

GUILHERME LANCIA NORONHA DE OLIVEIRA

*Análise quantitativa do efeito da
promoção nas vendas*

Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção de Diploma de
Engenheiro de Produção

Orientador: Prof. Dr. Melvin Cymbalista

São Paulo

2003

Aos meus pais, à minha irmã e à Bia,
minhas inesgotáveis fontes de inspiração e apoio

Agradecimentos

Ao Professor Melvin Cymbalista, pelo inigualável senso crítico que ajudou a solidificar as bases deste trabalho.

Aos meus pais, por todo o carinho e dedicação nos momentos difíceis.

À minha irmã Beatriz, pela compreensão e indispensável ajuda.

À minha doce Bia, pela companhia madrugadas adentro, a ler trechos do trabalho por sobre meus ombros, mesmo sem compreender muito dele.

Aos meus amigos Anne, Rodrigo e Daniel, por todos os momentos bons proporcionados nos últimos anos.

Aos meus colegas da turma 98 da Engenharia de Produção, pelo companheirismo durante todas as dificuldades e conquistas.

À minha avó (*in memoriam*), pelo orgulho que sentiria ao ler estas páginas.

Resumo

Este trabalho buscou estimar, através da aplicação de um modelo matemático simplista, com poucas variáveis de entrada, o resultado financeiro de investimentos em promoção em uma empresa de automação industrial. A busca deste resultado era necessária para orientar a área de marketing na elaboração de um orçamento anual para atividades de promoção e para justificar este orçamento junto à área financeira, através de uma medida de retorno esperado bem como seu risco associado. Para a determinação do risco associado ao retorno esperado, foi realizada uma simulação, em que uma série de possíveis conjuntos de dados de entrada foi testada e os dados de saída foram submetidos a testes estatísticos para a determinação de uma distribuição de probabilidade que se ajustasse a ela.

Abstract

This paper sought, through the application of a simple mathematical model, with few variables, the estimation of the financial return on investments related to promotion on an industrial automation firm. This estimation was necessary to guide the marketing area through the promotion annual budget definition and to justify this budget to the financial area through an expected return measurement as well as an associated risk level. A simulation was performed to determine this risk level. A series of possible input data sets was tested and the model output was subjected to statistical tests to determine to which probability distribution it fitted.

Sumário

1.	<i>Introdução</i>	1
1.1.	A promoção no contexto do marketing	1
1.2.	Motivação para o desenvolvimento do trabalho	3
1.3.	A empresa em estudo	4
2.	<i>Problema identificado</i>	6
2.1.	Procedimento atual	7
3.	<i>Discussão do problema</i>	8
3.1.	Críticas ao procedimento atual	8
3.2.	Análise do Problema	9
3.3.	Dados disponíveis.....	12
4.	<i>Seleção do Modelo</i>	14
4.1.	Fundamentação teórica	14
4.2.	Modelo matemático.....	17
4.3.	Considerações sobre o modelo.....	19
5.	<i>Aplicação do modelo ao caso em estudo</i>	21
5.1.	Dados de entrada	21
5.2.	Determinação dos parâmetros.....	23
5.3.	Avaliação do modelo.....	27
5.4.	Utilização do modelo para a determinação do orçamento de promoção.....	30
5.5.	Análise de sensibilidade	36
5.6.	Análise do risco associado ao modelo.....	44
5.7.	Discussão dos resultados.....	48
6.	<i>Conclusão</i>	50
7.	<i>Bibliografia</i>	57

Índice de Tabelas, Gráficos e Figuras

Tabelas

<i>Tabela 5.1 - histórico de vendas e participação de mercado</i>	22
<i>Tabela 5.2 - Dados para a determinação da constante de resposta (r)</i>	25
<i>Tabela 5.3 - Comparativo entre participação de mercado real e calculada</i>	28
<i>Tabela 5.4 - Cálculo da sazonalidade mensal para o faturamento do setor</i>	31
<i>Tabela 5.5 - Cálculo da previsão de faturamento do setor e comparação com real</i>	33
<i>Tabela 5.6 - planilha de orçamento</i>	34
<i>Tabela 5.7 - Orçamento mensal mínimo</i>	35
<i>Tabela 5.8 - Cálculo do orçamento ótimo, dadas as restrições de orçamento mínimo</i>	35

Gráficos

<i>Gráfico 5.1 - evolução da participação de mercado</i>	23
<i>Gráfico 5.2 - Determinação do parâmetro λ</i>	24
<i>Gráfico 5.3 - Estabilização das vendas</i>	26
<i>Gráfico 5.4 - Comparativo entre participação de mercado real e calculada</i>	29
<i>Gráfico 5.5 - Sazonalidade mensal do faturamento do setor</i>	32
<i>Gráfico 5.6 - Faixas de erro entre participação de mercado real e calculada</i>	37
<i>Gráfico 5.7 - Histograma e melhor distribuição de probabilidade para a constante de decaimento (λ)</i>	38
<i>Gráfico 5.8 - Análise de sensibilidade para a constante de decaimento</i>	39
<i>Gráfico 5.9 - Histograma e melhor distribuição de probabilidade para a constante de resposta (r)</i>	40
<i>Gráfico 5.10 - Análise de sensibilidade para constante de resposta</i>	41
<i>Gráfico 5.11 - Histograma e melhor distribuição de probabilidade para o nível de saturação (M)</i>	42
<i>Gráfico 5.12 - Análise de sensibilidade para o nível de saturação</i>	43
<i>Gráfico 5.13 - Análise de sensibilidade para a previsão de vendas</i>	44
<i>Gráfico 5.14 - Histograma e melhor distribuição de probabilidade para o Valor Presente Líquido</i>	47
<i>Gráfico 5.15 - Volume de investimentos sugeridos versus investimentos realizados em 2002</i>	49

Figuras

<i>Figura 1.1 - A promoção no contexto do marketing</i>	2
<i>Figura 6.1 - Tela de apresentação do software BestFit 4.5.2</i>	56

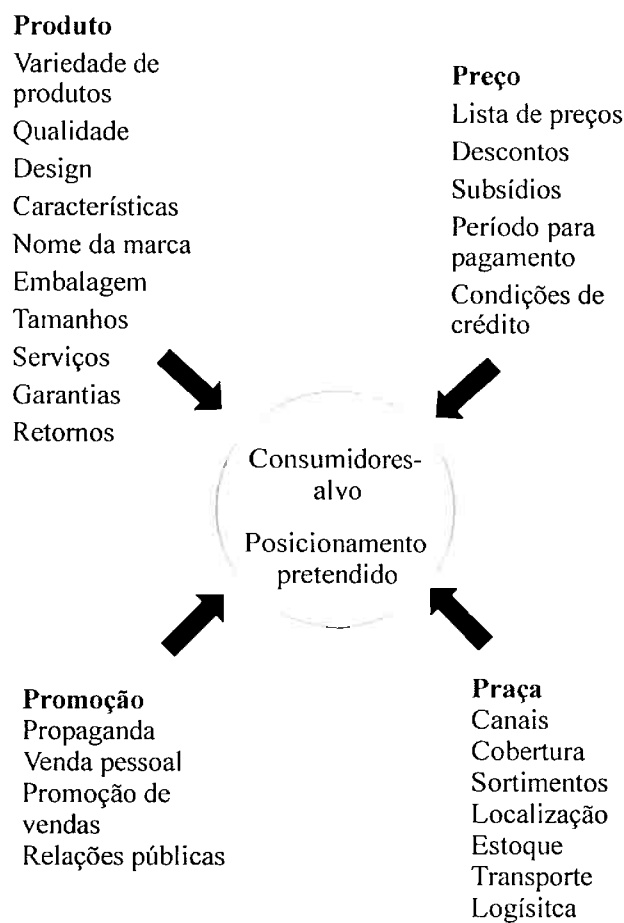
1. INTRODUÇÃO

1.1. A promoção no contexto do marketing

Muitas vezes confunde-se marketing com propaganda, quando, no entanto, ele é todo um processo dentro da empresa que identifica as necessidades e os desejos do consumidor, determina quais os mercados-alvo que a organização pode servir melhor, planeja produtos, serviços e programas adequados a esses mercados e tenta encontrar a melhor forma de se comunicar com ele.

A promoção, tema abordado neste trabalho, é apenas uma das variáveis que compõem o chamado “composto de marketing” (ou *mix de marketing*). Este composto consiste em todas as ações da empresa com a intenção de influenciar a demanda de seu produto. As várias possibilidades podem ser reunidas em quatro grupos, conhecidos como os “quatro P’s”: produto, preço, praça e promoção.

A figura abaixo mostra as ferramentas específicas de marketing sob cada P.



Fonte: KOTLER, Philip, ARMSTRONG, Gary, *Princípios de Marketing*

Figura 1.1 - A promoção no contexto do marketing

Promoção significa as atividades que comunicam os atributos do produto e persuadem os consumidores-alvo a adquiri-lo. A Ford gasta mais de 600 milhões de dólares por ano em propaganda de seus produtos e de sua empresa. Os vendedores das distribuidoras oferecem assistência a compradores em potencial e os convencem de que um Ford é o carro que mais lhes convém. Além disso, oferecem também promoções

especiais – vendas, descontos para pagamento em dinheiro ou taxas de juros baixas como incentivos adicionais à compra.¹

1.2. Motivação para o desenvolvimento do trabalho

Durante todo o curso de Engenharia de Produção ministrado na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, sempre houve a preocupação por parte dos professores de não apenas ministrar o conteúdo técnico referente ao curso, mas também de transmitir aos alunos a visão empresarial que se deve ter por trás de todo e qualquer projeto de engenharia.

Muitos dos engenheiros formados nesta modalidade se dedicam exclusivamente ao trabalho de comprovar, com análises quantitativas e objetivas, todo e qualquer investimento em estudo pelas empresas. Muitas vezes este trabalho envolve um esforço de pesquisa sobre o tema em questão e uma reflexão sobre como o problema pode ser modelado e dele se extrair dados e conclusões relevantes.

Compreendida a importância desta visão empresarial, chamou a atenção do autor deste trabalho a área de marketing de uma empresa gerida por um membro de sua família.

A área investe uma parcela do faturamento da empresa em propaganda, na expectativa de obter um retorno, refletido no aumento das vendas da empresa.

1. KOTLER, Philip, ARMSTRONG, Gary, *Princípios de Marketing*, São Paulo, 7ª edição, Prentice-Hall do Brasil, 1998

Não são utilizados métodos para a análise do retorno dos investimentos na área de marketing que justifiquem a quantia de dinheiro destinada a ela na elaboração do orçamento anual da empresa. Isto é incoerente com o que acontece nos demais setores da empresa. Na área de engenharia, por exemplo, todos os projetos devem passar pela aprovação da diretoria, que se baseia no retorno esperado para a tomada de decisão.

