compradores serão convertidos em compradores a uma taxa constante p, independentemente do número de compradores.

A equação, quando integrada, gera uma curva em S, representativa do processo de difusão. O problema, portanto, é estimar \bar{Q} , r e p a fim de que a equação esteja totalmente especificada.

Esse modelo apresenta, entretanto, algumas limitações. A equação nada

informa a respeito da dispersão das diferenças entre as pessoas, no que se refere à rapidez com que se tornam compradores do novo produto.

A equação assume que existe um pleno contato entre todos os membros do sistema social. Na realidade, um sistema social é um emaranhado complexo de grupos e subgrupos, baseado em barreiras e afinidades demográficas, geográficas, religiosas e sociais.

Além de tudo, a equação é determinística, enquanto o processo de difusão na vida real é estocástico. O número de pessoas que vêem uma particular propaganda num certo instante de tempo, ou que têm possibilidades de dialogar a respeito de um produto, é influenciado por um grande número de fatores aleatórios.

26

RESUMO DO MODELO DE BASS

O modelo se propõe a determinar a evolução das primeiras compras de um novo produto durável de consumo, ao longo do tempo. O modelo é baseado nos conceitos de adoção e difusão de novos produtos dentro do sistema social e classifica os agentes de processo como sendo inovadores e imitadores.

A inovação pode ser entendida como sendo o surgimento de um novo produto (tanto para o merca-

do como para a empresa), nova marca ou novo modelo.

O modelo em questão, preocupa-se com novos produtos: admite que um inovador é aquele que decide adotar um novo produto sem a influência de outrem e imitador é aquele indivíduo que é influenciado de alguma forma por aqueles que já compraram.

O MODELO

A hipótese básica é a seguinte: a probabilidade de que uma compra inicial seja feita no tempo T , dado que nenhuma compra tenha sido feita ainda, é função linear do número de compradores prévios.

Isto é:

$$P(T) = p + (q/m) Y(T) \quad (1)$$

onde p e q/m são constantes, $Y(T)$ o número de compradores prévios e $P(T)$ uma medida da probabilidade antes mencionada.

Como $Y(0) = 0$, a constante p é a probabilidade da compra inicial no instante $T = 0$ e seu valor reflete a importância dos inovadores no sistema social. O produto $(q/m) Y(T)$ representa a pressão exercida sobre os imitadores à medida que aumentam as compras prévias.

Esta probabilidade pode ser reescrita como sendo:

$$\frac{f(T)}{1-F(T)} = P(T) = p + (q/m) Y(T) \quad (2)$$

onde $f(T)$ é a função densidade de compra em T e

$$F(T) = \int_0^T f(t) dt \text{ sendo } F(0) = 0$$

Como $f(T)$ é a função densidade de probabilidade de compra em T e m é o número total de compras durante o período para o qual a função $f(T)$ foi construída, tem-se:

$$S(T) = m f(T)$$

onde $S(T)$ é igual às vendas no instante T .

Substituindo a $f(T)$ dada pela relação (2), tem-se:

$$S(T) = m f(T) = m P(T) [1 - F(T)]$$

27

Mas como:

$$Y(T) = \int_0^T S(t) dt = m \int_0^T f(t) dt = m F(T)$$

tem-se:

$$S(T) = P(T) [m - Y(T)] = \left[p + \frac{q}{m} \int_0^T S(t) dt \right] \left[m - \int_0^T S(t) dt \right]$$

Desenvolvendo-se o produto, tem-se:

$$S(T) = pm + q \int_0^T S(t) dt - p \int_0^T S(t) dt - \frac{q}{m} \left[\int_0^T S(t) dt \right]^2$$

$$S(T) = pm + q Y(T) - p Y(T) - \frac{q}{m} [Y(T)]^2$$

$$S(T) = pm + (q-p) Y(T) - \frac{q}{m} [Y(T)]^2$$

As razões comportamentais para estas hipóteses são:

(a) As primeiras compras do produto são feitas tanto por inovadores como por imitadores.

(b) A importância dos inovadores será maior no começo, mas diminuirá monotonicamente no tempo.

(c) O Coeficiente p é de inovação e q é o de imitação.

Desde que:

$$f(T) = \frac{S(T)}{m} = p + (q - p) F(T) - q [F(T)]^2$$

e como $f(T) = \frac{dF(T)}{dT}$, então:

$$dT = \frac{dF}{p + (q-p) F - q F^2}$$

28

Esta equação diferencial não linear que tem por solução

$$F = \frac{q - pe^{-(T+C)}(p+q)}{q \left[1 + e^{-(T+C)}(p+q) \right]}$$

onde C é a constante de integração

Como $F(0) = 0$, a constante de integração é:

$$-C = \frac{1}{p+q} \ln \frac{q}{p}$$

Substituindo a constante tem-se:

$$F = \frac{1 - e^{-(p+q)T}}{\frac{q}{p} e^{-(p+q)T} + 1}$$

Logo,

$$F(T) = \frac{dF(T)}{dt} = \frac{\frac{(p+q)^2}{p} e^{-(p+q)T}}{\left(\frac{q}{p} e^{-(p+q)T} + 1\right)^2}$$

e

$$S(T) = mf(T) = \frac{\frac{m(p+q)^2}{p} e^{-(p+q)T}}{\left(\frac{q}{p} e^{-(p+q)T} + 1\right)^2}$$