O desenvolvimento deste Trabalho de Formatura foi motivado pelo desafio de encontrar um método que envolva análises quantitativas para este tipo de investimento e que possibilite a elaboração de um orçamento para promoção justificado por um indicador financeiro.

1.3. A empresa em estudo

A empresa atua no mercado de automação industrial, no fornecimento de equipamentos eletrônicos de controle e supervisão, aplicáveis nos mais diversos processos industriais, automação de máquinas ou edificações. Trata-se de uma empresa de venda industrial (*business-to-business*), em que as vendas são em número pequeno e valor agregado alto em relação a vendas no varejo. Além disso, empresas deste tipo são, em geral, conhecidas apenas pelo mercado restrito à sua área de atuação.

Os esforços de promoção utilizados podem ser resumidos nos seguintes itens:

- Propaganda em revistas: desde dezembro de 1999 são feitas publicações mensais em 3 revistas especializadas no ramo de atuação da empresa. Todas elas fazem referência às quatro linhas de produtos atualmente oferecidas pela empresa e representam 40% do total investido em promoção.
- Distribuição de catálogos e prospectos em papel e CD-ROM: também podem se encaixar na categoria de *propaganda*. Contêm informações sobre

a empresa e seus produtos. Esta categoria representa aproximadamente 15% de todo o montante investido em promoção.

- **Participação em feiras de negócios:** pode se encaixar na categoria de *venda pessoal*. A participação ativa em feiras de negócios, com ponto próprio, ocorre desde março de 2000. Até então a participação era limitada à presença do produto em equipamentos de clientes, expostos nas feiras. O total investido nesta modalidade representa 45% do total investido em promoção.

Prosseguindo com as definições de Kotler e Armstrong (1998), a *propaganda* pode atingir grandes quantidades de compradores geograficamente dispersos, a um baixo custo de exposição. Devido ao caráter público da propaganda, os consumidores tendem a encarar os produtos anunciados como padronizados e legítimos. A propaganda em larga escala, então, é um dado positivo sobre o tamanho, a popularidade e o sucesso da empresa.

Por outro lado, embora atinja as pessoas rapidamente, é impessoal e não tanto persuasiva quanto um vendedor da empresa, mas produz apenas uma comunicação unilateral com o público, que não é obrigado a prestar atenção ou a responder.

A *venda pessoal*, por sua vez, pode ser uma ferramenta mais eficiente em certos estágios do processo de compra, particularmente na criação de preferências, convicções e ações do comprador.

A pedido da própria empresa, seu nome não será divulgado neste trabalho porque dados sobre seu faturamento serão expostos, assim como sua estratégia e orçamento de marketing.

2. PROBLEMA IDENTIFICADO

Todo e qualquer projeto dentro de uma empresa deve se justificar através de algum indicador financeiro relacionado ao retorno que este projeto pode dar à empresa. Entende-se por retorno a medida do total de ganhos ou prejuízos dos empreendedores de um investimento durante um determinado período².

A medida de retorno é a base para a tomada de decisão entre as possibilidades de seguir adiante em um projeto ou deixá-lo de lado, sendo aceitos, dentro de níveis aceitáveis de risco, os que oferecem maior retorno em detrimento dos de menor retorno.

Para o caso específico dos investimentos em promoção, não é intuitivo o cálculo do retorno, fazendo-se necessária uma pesquisa, seleção e implementação, com eventuais adaptações, de um método quantitativo que satisfaça de maneira satisfatória as necessidades da empresa.

² GITMAN, L. J., *Princípios de Administração Financeira*, São Paulo, Habra, 7ª edição, 1997, p. 203

2.1. Procedimento atual

Atualmente, o orçamento de propaganda para o ano seguinte é elaborado com base em uma porcentagem das vendas projetadas para o ano, cuja média é de 3%. Esta soma é alocada nas diversas formas de promoção disponíveis, através de um plano mais detalhado, elaborado pela gerência de marketing, resultando no chamado *composto de marketing*.

Como será possível verificar adiante, na discussão do problema, apesar da simplicidade deste método, há algumas desvantagens que o tornam inadequado.

3. DISCUSSÃO DO PROBLEMA

3.1. Críticas ao procedimento atual

O método de planejamento utilizado pela empresa, denominado por Kotler³ de *Método de porcentagem sobre vendas* é utilizado por muitas empresas e tem diversas vantagens:

- implica a possibilidade de que os gastos com promoção possam variar de acordo com o que a empresa possa dispor, satisfazendo os gerentes financeiros porque estes gastos passam a se relacionar de perto com a receita de vendas.
- encoraja a empresa a raciocinar em termos de relação entre o custo de promoção, o preço de venda e o lucro por unidade.
- encoraja a estabilidade competitiva a ponto de que as empresas concorrentes passem a gastar aproximadamente a mesma porcentagem de suas vendas em promoção.

Apesar destas vantagens, este método tem alguns defeitos inerentes:

- Ao considerar as vendas como causa da promoção e não como seu resultado, utiliza um raciocínio circular, conduzindo a uma verba estabelecida pela disponibilidade de fundos e não pelas oportunidades do produto no mercado.

³ KOTLER, Philip *Administração de Marketing*, 1993, p. 667

- A dependência do orçamento de promoção em relação à flutuação das vendas de ano para ano interfere no planejamento em longo prazo.
- O método não fornece uma base lógica para a escolha da porcentagem específica, a não ser o que foi feito no passado ou o que os concorrentes fazem.
- Finalmente, ele não estimula a determinação do orçamento de promoção pela estipulação do que cada produto e território merecem.

Desta maneira, o método atual não é capaz de justificar, de maneira criteriosa, a quantidade de recursos financeiros solicitada para as iniciativas de promoção, nem de fornecer uma estimativa do retorno esperado por este investimento, bem como o risco associado a ele, parâmetros solicitados para qualquer outro projeto dentro da empresa.

Além disso, não se tem noção exata do ponto de saturação de uma ação de comunicação de marketing, isto é, o nível de vendas em que, por mais que se exponha os potenciais clientes à propaganda, não há aumento nas vendas. Neste ponto, deve-se ter cuidado para não investir mais do que o necessário.

3.2. Análise do Problema

As vendas são influenciadas por diversos fatores além da própria promoção, como as características do produto, preço, sua disponibilidade e as ações da concorrência. Quanto menor for o número, ou mais controláveis forem esses fatores, mais fácil será medir o impacto da promoção sobre as vendas. O impacto sobre vendas é mais fácil de ser medido em situações envolvendo comunicação de massa sobre determinados produtos e mais difícil de se medir quando a propaganda for destinada à construção de imagem corporativa ou de marca.

As empresas se interessam cada vez mais em saber se estão investindo muito ou pouco em propaganda. Uma forma de abordar desta questão é trabalhar com poucas variáveis, utilizando os seguintes parâmetros:

- gasto da empresa com propaganda
- participação desse gasto sobre o total gasto pela indústria
- participação de mercado⁴

Segundo Schultz e Robinson⁵, as abordagens teóricas para a determinação de orçamentos de marketing são geralmente baseadas em alguma forma de modelo matemático utilizando-se dados históricos como entrada. O modelo pode incluir participação de mercado, preços, atividade competitiva e variações de ano para ano. A maioria dos modelos já desenvolvidos é proprietária ou requer informações difíceis de serem obtidas para a maioria das empresas.

Podem-se dividir os métodos quantitativos existentes nas seguintes categorias:

- *Modelo de vendas.* Promoção é considerada a única variável que afeta as vendas, de maneira que a otimização de sua função leva ao orçamento ideal.

⁴ extraído de KOTLER, Philip *Administração de Marketing*, 1993, p. 704

⁵ SCHULTZ, Don E., ROBINSON, William A., *Sales promotion management*, Lincolnwood, National Textbook Co., 1992

- *Modelo dinâmico.* Este modelo tenta contabilizar os efeitos da propaganda nas vendas através do tempo. Uma abordagem típica é incorporar os efeitos acumulativos de atividades presentes no futuro.

- *Modelo competitivo.* Modelar as atividades da competição é um outro método, tendo como base alguma forma de teoria de jogos. Esta abordagem assume que todos os concorrentes são independentes e que incertezas são resultado de não se saber o que os outros farão. A estratégia é então desenvolvida para reduzir e/ou controlar esta incerteza, sendo que as previsões são feitas com base no modelo.

- *Modelo estocástico:* Duas grandes abordagens usando as leis da probabilidade foram desenvolvidas. Uma é baseada em *Cadeias de Markov* e a outra no modelo *Stochastic Learning* (sem correspondência para o português). Ambas tentam prever o orçamento ideal baseado no modelo desenvolvido.

- *Simulação.* Diversos modelos computacionais que simulam o comportamento do consumidor a partir de dados armazenados já foram desenvolvidos. Através de abordagens experimentais, vários níveis de alocação de orçamento são testados para determinar o retorno mais efetivo sobre o investimento.

Ainda segundo Schultz e Robinson, um dos modelos mais bem sucedidos comercialmente é o chamado *Hendry*. Infelizmente, detalhes sobre seu funcionamento são secretos, porém se sabe que é baseado em um modelo matemático contendo as "leis fundamentais do comportamento do consumidor". Desenvolvido em 1962, o modelo correlaciona a variação de níveis de gastos com promoção e o resultado da participação de mercado ou a contribuição nos lucros. Sendo as entradas de fácil obtenção (o nível de gastos com propaganda e a participação de mercado), este modelo tem um grande número de seguidores.

3.3. Dados disponíveis

Conforme descrição de Schultz e Robinson supra citada, todas as abordagens procuram prever o futuro a partir de dados passados. Para isso, a empresa deve fornecer uma base de dados.

Uma das virtudes do modelo deve ser a de não necessitar de uma quantidade muito grande ou muito detalhada de dados de entrada. Não está nos planos da empresa dispendar recursos e esforços com pesquisas junto a clientes, ou potenciais clientes, para alimentar o modelo. Além disso, o aumento da complexidade dos dados é acompanhado de um aumento na complexidade do modelo e conseqüente dificuldade em sua aplicação. Isto não impede, entretanto, que seja sugerida a coleta de alguns dados adicionais se for comprovada sua importância para a diminuição das incertezas nos resultados.

Os dados atualmente disponíveis são:

- volume mensal de vendas: dado proveniente da área comercial, exato e de fácil obtenção. Representa todo o faturamento da empresa, dividido por mês e produto. Por ser de origem interna à empresa, é de alta confiabilidade.

- volume mensal de investimentos em promoção: dado proveniente da área de marketing, também exato, confiável e de fácil obtenção. Representa todo o montante investido pela empresa em propagandas, feiras de negócios e distribuição de material promocional.

- estimativa do volume mensal de vendas do setor: depende da colaboração de membros das 8 empresas participantes do mercado, que formam uma Associação. Cada uma delas fornece seu volume de vendas no mês, de maneira anônima. Todos os números são somados para se chegar a um total. Assim cada empresa pode calcular sua própria participação de mercado. Pelo seu caráter anônimo, está sujeita a erros involuntários, como a inclusão de produtos que não se encaixam na categoria de automação industrial, ou propositais com o intuito de confundir a concorrência.

4. SELEÇÃO DO MODELO

É possível listar alguns fatores que podem limitar a escolha da abordagem a ser utilizada:

- indisponibilidade de dados externos. Deve-se priorizar a utilização de dados internos, visto que dados sobre a concorrência requerem esforços extras por parte da pequena equipe de marketing.
- pouco conhecimento teórico sobre comportamento do consumidor. O pequeno porte da empresa não permite a contratação de pessoas especializadas em marketing. A equipe de marketing é encabeçada por um engenheiro de eletrônica, que divide seu tempo entre Pesquisa & Desenvolvimento e Marketing. Ele é auxiliado por um analista pleno e uma secretária.

Das abordagens já apresentadas, a que melhor se encaixa às restrições listadas acima é o *Modelo de Vendas*. Por considerar a promoção como a única variável a influenciar nas vendas, necessita de poucas entradas e, conseqüentemente, menos esforços da limitada equipe de marketing.

4.1. *Fundamentação teórica*

Segundo Day⁶, a resposta em vendas à propaganda pode ser descrita pela interação de três parâmetros:

⁶ DAY, Ralph L., *Marketing Models - Quantitative and Behavioral*, Scranton, International Textbook Co., 1964

- constante de decaimento de vendas

- nível de saturação

- constante de resposta

Antes de prosseguir com a dedução do modelo, será apresentado cada um dos parâmetros.

4.1.1. Constante Exponencial de Decaimento das Vendas (λ)

Na ausência de propaganda, as vendas tendem a diminuir devido a inúmeros fatores, que serão discutidos mais adiante. Sob condições de marketing relativamente constantes, a taxa de decaimento é, em geral, constante, isto é, uma porcentagem constante das vendas é perdida com o passar do tempo.

Chamar-se-á de λ a Constante Exponencial de Decaimento das Vendas, que significa que as vendas de um certo produto sem propaganda são dadas por

$$S(t) = S_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

onde $S(t)$ é o nível de vendas no instante t , S_0 é o nível inicial de vendas e t é o tempo decorrido.

4.1.2. Nível de Saturação (M)

Suponha-se que um certo produto tenha sido anunciado continuamente durante um ano inteiro. Nos primeiros seis meses suas vendas cresceram 30% e depois se estabilizaram, apesar da campanha ter se estendido por mais seis meses. Esta propaganda adicional manteve as vendas no novo nível, mas pode ter sido exagerada,

visto que poderia ter sido feito um investimento menor, apenas para compensar o decaimento das vendas.

Portanto, o nível de saturação é uma constante determinada pelo nível máximo de vendas alcançado pela empresa durante uma campanha publicitária continuada, sem que um aumento no total investido em promoção faça com que as vendas aumentem.

4.1.3. Constante de Resposta (r)

Ao lado da Constante de Decaimento e do Nível de Saturação é preciso destacar a ação de um terceiro parâmetro para descrever o comportamento das vendas, a Constante de Resposta.

Toma-se por princípio que o número de possíveis novos consumidores diminui à medida que as vendas se aproximam do nível de saturação. Por isso, após um período sem propaganda, é esperado haver um grande número de consumidores que não adquirem o produto pelo fato de não terem ciência de sua existência. Logo após uma campanha promocional, a tendência é de que as vendas cresçam rapidamente e depois haja uma diminuição neste ritmo até que se chegue ao ponto de saturação, situação em que, mesmo conhecendo o produto, o potencial comprador não deseja comprá-lo por motivos diversos.

A constante de resposta pode então ser definida como sendo as vendas geradas por unidade monetária investida em promoção, quando o nível de vendas é zero.

Para a sua determinação é utilizada a expressão abaixo, tomando-se um período imediatamente posterior a um investimento em promoção, com a condição inicial de nível de vendas zero.

$$r = \frac{S_f - S_i}{\left(\frac{S_f}{S_i} - 1\right) \cdot \sum_1^n A_t}$$

Onde

S_f - nível de vendas ao final do período de análise

S_i - nível de vendas no começo do período de análise

n - número de unidades de tempo (meses, em geral) que compõem o período

A_t - montante investido em promoção no instante t

Para facilitar a compreensão da equação acima, ela representa:

$$\frac{\text{aumento mensal médio das vendas no período}}{\text{aumento percentual no período} \times (\text{investimento mensal médio em propaganda})}$$

4.2. Modelo matemático

O modelo matemático definido por Day (1964), baseado nos 3 parâmetros relacionados acima pode ser representado por:

$$\frac{dS}{dt} = \frac{rA(t)(M - S)}{M} - \lambda S \quad (1)$$

onde

S - volume de vendas no instante t

r - constante de resposta

A - quantidade investida em propaganda no instante t

M - Nível de saturação

λ – constante de decaimento

Da equação (1) podem derivar muitos resultados úteis na avaliação de campanhas promocionais:

4.2.1. Equação do estado de equilíbrio

Quando já se atingiu um nível satisfatório de vendas, pode-se determinar qual o investimento necessário em propaganda para mantê-lo. Isto ocorre quando $\frac{dS}{dt} = 0$. Da equação (1) tem-se então que

$$A = \frac{\lambda}{r} \cdot \frac{SM}{M - S}$$

Nota-se que quanto mais próximo estiverem as vendas do nível de saturação (M) e quanto maior for a relação λ / r , mais dispendioso será manter este nível.

4.2.2. Função de vendas

Para um nível constante de investimento em propaganda (A), mantido por um período de tempo T, o comportamento das vendas pode ser determinado pela integração da equação (1):

$$S(t) = \frac{M}{1 + \frac{\lambda M}{rA}} \cdot (1 - e^{-\frac{rA}{M+\lambda}t}) + S_0 e^{-\frac{rA}{M+\lambda}t} \quad (t < T) \quad (2)$$

onde S_0 é o valor das vendas no instante $t=0$, quando começa a campanha publicitária. Assim que a campanha termina, a taxa de decrescimento exponencial das vendas é dada por:

$$S(t) = S(T)e^{-\lambda(t-T)} \quad (t > T) \quad (3)$$

4.2.3. Pulso de promoção

Esforços de promoção podem, eventualmente, ser curtos e intensos. Para se obter uma expressão para um único pulso de propaganda de duração desprezível, pode-se integrar a equação (1) para obter:

$$S(t) = Me^{-\lambda t} - (M - S_0)e^{-\left(\frac{ra}{M+\lambda}\right)t} \quad (4)$$

onde S_0 é o nível de vendas imediatamente antes da promoção e a é o custo desta campanha. O aumento imediato das vendas, resultante da campanha é:

$$S(0) - S_0 = (M - S_0)\left(1 - e^{-\frac{ra}{M}}\right) \quad (5)$$

O total adicional de vendas de vendas geradas por esta campanha é:

$$\int_0^{\infty} [S(0) - S_0] \cdot e^{-\lambda t} dt = \left(\frac{M - S_0}{\lambda}\right)\left(1 - e^{-\frac{ra}{M}}\right)$$

4.3. Considerações sobre o modelo

4.3.1. Hipóteses Assumidas

A primeira hipótese assumida neste modelo é intrínseca à abordagem adotada para o desenvolvimento do modelo. Segundo a definição de Robinson e Schultz, citada na página 10 deste trabalho, o chamado *Modelo de Vendas* assume ser o marketing a única variável a afetar as vendas. Entretanto, assumir esta hipótese pode trazer erros

difícilmente mensuráveis aos resultados, causados por problemas conjunturais que venham a afetar o setor.

Para minimizar este erro, o modelo será alimentado com a participação da empresa no mercado e não com seu faturamento absoluto. Desta maneira são filtradas as variações conjunturais, externas à empresa.

A segunda hipótese se refere ao comportamento das vendas dividido em uma matriz produto x recurso promocional. O modelo desenvolvido assume que o comportamento das vendas da empresa é independente da proporção de produtos vendidos e dos recursos promocionais utilizados. Desta maneira, passa-se a analisar o comportamento das vendas, dadas as condições em que o estudo foi baseado. Esta simplificação pode trazer inconsistências ao modelo quando houver mudanças na alocação dos recursos promocionais ou introdução de um novo produto no mercado.

Neste caso, faz-se necessário reavaliar os parâmetros do modelo de forma a ajustá-los à nova realidade da empresa.

Por último, a restrição deste trabalho ao aspecto do retorno de investimentos em promoção e à sua otimização, faz com que temas relacionados a teorias de propaganda e marketing não sejam abordados. Assume-se, portanto, que as atividades de promoção já tenham sido estudadas e são adequadas. Isto significa assumir que as propagandas estejam direcionadas ao mercado-alvo, colocadas em meios de comunicação adequados e que as estratégias de marketing adotadas sejam as melhores.

Com relação ao modelo, a colocação acima equivale à hipótese de que não há maneiras de otimizar o retorno do investimento em promoção a não ser pela correta alocação de recursos.

5. APLICAÇÃO DO MODELO AO CASO EM ESTUDO

À luz das hipóteses apresentadas, inicia-se a aplicação prática do modelo especificado, com dados obtidos da empresa.

5.1. Dados de entrada

Para a determinação dos parâmetros utilizados no modelo, foi selecionada a base de dados correspondente ao período entre janeiro de 1999 e dezembro de 2001. Dentro deste período podem-se encontrar situações que permitem determinar todos os parâmetros necessários para o modelo, visto que até setembro de 1999 nada era investido em propaganda, o que permite a determinação da constante de decaimento das vendas e, até novembro de 2002, a linha de produtos se manteve a mesma, evitando que o lançamento de um novo produto pudesse se confundir com o efeito de algum investimento em promoção.