Para achar o instante de tempo do pico de vendas basta derivar S:

$$S' = \frac{dS}{dT} = \frac{\frac{m(p+q)^3}{p} e^{-(p+q)T} \left[\frac{q}{p} e^{-(p+q)T} - 1\right]}{\left[\frac{q}{p} e^{-(p+q)T} + 1\right]^3}$$

29

Então:

$$T^* = -\frac{1}{p+q} \ln \frac{p}{q} = \frac{1}{p+q} \ln \frac{q}{p}$$

e a condição para existir o máximo é $q > p$.

O volume de vendas no pico é dado por:

$$S(T^*) = \frac{m(p+q)^2}{4q}$$

e

$$Y(T^*) = \int_0^{T^*} S(t) dt = mF(T^*) = \frac{m(1 - e^{-(p+q)T^*})}{\frac{q}{p} e^{-(p+q)T^*} + 1} = \frac{m(q-p)}{2q}$$

UTILIZAÇÃO DO MODELO EM PREVISÕES A LONGO PRAZO

Existem dois casos na previsão a longo prazo:

- (a) ausência de informações sobre as vendas.
- (b) com informação parcial sobre as vendas.

No primeiro caso (a) a solução é determinar empiricamente os valores dos parâmetros, baseado na experiência, na análise do potencial do mercado e dos motivos de compra, no produto existente, cujo comportamento é similar, etc. Neste último caso, os parâmetros podem ser determinados por meio do modelo discreto apresentado abaixo.

Para estimar os parâmetros do modelo básico:

$$S(T) = pm - (q-p) Y(T) - q/m Y^2(t)$$

Utiliza-se o modelo discreto seguinte:

$$S_T = a + b Y_{T-1} + C Y^2_{T-1}$$

onde

$$T = 2, 3, 4 \dots$$

$$S_T = \text{vendas no instante } T$$

$$Y_{T-1} = \sum_{t=1}^{T-1} S_t = \text{vendas acumuladas até o instante } T-1.$$

e ainda

$$a = pm$$

$$b = q-p$$

$$c = -q/m$$

Isto porque os dados disponíveis são séries de tempo discretas.

No segundo caso (b), como existem três parâmetros a serem estimados, é possível, com as três primeiras observações de vendas, obter estimativas dos respectivos parâmetros.

$$S_0 = a'$$

$$S_1 = a' + b' Y_0 + c' Y_0^2$$

$$S_2 = a' + b' Y_1 + c' Y_1^2$$

onde:

S_T é a venda no tempo T .

Y_T é a venda acumulada até o instante T .

$$m = km' \quad q = \frac{q'}{k} \quad p = \frac{p'}{k}$$

sendo:

$$a' = p'm'$$

$$b' = q' - p'$$

$$c' = \frac{-q'}{m'}$$

onde:

$$k = \frac{1 + 0,4 \left(1 + \frac{q'}{p'}\right) p'}{0,97}$$

k é um fator de correção devido ao viés introduzido ao se substituir o modelo contínuo pelo modelo discreto.

Para uma melhor compreensão do fator de correção k, o leitor deve consultar o artigo de Bass citado na bibliografia.

APLICAÇÃO DO MODELO DE BASS PARA O CASO DE TELEVISORES

Apresentação dos dados

Os dados utilizados neste trabalho são os do quadro 1.