Seguem os dados obtidos da empresa, conforme especificação no item 3.3.

	faturamento empresa (R\$)	faturamento setor (R\$)	participação de mercado (%)	Investimento em propaganda (R\$)
jan/99	279.217,28	9.410.000	2,97%	0,00
fev/99	328.131,64	11.120.000	2,95%	0,00
mar/99	387.142,40	14.190.000	2,73%	0,00
abr/99	345.227,25	12.870.000	2,68%	0,00
mai/99	500.692,21	18.820.000	2,66%	0,00
jun/99	433.001,85	16.720.000	2,59%	0,00
jul/99	422.161,70	16.430.000	2,57%	0,00
ago/99	476.075,05	18.530.000	2,57%	0,00
set/99	442.972,59	17.250.000	2,57%	0,00
out/99	823.152,88	32.750.000	2,51%	0,00
nov/99	827.730,23	32.520.000	2,55%	0,00
dez/99	735.076,74	27.140.000	2,71%	8.244,15
jan/00	819.614,41	28.720.000	2,85%	13.346,21
fev/00	957.755,96	33.500.000	2,86%	14.862,81
mar/00	801.344,94	25.860.000	3,10%	14.104,50
abr/00	1.064.222,27	33.710.000	3,16%	13.649,52
mai/00	1.123.474,82	35.090.000	3,20%	17.896,04
jun/00	1.237.117,02	40.620.000	3,05%	15.469,46
jul/00	1.138.666,23	35.690.000	3,19%	16.844,64
ago/00	1.167.687,33	34.260.000	3,41%	16.531,08
set/00	1.035.903,59	31.680.000	3,27%	15.469,46
out/00	1.194.821,58	36.210.000	3,30%	17.592,72
nov/00	1.430.069,97	42.920.000	3,33%	16.682,75
dez/00	895.155,81	25.070.000	3,57%	13.346,21
jan/01	958.149,25	27.200.000	3,52%	20.396,06
fev/01	1.047.864,87	30.160.000	3,47%	19.415,48
mar/01	1.154.742,61	33.840.000	3,41%	15.885,39
abr/01	1.325.874,35	37.420.000	3,54%	22.945,56
mai/01	1.169.145,74	32.030.000	3,65%	16.081,50
jun/01	1.432.654,78	40.170.000	3,57%	20.788,29
jul/01	1.128.478,51	31.650.000	3,57%	18.827,13
ago/01	1.348.447,14	39.260.000	3,43%	17.258,21
set/01	1.257.613,54	35.650.000	3,53%	17.062,08
out/01	1.485.127,58	42.430.000	3,50%	22.161,11
nov/01	1.648.741,45	46.370.000	3,56%	20.592,17
dez/01	854.468,33	23.590.000	3,62%	17.650,43

Fonte: empresa

Tabela 5.1 - histórico de vendas e participação de mercado

Graficamente, a evolução da participação de mercado mostra que houve um período de queda até novembro de 1999, seguido de um aumento brusco no primeiro semestre de 2000 até uma aparente estabilização a partir do segundo semestre de 2001.

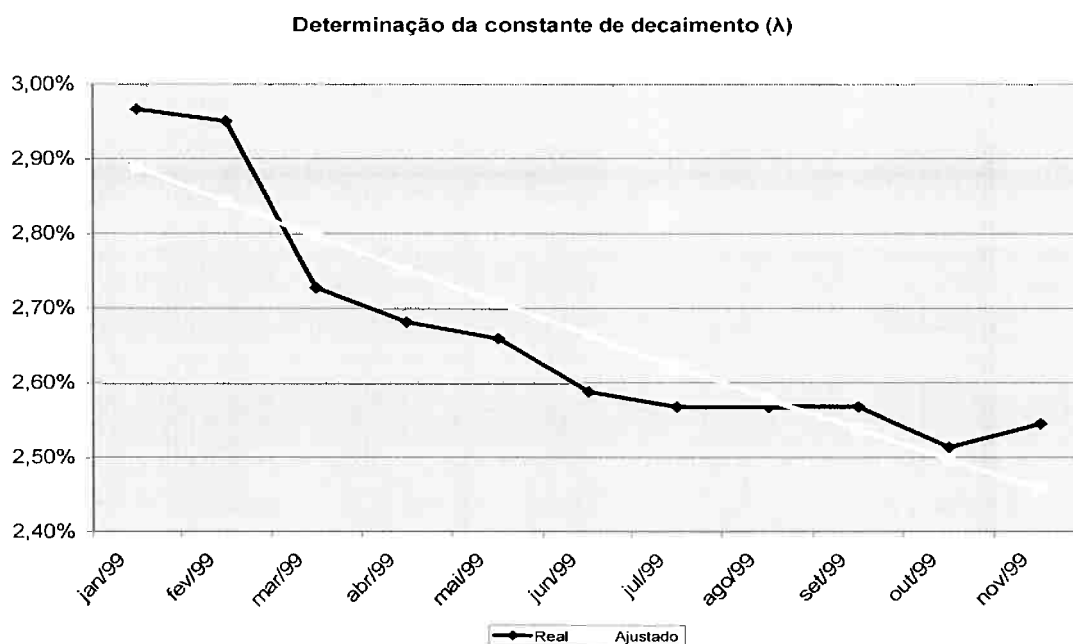


elaborado pelo autor

Gráfico 5.1 - evolução da participação de mercado

5.2. Determinação dos parâmetros

Para a determinação da constante exponencial de decaimento (λ), foram utilizados os primeiros onze pontos dos dados fornecidos pela empresa, correspondentes ao período de janeiro de 1999 a novembro do mesmo ano, quando não houve investimentos em propaganda.



elaborado pelo autor

Gráfico 5.2 - Determinação do parâmetro λ

Utilizando o método dos mínimos quadrados, a curva que melhor se ajustou aos dados de entrada foi

$$S = 0,0294e^{-0,0162t}$$

Assim, determinou-se que $\lambda = 0,0162$ e $S_0 = 0,0294$.

O próximo parâmetro a ser determinado é a Constante de Resposta (r).

O período utilizado para análise foi o intervalo de quatro meses seguintes ao início da propaganda, em dezembro de 1999.

Note-se que esta expressão definida para o cálculo da constante de resposta apenas representa a realidade se, imediatamente antes do período utilizado para o cálculo, o

nível de vendas era zero. Como, na prática, esta situação não ocorre, o cálculo desta constante foi aproximado, entretanto o erro cometido não foi grande, dado que o nível de vendas estava abaixo do nível de saturação, por conta de um longo período sem promoção.

Assim, os dados utilizados para a determinação de r foram:

	participação de mercado (%)	Investimento em propaganda (R\$)
dez/99	2,71%	8.244,15
jan/00	2,85%	13.346,21
fev/00	2,86%	14.862,81
mar/00	3,10%	14.104,50

Fonte: empresa

Tabela 5.2 - Dados para a determinação da constante de resposta (r)

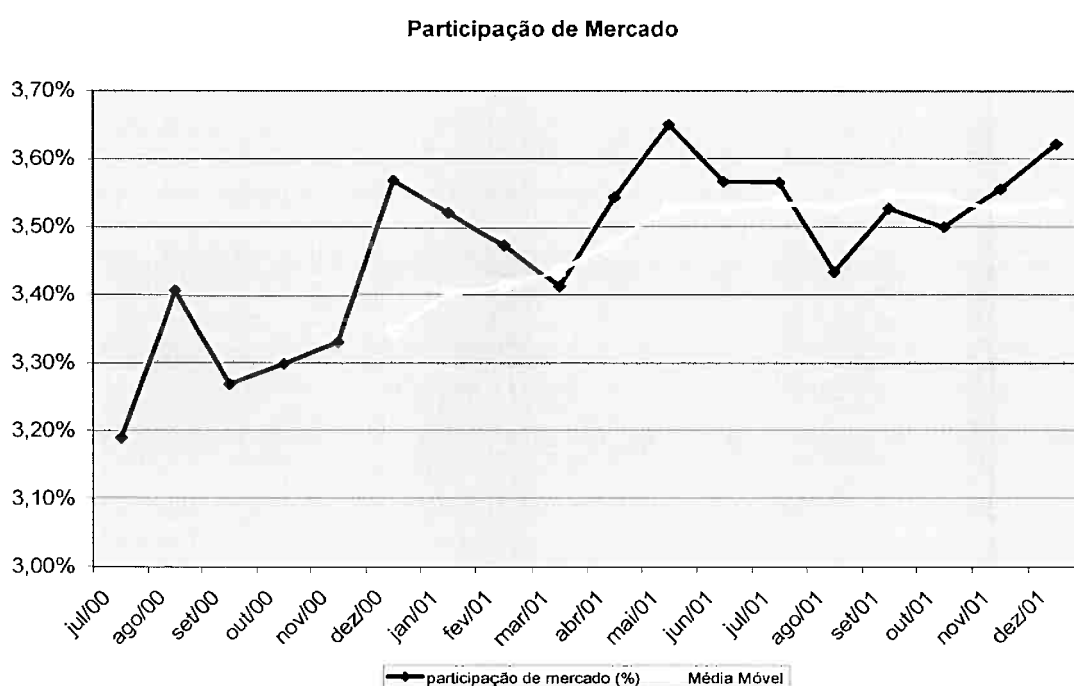
$$\text{aumento mensal médio das vendas} = \frac{3,10\% - 2,71\%}{4} = 0,098\%$$

$$\text{aumento percentual no período} = \frac{3,10\%}{2,71\%} - 1 = 14,39\%$$

$$\text{investimento mensal médio em propaganda} = \text{R\$ } 12.639,42$$

$$r = \frac{0,098\%}{14,39\% \times \text{R\$ } 12.639,42} = 6,13 \times 10^{-7} \text{ R\$}^{-1}$$

Por fim é necessário calcular o nível de saturação(M). Com os dados experimentais disponíveis não é possível determiná-lo diretamente. Observa-se, entretanto, que após um período de propaganda relativamente constante as vendas se estabilizaram em um nível. Pelo gráfico a seguir, pode-se determinar em que nível ocorreu esta estabilização.



elaborado pelo autor

Gráfico 5.3 - Estabilização das vendas

A linha amarela no gráfico acima representa a média móvel de seis meses da participação de mercado. Esta ferramenta foi aplicada porque indica uma tendência de uma curva através do cálculo da média dos últimos seis dados apenas, e não de toda a amostra, evitando que dados antigos levem a média a um valor sem utilidade. Esta curva mostrou uma tendência de estabilização da participação de mercado em 3,53%.