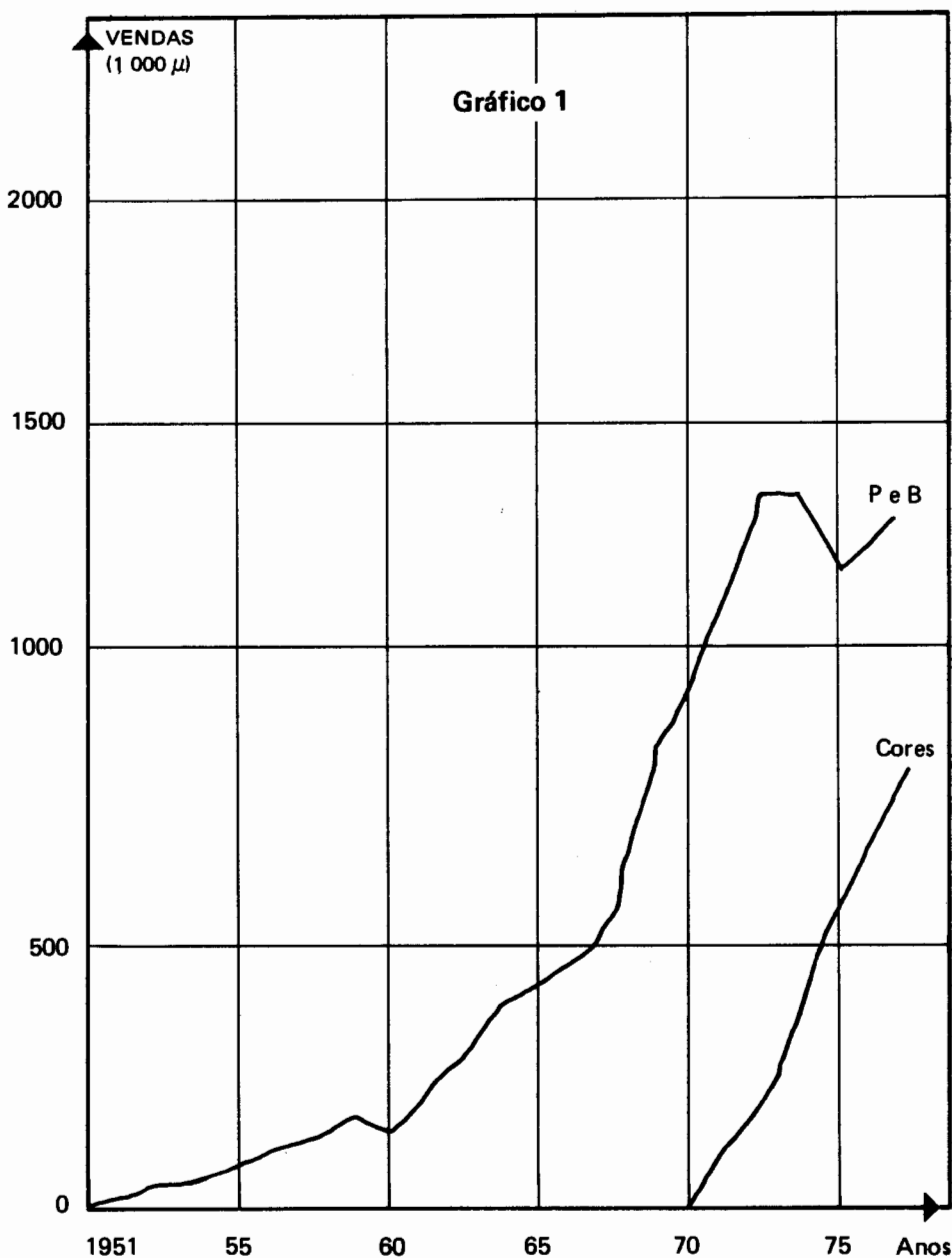
Quadro 1 – Vendas de TV (em 1 000 unidades)

Ano	Preto e Branco	Cores	Total
1951	3,5	—	3,5
1952	7,5	—	7,5
1953	10,0	—	10,0
1954	13,0	—	13,0
1955	40,0	—	40,0
1956	67,0	—	67,0
1957	81,0	—	81,0
1958	122,0	—	122,0
1959	90,0	—	90,0
1960	164,0	—	164,0
1961	200,0	—	200,0
1962	269,0	—	269,0
1963	294,0	—	294,0
1964	336,0	—	336,0
1965	370,0	—	370,0
1966	408,0	—	408,0
1967	467,0	—	467,0
1968	678,0	—	678,0
1969	746,0	—	746,0
1970	816,0	—	816,0
1971	958,0	—	958,0
1972	1 109,0	68,0	1 177,0
1973	1 345,0	152,0	1 497,0
1974	1 341,0	323,0	1 664,0
1975	1 184,0	532,0	1 716,0
1976	1 238,0	646,0	1 884,0
1977	1 294,0	766,0	2 060,0

31

Fontes: 1951/66 – Mercado Global
1967/77 – ABINEE

As vendas de Tv, preto e branco e em cores, estão representadas no gráfico 1



As taxas de crescimento geométrico médio, calculadas para alguns períodos selecionados, estão apresentadas no quadro 2.

Quadro 2

Taxas de Crescimento Geométrico Médio

Períodos	P e B	Cores
1951/73	31,1% a.a.	—
1951/67	35,8% a.a.	—
1967/73	19,3% a.a.	—
1972/77	— —	62,3% a.a.

O ano de 1967 foi tomado como base para divisão dos períodos por ter sido neste ano que se implantou o crédito direto ao consumidor.

Observa-se que a taxa geométrica média do período 1951/73 (ou seja, até a venda do pico) para a TV em preto e branco é de 31,1% a.a., taxa esta que é consideravelmente menor que a observada para TV em cores no período 1972/1977 (que foi de 62,3% a.a.).

Algumas razões podem ser apresentadas para esta penetração mais rápida da TV em cores, como:

— Mercado potencial maior (em termos de renda) quando da introdução da TV em cores.

— Disponibilidade de mecanismos já provados para oferta de crédito direto ao consumidor.

— Disponibilidade de programas transmitidos em cores, etc.

TELEVISORES PRETO E BRANCO

Aplicação do modelo aos dados do Brasil

Admitindo-se que cada aparelho tem uma vida útil de 12 anos, eliminou-se da série de venda do quadro 1 aquela parcela que seria destinada à reposição das unidades gastas. Estes dados estão no quadro 3.

**Quadro 3 – Vendas Líquidas de Reposição de TV Preto e Branco
(1 000 unidades)**

Ano	Preto e Branco (1)	Reposição (2)	Vendas Líquidas (1) - (2)
1951	3,5	—	3,5
1952	7,5	—	7,5
1953	10,0	—	10,0
1954	13,0	—	13,0
1955	40,0	—	40,0
1956	67,0	—	67,0
1957	81,0	—	81,0
1958	122,0	—	122,0
1959	90,0	—	90,0
1960	164,0	—	164,0
1961	200,0	—	200,0
1962	269,0	—	269,0
1963	294,0	3,5	290,5
1964	336,0	7,5	328,5
1965	370,0	10,0	360,0
1966	408,0	13,0	395,0
1967	467,0	40,0	427,0
1968	678,0	67,0	611,0
1969	746,0	81,0	665,0
1970	816,0	122,0	694,0
1971	958,0	90,0	868,0
1972	1 109,0	164,0	945,0
1973	1 345,0	200,0	1 145,0
1974	1 341,0	269,0	1 072,0
1975	1 184,0	294,0	890,0
1976	1 238,0	336,0	902,0
1977	1 294,0	370,0	924,0

34

Com base nos dados de vendas líquidas, foi calculado um modelo de

regressão sobre a função seguinte:

$$S(T) = a + b Y(T-1) + c [Y(T-1)]^2$$

Os resultados obtidos foram:

quadro 4

	Valor	t de student
a	28,7295	-
b	0,2409	-11,7520(*)
c	$-0,1477 \times 10^{-4}$	19,7830(*)
R ²	97,79%	-

(*) Significante ao nível de 5%.

Com base nestas estimativas, calcularam-se os valores de p, q e m:

$$p = 0,0017482$$

$$q = 0,24264$$

$$m = 16433 \times 10^3 \text{ unidades.}$$

E, substituindo-se estes valores no modelo básico, tem-se:

$$T^* = 20,184 \text{ anos}$$

$$S^* = 1011,2 \times 10^3 \text{ unidades}$$

onde:

T₀ corresponde a 1955, ou seja, é o primeiro ano em que pm é menor ou igual às vendas pela primeira vez.

Comparando-se os valores calculados com os observados, tem-se:

Ano do pico		Vendas no pico (unidade)	
Previsto	Real	Previsto	Real
1974	1973	$1\ 011 \times 10^3$	$1\ 145 \times 10^3$

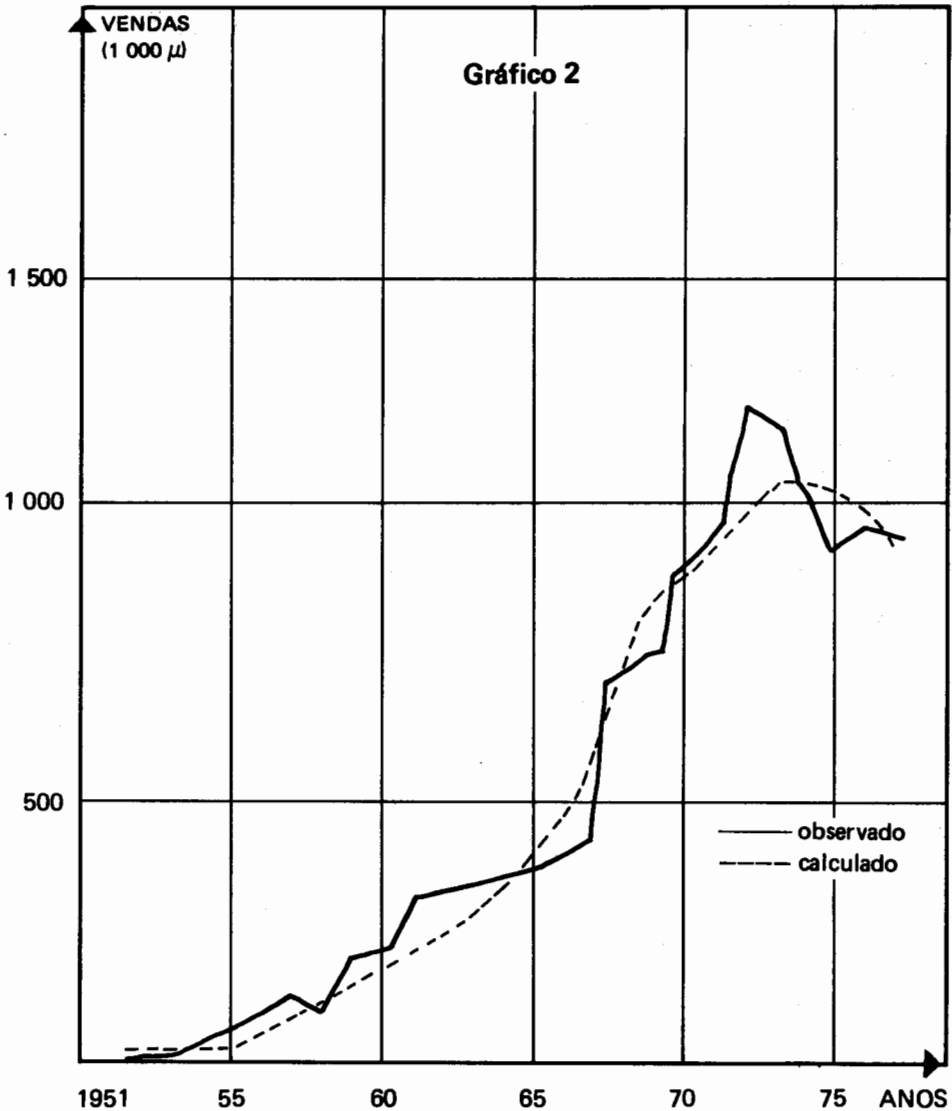
Pode-se dizer, portanto, que o modelo apresenta um ajuste muito bom aos dados.