A situação que se observa neste período é um estado de equilíbrio. A equação que representa este estado, apresentada na página 18, possibilita o cálculo de M a partir dos outros dois parâmetros e do volume de investimentos em promoção no período:

$$M = \frac{S}{1 - \frac{\lambda S}{Ar}} = \frac{3,53\%}{1 - \frac{1,62 \times 10^{-2} \times 3,53\%}{12.910,96 \times 6,13 \times 10^{-7}}} = 3,71\%$$

5.3. Avaliação do modelo

Recordando a equação 1, apresentada no capítulo anterior, em que a saída do modelo é dada em percentual de participação de mercado, tem-se que:

$$\frac{dS}{dt} = \frac{rA(t)(M - S)}{M} - \lambda S$$

Como a base de tempo utilizada é de um mês, pode-se transformar a equação acima, de modo que:

$$\Delta S = S_t - S_{t-1} = \frac{rA_t(M - S_t)}{M} - \lambda S_{t-1}$$

ou ainda

$$S_t = \frac{rA_t(M - S_t)}{M} - \lambda S_{t-1} + S_{t-1}$$

Para a verificação da qualidade do modelo e dos parâmetros calculados, foi realizado um teste, onde se calculou, a participação de mercado esperada para 2002, utilizando como dados de entrada o investimento real em promoção naquele ano.

A série obtida foi confrontada com a série real de dados.

No cálculo da participação de mercado para o mês (S_t), o valor utilizado para S_{t-1} foi a participação de mercado do mês anterior, correspondente à série de dados reais. Com isso evitou-se a propagação da diferença entre o real e o calculado ao longo dos meses.

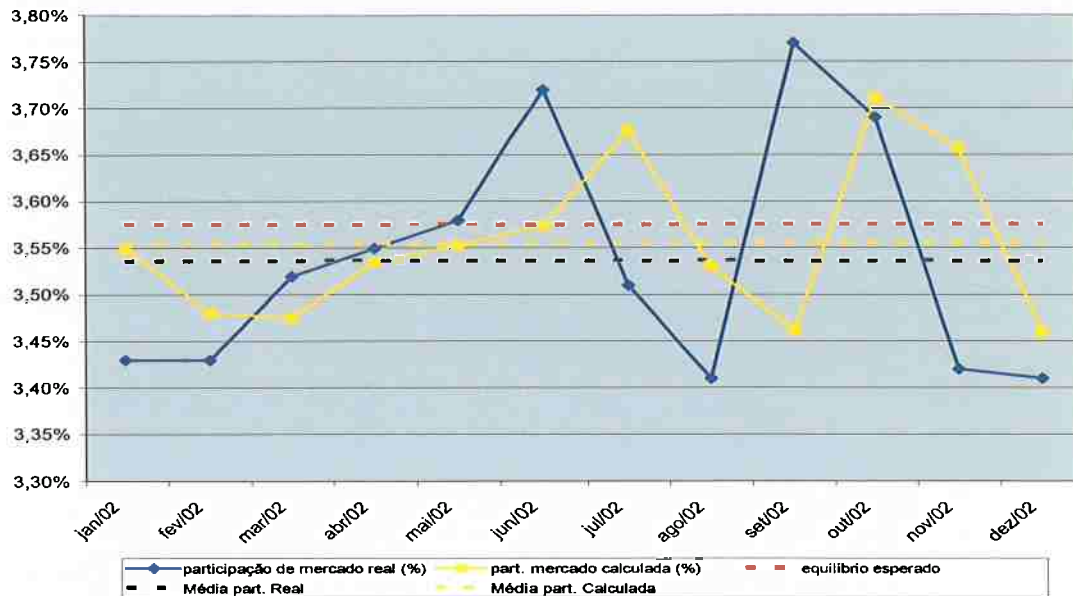
O resultado obtido se encontra na tabela abaixo:

	invest. em propaganda (R\$)	participação de mercado real (%)	part. mercado calculada (%)	Diferença percentual
jan/02	26.636,62	3,43%	3,55%	3,4%
fev/02	27.641,77	3,43%	3,48%	1,4%
mar/02	25.865,31	3,52%	3,48%	-1,3%
abr/02	24.877,60	3,55%	3,54%	-0,4%
mai/02	22.867,29	3,58%	3,55%	-0,7%
jun/02	22.615,99	3,72%	3,57%	-4,1%
jul/02	25.380,18	3,51%	3,68%	4,5%
ago/02	25.631,46	3,41%	3,53%	3,4%
set/02	25.884,28	3,77%	3,46%	-8,9%
out/02	27.482,02	3,69%	3,71%	0,6%
nov/02	27.390,49	3,42%	3,66%	6,5%
dez/02	22.992,64	3,41%	3,46%	1,5%

elaborada pelo autor

Tabela 5.3 - Comparativo entre participação de mercado real e calculada

Graficamente:



elaborado pelo autor

Gráfico 5.4 - Comparativo entre participação de mercado real e calculada

O investimento realizado em 2002 variou entre R\$22.000 e R\$27.000, podendo, para a análise do gráfico acima, ser considerado constante, com média R\$ 25.500. Assim, esperava-se que o comportamento da curva real fosse uma curva crescente até se atingir o estado de equilíbrio, a partir de onde a participação de mercado permaneceria constante.

Recapitula-se aqui a equação do estado de equilíbrio, apresentada no capítulo 4.

$$A = \frac{\lambda}{r} \cdot \frac{SM}{M - S}$$

Isolando-se S, a equação passa a ser

$$S = \frac{M}{\frac{\lambda M}{Ar} + 1}$$

Portanto, para o nível de investimentos de R\$ 25.500,00, média dos investimentos em 2002, o ponto de equilíbrio deveria ser atingido em 3,58%.

No Gráfico 5.4 é possível comparar o nível de equilíbrio teórico (3,58%) com a média da participação de mercado real (3,54%) e com a média da participação de mercado calculada (3,56%). Os três valores são muito semelhantes.

5.4. Utilização do modelo para a determinação do orçamento de promoção

O orçamento de promoção, baseado no modelo apresentado, deve ser tal que maximize o retorno financeiro, comparado a uma situação em que nada se investe em promoção.

Recordando que a saída do modelo é dada em parcela de participação de mercado, faz-se necessário que a empresa, por meio de sua experiência e conhecimento do mercado em que atua, forneça uma projeção do faturamento do setor para o ano seguinte. Esta projeção será multiplicada pela participação de mercado esperada, resultando no cálculo do faturamento esperado. Isto implica, entretanto, a introdução de mais uma fonte de incerteza ao modelo, fator que será discutido adiante com mais profundidade.

As projeções de faturamento do setor nunca foram utilizadas pela empresa e por isso não estavam disponíveis. Entretanto, a empresa se dispôs a criar um procedimento para a obtenção destes dados. Utilizando-se do faturamento real do setor nos últimos 3 anos, seria acrescentado um crescimento ou um decréscimo esperado para o mercado, acompanhando a sazonalidade média mensal.

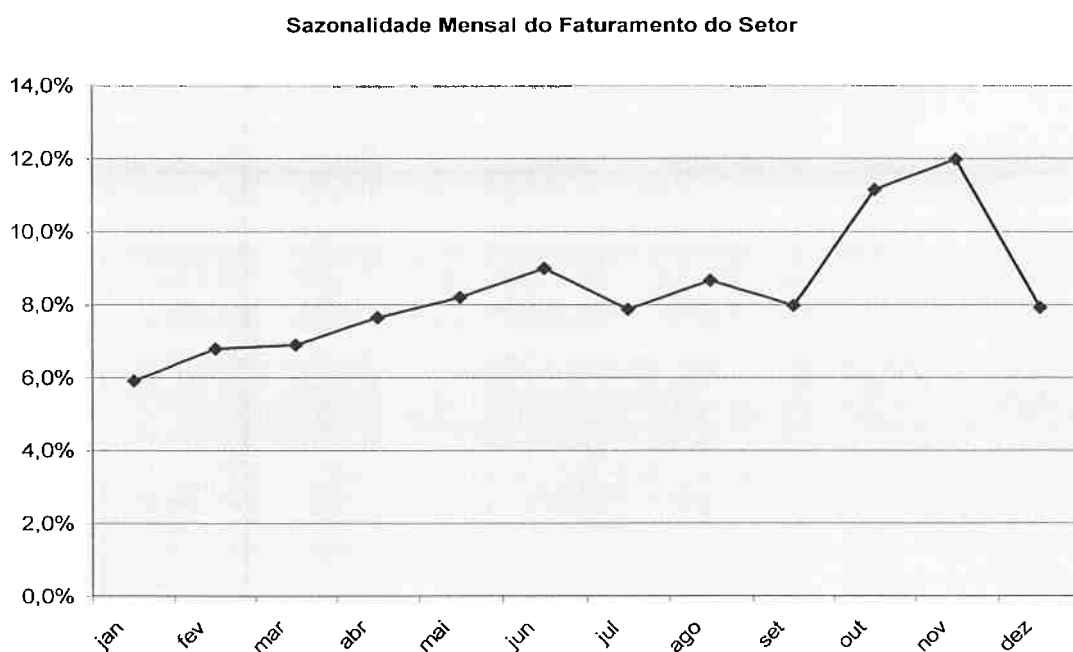
Desta maneira, construiu-se a tabela a seguir.

	1999		2000		2001		% média
	Faturamento setor	% do ano	Faturamento setor	% do ano	Faturamento setor	% do ano	
jan	9.410.000	4,1%	28.720.000	7,1%	27.200.000	6,5%	5,9%
fev	11.120.000	4,9%	33.500.000	8,3%	30.160.000	7,2%	6,8%
mar	14.190.000	6,2%	25.860.000	6,4%	33.840.000	8,1%	6,9%
abr	12.870.000	5,7%	33.710.000	8,4%	37.420.000	8,9%	7,6%
mai	18.820.000	8,3%	35.090.000	8,7%	32.030.000	7,6%	8,2%
jun	16.720.000	7,3%	40.620.000	10,1%	40.170.000	9,6%	9,0%
jul	16.430.000	7,2%	35.690.000	8,8%	31.650.000	7,5%	7,9%
ago	18.530.000	8,1%	34.260.000	8,5%	39.260.000	9,4%	8,7%
set	17.250.000	7,6%	31.680.000	7,9%	35.650.000	8,5%	8,0%
out	32.750.000	14,4%	36.210.000	9,0%	42.430.000	10,1%	11,2%
nov	32.520.000	14,3%	42.920.000	10,6%	46.370.000	11,0%	12,0%
dez	27.140.000	11,9%	25.070.000	6,2%	23.590.000	5,6%	7,9%
Total	227.750.000	100,0%	403.330.000	100,0%	419.770.000	100,0%	100,0%

elaborado pela empresa

Tabela 5.4 - Cálculo da sazonalidade mensal para o faturamento do setor

Como mostra o gráfico abaixo, o faturamento é crescente até a metade do ano, mantém-se estabilizado no terceiro trimestre, cresce muito em outubro e novembro e decresce bastante em dezembro. Este comportamento já era esperado pela empresa e foi explicado prontamente pela equipe de marketing: todos os anos as indústrias investem moderadamente durante os três primeiros trimestres para que, no começo do último trimestre, possam investir pesadamente na compra de máquinas e equipamentos, se preparando para produzir intensamente no fim do ano, época em que o mercado de bens de consumo se aquece mais. Em dezembro, depois dos altos investimentos dos dois meses anteriores, há uma retração nas vendas da empresa, que começarão a se recuperar novamente no ano seguinte.



elaborado pela empresa

Gráfico 5.5 - Sazonalidade mensal do faturamento do setor

Para o ano de 2002, acreditava-se em uma diminuição de aproximadamente 10% no faturamento do setor em geral, em virtude do desaquecimento das áreas de infraestrutura de telecomunicações e de geração de energia elétrica (automação de GMG's - Grupos Moto-Geradores), reflexo da recessão mundial causada pelos atentados terroristas de 11 de setembro de 2001.