A relação entre os valores observados e calculados encontra-se no quadro 5.

Quadro 5 – Vendas Líquidas de TV Preto e Branco (1 000 unidades)

Ano	Valores observados (1)	Valores calculados (2)	Resíduo (1) - (2)
1952	7,5	29,6	- 22,1
1953	10,0	31,4	- 21,4
1954	13,0	33,8	- 20,8
1955	40,0	36,9	3,1
1956	67,0	46,5	20,5
1957	81,0	62,4	18,6
1958	122,0	81,5	40,5
1959	90,0	109,8	19,8
1960	164,0	130,5	33,5
1961	200,0	167,5	32,5
1962	269,0	211,6	57,4
1963	290,5	269,0	21,5
1964	328,5	328,5	-
1965	360,0	392,9	- 32,9
1966	395,0	459,8	- 64,8
1967	427,0	528,8	-101,8
1968	611,0	598,2	12,8
1969	665,0	688,1	- 23,1
1970	694,0	773,4	- 79,4
1971	868,0	848,6	19,4
1972	945,0	922,5	22,5
1973	1 145,0	977,8	167,2
1974	1 072,0	1 009,0	62,7
1975	890,0	1 003,8	-113,8
1976	952,0	973,4	- 21,4
1977	924,0	915,0	9,0

O gráfico 2 permite que seja visualizada a qualidade do ajuste obtido.



Finalmente, partindo-se dos valores de p , q e m , estimamos através do modelo de regressão, fez-se a aplicação no modelo básico. Os resultados calculados através do modelo básico, encontram-se no quadro 6.

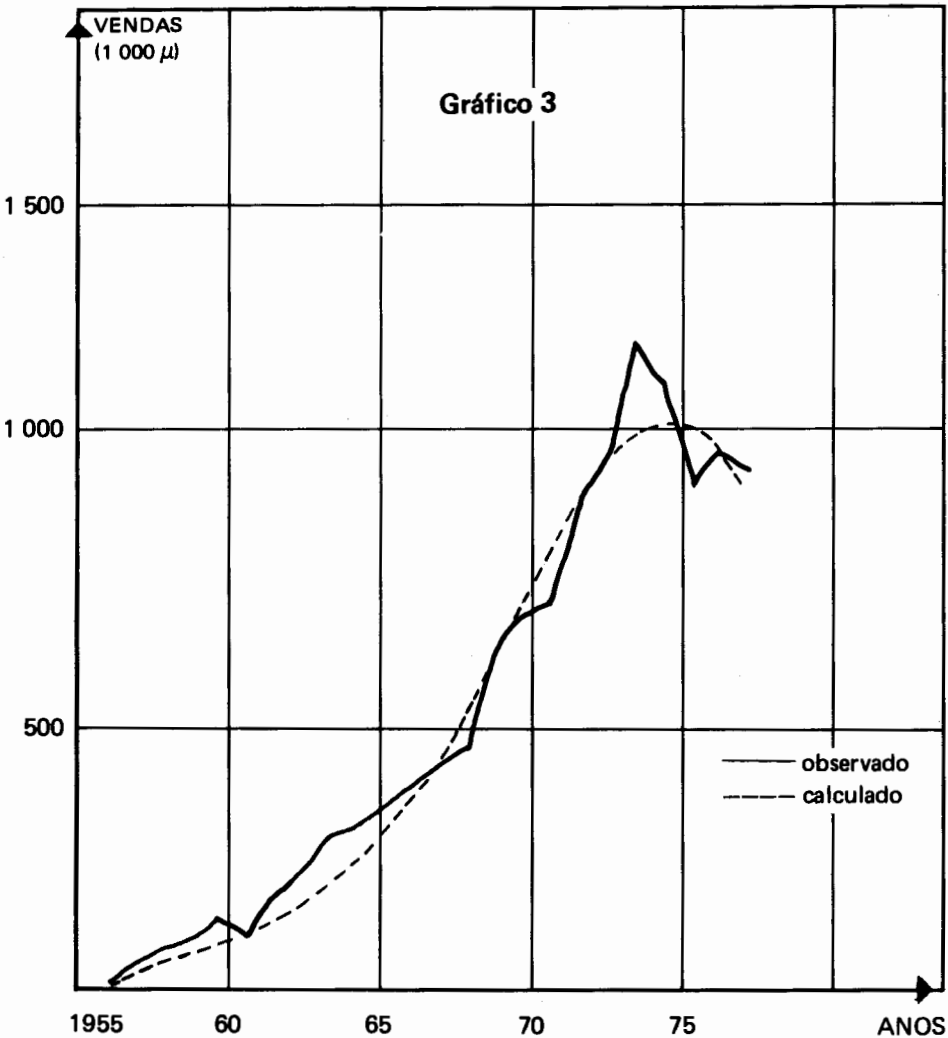
Quadro 6

Vendas Líquidas de TV Preto e Branco (1 000 unidades)

Ano	Valores observados (1)	Valores calculados (2)	Resíduo (1) - (2)
1955	40,0	36,5	3,5
1956	67,0	46,4	20,6
1957	81,0	58,9	22,1
1958	122,0	74,6	47,4
1959	90,0	94,2	- 4,2
1960	164,0	118,8	45,2
1961	200,0	149,1	50,9
1962	269,0	186,4	82,6
1963	290,5	231,8	58,2
1964	328,5	286,2	42,3
1965	360,0	350,4	9,6
1966	395,0	424,6	- 29,6
1967	427,0	508,1	- 81,1
1968	611,0	598,9	12,1
1969	665,0	693,6	- 28,6
1970	694,0	786,9	- 92,9
1971	868,0	872,3	- 4,3
1972	945,0	942,5	2,5
1973	1 145,0	990,4	154,6
1974	1 072,0	1 010,7	61,3
1975	890,0	1 001,3	- 111,3
1976	952,0	963,1	- 11,1
1977	924,0	900,4	23,6

38

Através do gráfico 3 é possível ter-se uma idéia melhor do grau de ajuste que o modelo básico apresenta em relação aos dados observados de vendas líquidas.



A partir dos resultados apresentados, pode-se concluir que o modelo apresenta um ajuste muito bom, permitindo que seja inferida a **tendência** de crescimento das vendas de TV preto e branco, a **data** de pico de vendas e o **valor** das vendas

no pico. Deve ser observado que as oscilações em torno da tendência podem ser explicadas por outros fatores, tais como: as copas mundiais de futebol, crises de conjuntura, maior ou menor facilidade para obter crédito direto etc.

Comparação entre resultados obtidos com dados brasileiros e os resultados obtidos por Bass com dados americanos.

No quadro 7 estão listados os valores pela aplicação do modelo aos dados brasileiros e os valores obtidos por Bass.

Quadro 7

Parâmetros Produto	m (10 ⁶)		p		q	
	Brasil	EUA	Brasil	EUA	Brasil	EUA
Televisores preto e branco	16,433	96,717	0,0017	0,0278	0,2426	0,2510

40 Pode-se observar que, guardadas as proporções de tamanho das economias do Brasil e dos EUA, o potencial de mercado (m) apresenta-se

com um valor razoável. O mesmo pode ser dito do coeficiente de imitação (q), que é aproximadamente igual para os dois países.

Já o valor do coeficiente de inovação (p) por nós obtido é muito discrepante do valor obtido por Bass para os EUA. Uma explicação para este fenômeno poderia ser o próprio tamanho, relativamente reduzido, das famílias com maior nível de renda, existentes na década de 1950; fato que minimizaria o papel dos inovadores no processo de aquisição e difusão da compra de televisores no Brasil. Além disso, é possível também, que dentro da própria classe de famílias de renda mais

elevada, o televisor não fosse considerado um símbolo de status.

TELEVISORES EM CORES

Aplicação do modelo aos dados do Brasil

Neste caso, aplicaremos o modelo de previsão a longo prazo proposto por Bass, uma vez que dispomos das observações iniciais.