Assim, a previsão calculada para faturamento do setor em 2002, adotada no modelo foi:

	% média	Faturamento do setor calculado	Faturamento real	Diferença
jan	5,9%	22.330.314	22.250.000	0,36%
fev	6,8%	25.656.285	24.170.000	5,8%
mar	6,9%	26.072.372	22.960.000	11,9%
abr	7,6%	28.867.489	27.770.000	3,8%
mai	8,2%	30.971.329	30.830.000	0,5%
jun	9,0%	33.978.787	24.810.000	27,0%
jul	7,9%	29.723.150	25.490.000	14,2%
ago	8,7%	32.720.828	29.190.000	10,8%
set	8,0%	30.124.522	29.750.000	1,2%
out	11,2%	42.143.412	39.520.000	6,2%
nov	12,0%	45.293.288	29.480.000	34,9%
dez	7,9%	29.911.223	50.400.000	-68,5%
Total	100,0%	377.793.000	356.620.000	

elaborado pela empresa

Tabela 5.5 - Cálculo da previsão de faturamento do setor e comparação com real

Comparando-se a coluna do faturamento calculado com o faturamento real, pode-se inferir a qualidade da previsão. Os maiores erros ocorreram nos meses de novembro e dezembro. Segundo a empresa, esta diferença pode ser explicada por vendas negociadas em novembro, mas que foram efetivamente faturadas em dezembro. Quanto aos outros meses, as previsões foram sempre acima do real, indicando que a previsão de queda de 10%, comentada anteriormente, foi otimista demais.

Finalmente chega-se à planilha de orçamento (Tabela 5.6). Seus dados de entrada são os valores mensais orçados para promoção. Com a utilização do software *What'sBest!* Versão 6.0, da *Lindo Systems, Inc.* foram determinados estes valores, de modo que o Valor Presente Líquido (VPL) do investimento - soma dos resultados mensais do investimento, trazidos a valor presente no começo do ano - fosse máxima. Assim, foi obtido um orçamento ótimo para promoção.

	Investimento orçado	Participação de mercado esperada	Previsão faturamento setor	Faturamento esperado após promoção	Participação de mercado esperada, sem investimento	Faturamento esperado, sem investimento	Resultado do investimento	VPL
jan	-	3,48%	22.330.314	777.097,10	3,48%	777.097,10	-	-
fev	-	3,43%	25.656.285	879.126,80	3,43%	879.126,80	-	-
mar	-	3,37%	26.072.372	879.661,56	3,37%	879.661,56	-	-
abr	-	3,32%	28.867.489	959.006,13	3,32%	959.006,13	-	-
mai	-	3,27%	30.971.329	1.013.093,47	3,27%	1.013.093,47	-	-
jun	-	3,22%	33.978.787	1.094.396,90	3,22%	1.094.396,90	-	-
jul	-	3,17%	29.723.150	942.625,39	3,17%	942.625,39	-	-
ago	-	3,12%	32.720.828	1.021.752,92	3,12%	1.021.752,92	-	-
set	-	3,07%	30.124.522	926.230,50	3,07%	926.230,50	-	-
out	27.552,92	3,24%	42.143.412	1.364.893,71	3,03%	1.275.868,50	61.472,29	55.354,90
nov	50.031,11	3,42%	45.293.288	1.550.268,74	3,19%	1.444.376,11	55.861,52	49.720,01
dez	17.565,01	3,45%	29.911.223	1.030.645,87	3,37%	1.008.055,91	5.024,95	4.420,71
							Total	109.495,61

Elaborada pelo autor

Tabela 5.6 - planilha de orçamento

Com a aprovação da empresa, foi definido que o resultado mensal do investimento seria:

$$\text{Resultado} = \frac{\text{Faturamento esperado após promoção}}{\text{Investimento orçado para promoção}} - \frac{\text{Faturamento esperado sem promoção}}{\text{Investimento orçado para promoção}}$$

Estes valores foram trazidos a valor presente no começo do ano para que o modelo ponderasse o valor do dinheiro no tempo.

A taxa com que estes resultados foram descontados, chamada de *taxa mínima de atratividade*, fornecida pela empresa, foi de 15% ao ano. Como o próprio nome sugere, é a taxa de retorno mínima esperada pela empresa para qualquer projeto. Este valor é tradicional na empresa, onde todo investimento com uma taxa de retorno maior que 15% é considerado um “bom investimento”.

Ao apresentar os resultados à empresa, houve uma discussão sobre não se investir nada nos meses de janeiro a setembro. A não participação em algumas feiras importantes poderia causar um efeito negativo nos clientes, podendo lhes ocorrer que a empresa estivesse em corte de despesas e, portanto, na iminência de uma crise. Há também os folhetos e CD-ROM's, que não podem faltar quando solicitados.

Chegou-se, então, ao acordo de que três feiras durante o ano teriam seu orçamento preservado, assim como a produção de catálogos e CD-ROM's. Foram então impostas restrições ao modelo, de forma que o orçamento mensal mínimo fosse de:

	Orçamento mínimo (R\$)
jan	3.500,00
fev	3.500,00
mar	3.500,00
abr	3.500,00
mai	14.500,00
jun	3.500,00
jul	3.500,00
ago	14.500,00
set	3.500,00
out	3.500,00
nov	14.500,00
dez	3.500,00

elaborado pela empresa

Tabela 5.7 - Orçamento mensal mínimo

Uma segunda execução do modelo, dadas as novas restrições, mostrou o seguinte resultado:

	Investimento orçado	Participação de mercado esperada	Previsão faturamento setor	Faturamento esperado após promoção	Participação de mercado esperada, sem investimento	Faturamento esperado, sem investimento	Resultado do investimento	VPL
jan	3.500,00	3,49%	22.330.314	779.863,61	3,48%	777.097,10	(733,49)	(733,49)
fev	3.500,00	3,45%	25.656.285	886.005,27	3,44%	882.256,54	248,73	245,85
mar	3.500,00	3,42%	26.072.372	890.893,52	3,40%	886.544,21	849,31	829,76
abr	3.500,00	3,38%	28.867.489	976.623,56	3,36%	971.251,20	1.872,35	1.808,06
mai	14.500,00	3,40%	30.971.329	1.054.097,80	3,33%	1.031.704,51	7.893,28	7.533,99
jun	3.500,00	3,37%	33.978.787	1.145.259,52	3,35%	1.138.691,93	3.067,59	2.894,05
jul	3.500,00	3,34%	29.723.150	992.698,86	3,32%	986.434,36	2.764,50	2.577,91
ago	14.500,00	3,37%	32.720.828	1.102.351,04	3,29%	1.076.029,75	11.821,29	10.895,77
set	3.500,00	3,34%	30.124.522	1.005.667,54	3,32%	999.293,60	2.873,94	2.618,26
out	15.160,93	3,37%	42.143.412	1.420.551,31	3,29%	1.385.291,82	20.098,56	18.098,46
nov	37.060,14	3,47%	45.293.288	1.569.886,96	3,32%	1.503.274,84	29.551,98	26.302,98
dez	12.435,27	3,46%	29.911.223	1.035.768,97	3,41%	1.020.812,58	2.521,12	2.217,96
							Total	75.289,56

elaborada pelo autor

Tabela 5.8 - Cálculo do orçamento ótimo, dadas as restrições de orçamento mínimo

5.5. Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade tem por objetivo demonstrar o quanto a saída do modelo pode variar quando se varia, de maneira controlada, apenas um parâmetro de entrada do modelo.

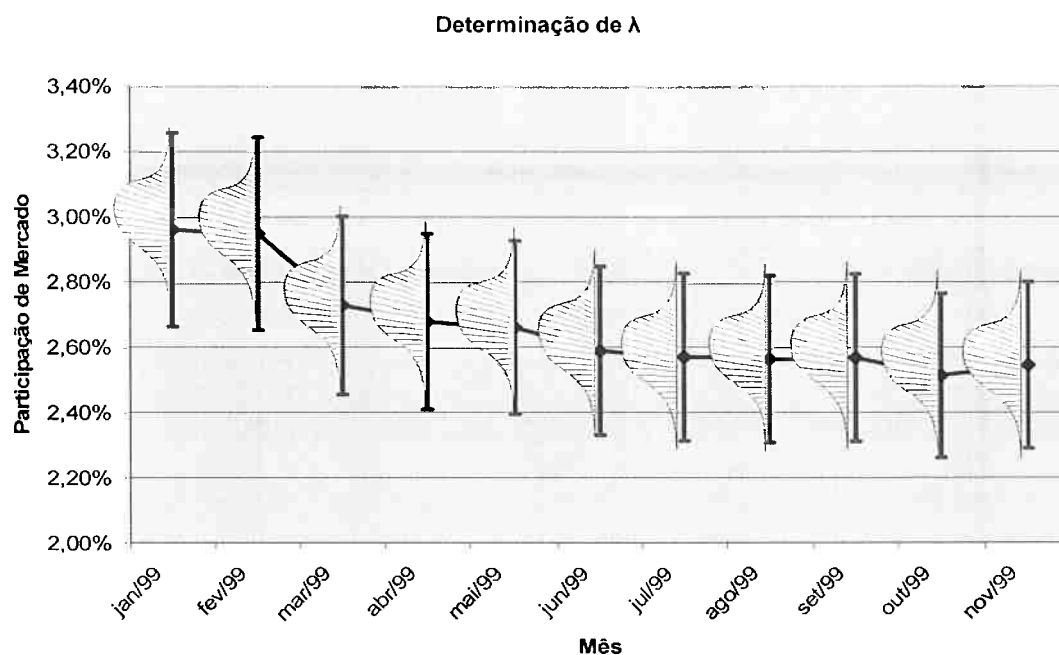
Primeiramente é necessário estimar uma faixa dentro da qual seria admitido que cada parâmetro pudesse variar.