Utilizando-se o modelo já mencionado no ítem "Utilização do modelo em previsões a longo prazo", tem-se:

$$S_0 = 0,068 = a'$$

$$S_1 = 0,152 = a' + 0,068 b' + 0,004624 c'$$

$$S_2 = 0,323 = a' + 0,22 b' + 0,0484 c'$$

Resolvendo-se este sistema de equações, obteve-se:

$$\begin{array}{lll} a' = 0,068 & m' = 2,5845 & m = 4,0734 \\ b' = 1,2694 & p' = 0,0263 & p = 0,0167 \\ c' = -0,5013 & q' = 1,2957 & q = 0,8221 \end{array}$$

Substituindo-se os valores de p, q e m, no modelo básico, obteve-se a seguinte previsão:

Quadro 8
(em 10⁶ unidades)

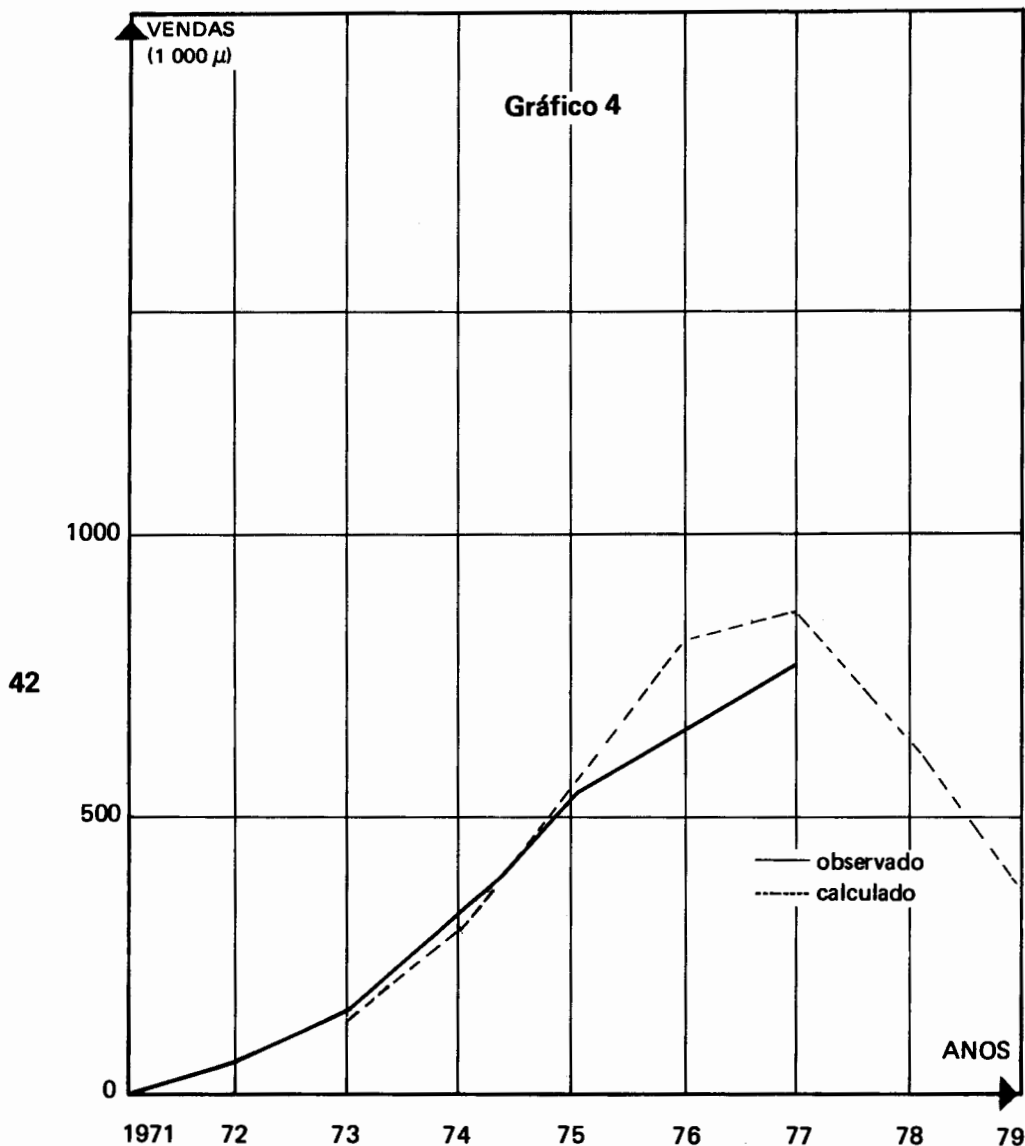
Ano	VENDAS CALCULADA	VENDA OBSERVADA
1973	0,149	0,152
1974	0,308	0,323
1975	0,560	0,532
1976	0,811	0,646
1977	0,853	—
1978	0,641	—
1979	0,373	—

41

O pico projetado ocorrerá para $T = 4,645$ períodos, ou seja, no ano de 1977 e o respectivo volume de vendas no pico é de 871 000 aparelhos. Este resultado deve ser considerado com a devida cautela, dada a sensibilidade do modelo aos três dados iniciais (Vide ítem "Crítica ao

Modelo de Previsão a Longo Prazo").

O gráfico 4 permite que seja visualizada a relação existente entre os valores observados e os valores projetados através do modelo.