Se o modelo fosse ideal, ou seja, descrevesse com exatidão o comportamento da participação de mercado, os parâmetros calculados a partir de dados históricos seriam exatos. Como isto não é verdadeiro, existe uma certa discrepância entre a saída do modelo e a realidade, causada pela incerteza no cálculo dos parâmetros e por ruídos não modelados. Utilizando um raciocínio inverso, ou seja, imaginando que a variabilidade do parâmetro seja causada pela variabilidade dos dados de entrada no cálculo dos parâmetros, pode-se tomar esta discrepância como o ponto de partida para se estimar a variação esperada de cada parâmetro de entrada.

A Tabela 5.3, encontrada na página 28, mostra a qualidade da resposta do modelo, comparando-a aos dados reais de 2002. Nela se observa que o desvio padrão da discrepância entre a participação de mercado calculada e a real é de pouco mais de 4 pontos percentuais. Sua distribuição de probabilidade, entretanto, é desconhecida.

5.5.1. Constante de Decaimento (λ)

Estimar a variação de um parâmetro, a começar pela constante de decaimento (λ), consiste em encontrar a distribuição de probabilidade de uma série de valores de λ que descreva algumas curvas viáveis dentro do intervalo de variabilidade imposto aos dados fornecidos pela empresa e determinar uma faixa dentro da qual o parâmetro tem uma probabilidade grande de se restringir. Esta situação é ilustrada no gráfico a seguir.



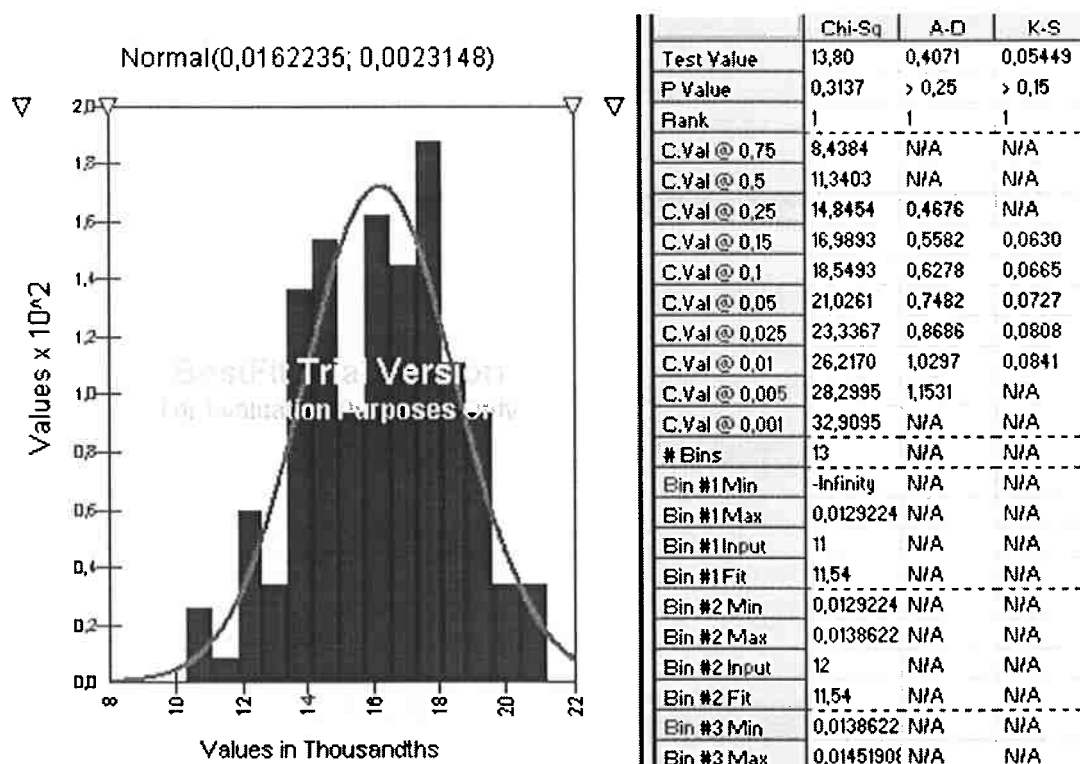
elaborado pelo autor

Gráfico 5.6 - Faixas de erro entre participação de mercado real e calculada

Retrocedendo ao cálculo dos parâmetros, iniciado na página 23 deste trabalho, serão assumidas variações aleatórias nos dados fornecidos pela empresa, supondo uma distribuição Normal de probabilidade com o desvio padrão comentado acima, aproximado, por segurança, para 5% do valor médio. Isto representa a faixa de valores que uma resposta do modelo poderia assumir.

O parâmetro será recalculado para cada conjunto de dados. Este procedimento será repetido por um número de vezes suficientemente grande, de modo que um teste de hipóteses (consultar Anexo A - Teste de Hipóteses) para a verificação da aderência da série de dados a uma dada distribuição de probabilidade produza resultados conclusivos.

A série de 150 dados obtida para a constante de decaimento foi tratada no software BestFit 4.5.1 (consultar Anexo B - Software BestFit 4.5.2) e a resposta foi a seguinte:



resultado extraído do software BestFit versão 4.5.2

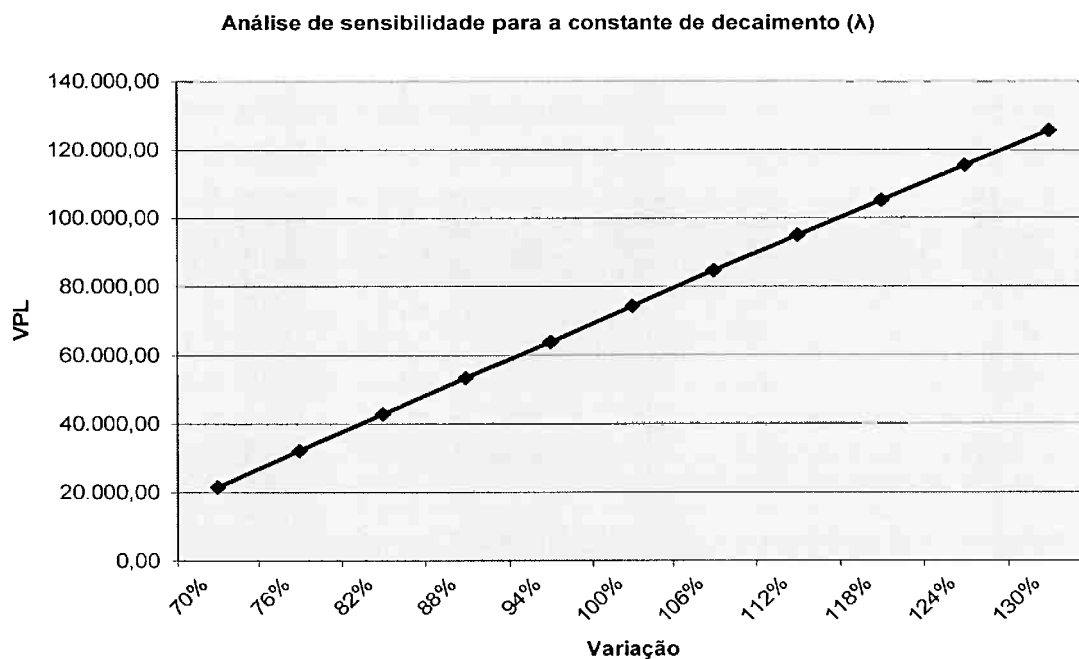
Gráfico 5.7 - Histograma e melhor distribuição de probabilidade para a constante de decaimento (λ)

Pelo relatório acima, pode-se esperar que a constante de decaimento varie de acordo com uma distribuição Normal, de média $\mu = 0,0162$ e desvio padrão $\sigma = 0,0023$.

Note-se que o valor dos testes de aderência, Qui-quadrado, Anderson-Darling (A-D) e Kolmogorov-Smirnov (K-S), foram inferiores aos seus respectivos valores críticos, com diversos valores de α , indicando que não se pode rejeitar a hipótese de a série de dados representar uma amostra de uma distribuição Normal de probabilidade.

É conhecido que, a partir da função de densidade de probabilidade para a distribuição Normal, aproximadamente 95% dos valores assumidos por λ estarão entre $\mu \pm 2\sigma$. Assim, é razoável realizar a análise de sensibilidade para a constante de decaimento, com intervalo de $0,0162 \pm 0,0046$, o que significa variar λ entre -30% e

+30% em torno de seu valor médio. O gráfico abaixo mostra o comportamento do Valor Presente Líquido do investimento quando é imposta esta variação.



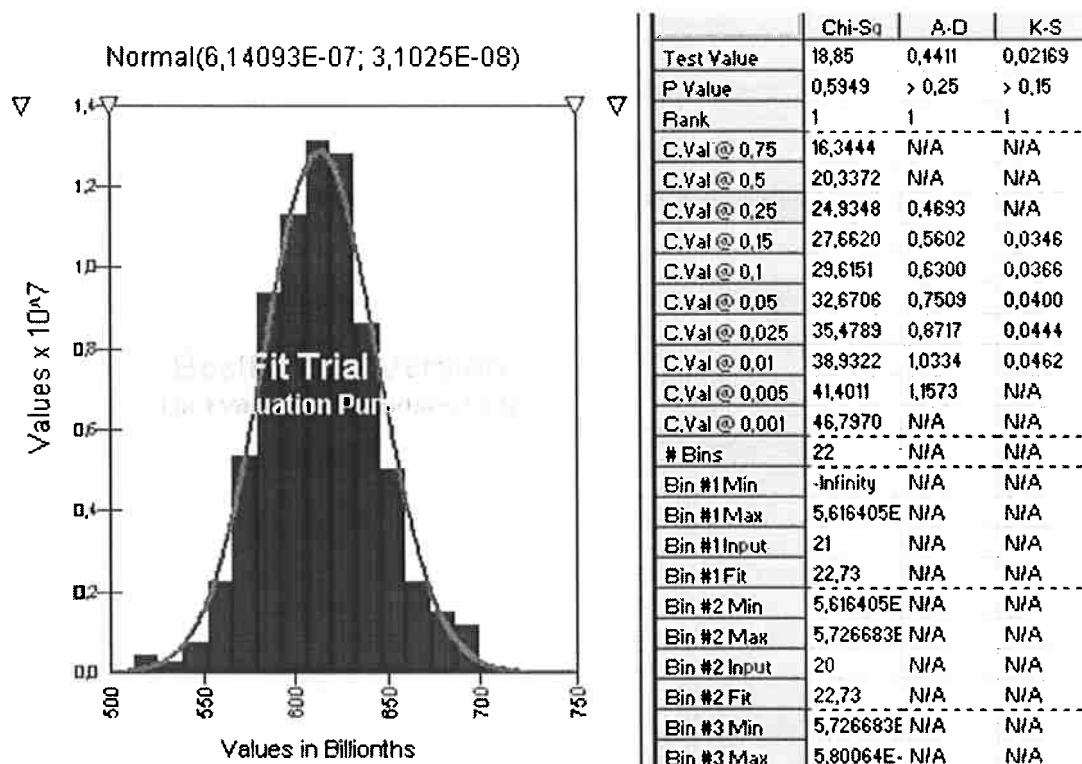
Elaborado pelo autor

Gráfico 5.8 - Análise de sensibilidade para a constante de decaimento

Quanto maior é a constante de decaimento, mais necessário é o investimento em promoção. Assim, é coerente que o resultado do investimento aumente à medida que aumenta a constante de decaimento.