Comparação entre os resultados com os dados brasileiros e os resultados obtidos por Bass com os dados americanos

A título de ilustração, apresentamos uma comparação entre os valores obtidos por nós, para o Brasil, e aqueles obtidos para os E.U.A.

Quadro 9

PAÍS PARÂ- METROS	BRASIL	E.U.A.
a'	0,0680	0,700
b'	1,2694	0,9548
c'	- 0,5013	- 0,0374
m'	2,5845	26,2253
p'	0,0263	0,0267
q'	1,2957	0,9815
m	4,0733 (*)	37,9392 (*)
p	0,0167	0,0184
q	0,8221	0,6784

(*) 10⁶ unidades.

43

Observa-se que o mercado potencial (m) é totalmente diferente, o que pode ser considerado normal, já que as duas economias têm dimensões não-comparáveis.

Já os valores de p e q podem ser considerados razoáveis.

CRÍTICA AO MODELO DE PREVISÃO A LONGO PRAZO

Restrições de taxas

Este modelo só funciona para as situações em que a taxa de cresci-

mento das vendas do primeiro período para o segundo é maior do que a do segundo para o terceiro.

Seja a relação:

$$S_1 = t S_0$$

$$S_2 = u S_1 = t u S_0$$

onde

$$t = \frac{S_1 - S_0}{S_0}$$

$$u = \frac{S_2 - S_1}{S_1}$$

Substituindo a relação no sistema abaixo

$$S_0 = a$$

$$S_1 = a + b S_0 + c S_0^2$$

$$S_2 = a + b (S_0 + S_1) + c (S_0 + S_1)^2$$

tem-se:

$$ta = a + ba + ca^2$$

$$tua = a + (1 + t)b + (1 + t)^2 c$$

Resolvendo o sistema acima tem-se:

$$c = \frac{tu - t^2}{(1 + t) ta}$$

$$b = \frac{t^2 - 1 - u + t}{1 + t}$$

Como

$$c < 0 \quad (c = -\frac{q}{m} \text{ onde } q, m > 0)$$

o numerador deve ser negativo já que o denominador é sempre positivo. Então,

$$tu - t^2 < 0 \therefore u < t$$

Logo, conclui-se que a taxa de crescimento do primeiro período para o

segundo deverá ser maior do que a do segundo para o terceiro.

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Os parâmetros p , q e m , determinados pelo sistema, são muito sensíveis às pequenas variações nas três observações. O quadro 10 ilustra essa sensibilidade, que foi feita com base nos valores iniciais de vendas TV em cores, isto é:

$$S(1) = 68\ 000$$

$$S(2) = 152\ 000$$

$$S(3) = 323\ 000$$

Note-se que variações de 10% no nível de vendas, resultam em variações muito maiores nos parâmetros estimados.

HIPÓTESE DE CONSTÂNCIA DO MERCADO POTENCIAL

Este modelo admite como hipótese o mercado constante, o que nem sempre é verdade, na prática. Para que o modelo represente com mais rigor a realidade é essencial levar em consideração o mercado como sendo variável.

Quadro 10

S_0	S_1	S_2	m	p	q	T^*	S^*
-0,10			-0,73	1.79	0,38	- 0.42	-0.61
		-0,10	-0.61	1.60	0.04	- 0.28	-0.57
	0,10		-0.67	2.03	0.17	- 0.37	-0.59
	0,10	0.10	-0.52	1.08	0.14	- 0.27	-0.43
-0.10	0.10		-0.76	2.17	0.50	-0.47	-0.63
-0.10	0.10	0.10	-0.73	1.81	0.48	-0.45	-0.59
-0.10	-0.10	-0.10	-0.70	1.54	0.25	-0.36	-0.61
	0.10	-0.10	-0.74	2.85	0.20	-0.44	-0.66
-0.10	0.10	-0.10	-0.78	2.51	0.51	-0.49	-0.66
0,10	0.10	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.10

BIBLIOGRAFIA

BASS, F.M., A New Product Growth Model for Consumer Durables, Management Science, Vol. 15, nº 5, January, 1969.

CHAMBERS, J.C.; MULLICK, S.K.; SMITH, D.D., How to Choose the Right Forecasting Technique, In: HARVARD BUSINESS REVIEW ON MANAGEMENT - article originally published during the past 25 years, New York, Harper & Row, 1975, pt. 7, p. 501-528.

CHAMBERS, J.C.; MULLICK, S.K.; SMITH, D.D., An Executive's Guide to Forecasting, New York, Wiley Interscience, 1974.

KOTLER, P., Marketing Decision Making: a Model Building Approach, New York, Holt Rinehart, Winston, 1971.

ABSTRACT

The objective of this paper was to present a summary of the major models for projecting sales of new products. A model developed by Bass is applied to the Brazilian market of television sets (black & white and color TV sets) focusing on the

model's characteristics. The television market was chosen due to availability of complete sales data. The findings disclosed a good adjustment of the model showing its usefulness when applied in forecasting of durable goods. So this model is an efficient tool to management decision making.