5.5.2. Constante de Resposta (r)

Seguindo um raciocínio análogo ao do item anterior, foi gerada uma série de 500 dados para a constante de resposta. Também testados com a utilização do software BestFit 4.5.2, obteve-se o seguinte relatório:

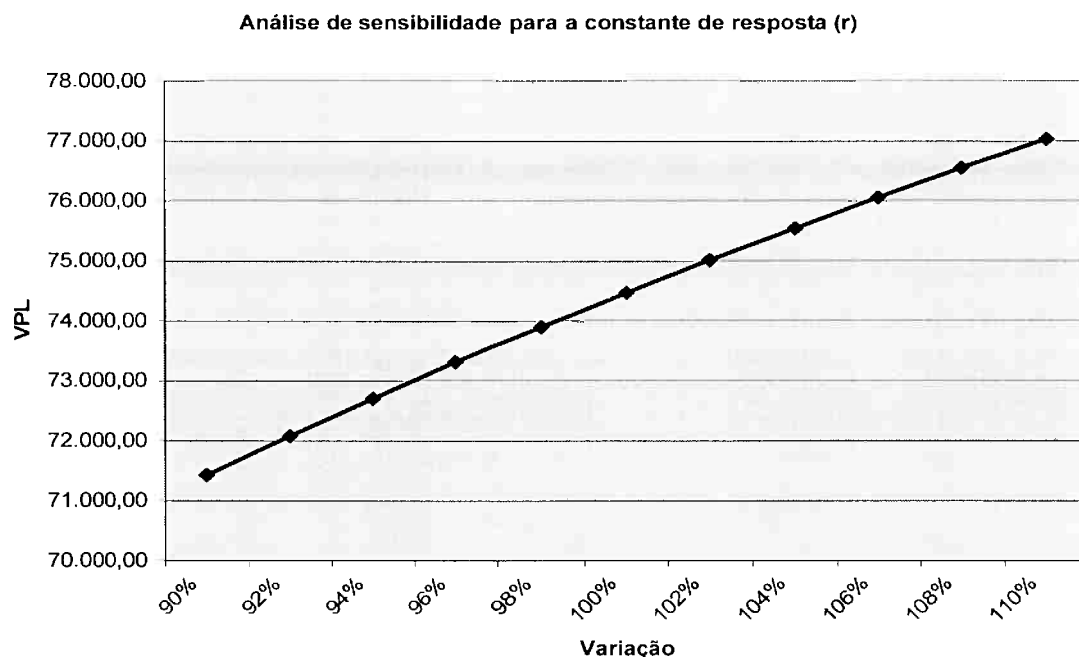


resultado extraído do software BestFit versão 4.5.2

Gráfico 5.9 - Histograma e melhor distribuição de probabilidade para a constante de resposta (r)

Foi encontrada também para este parâmetro uma distribuição Normal de probabilidade, com média $\mu = 6,14 \times 10^{-7}$ e desvio padrão $\sigma = 3,10 \times 10^{-8}$. O mesmo critério utilizado para a constante de decaimento resulta que a variação testada para a constante de resposta será de $6,14 \times 10^{-7} \pm 6,20 \times 10^{-8}$, ou então, de -10% a +10% em torno da média.

Os testes de aderência também validaram esta distribuição.



Elaborado pelo autor

Gráfico 5.10 - Análise de sensibilidade para constante de resposta

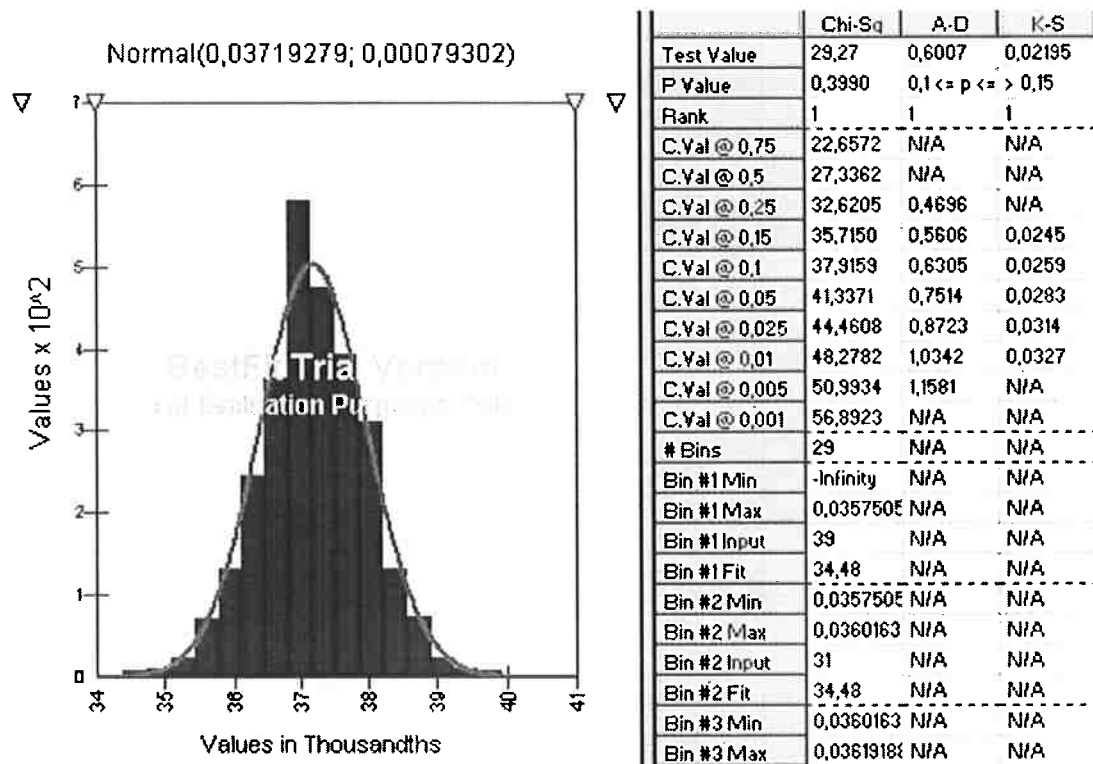
5.5.3. Nível de saturação (M)

O cálculo da variação do nível de saturação é mais complexo que para os demais parâmetros, uma vez que não pode ser determinado diretamente. Além da variação dos dados de entrada, ele depende também da constante de decaimento (λ) e da constante de resposta (r). Recordando seu cálculo, apresentado na página 27:

$$M = \frac{S}{1 - \frac{\lambda S}{Ar}}$$

onde S é a participação de mercado e A o investimento em promoção.

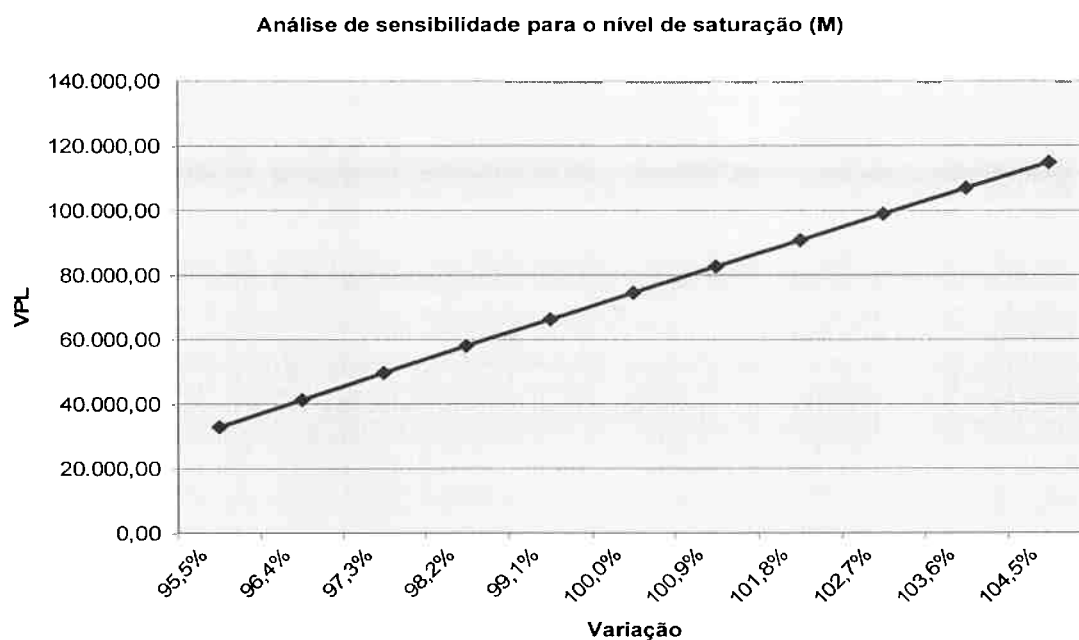
As variações de λ e r impostas para o cálculo da variação de M foram as mesmas determinadas nas páginas anteriores e o número de amostras testado foi 1000. O resultado é apresentado no relatório a seguir:



resultado extraído do software BestFit versão 4.5.2

Gráfico 5.11 - Histograma e melhor distribuição de probabilidade para o nível de saturação (M)

Mantendo-se o critério para a determinação do intervalo testado na análise de sensibilidade, será testado o intervalo de $3,72\% \pm 0,16\%$, o que significa variar M de $-4,5\%$ a $+4,5\%$ em torno da média.



Elaborado pelo autor

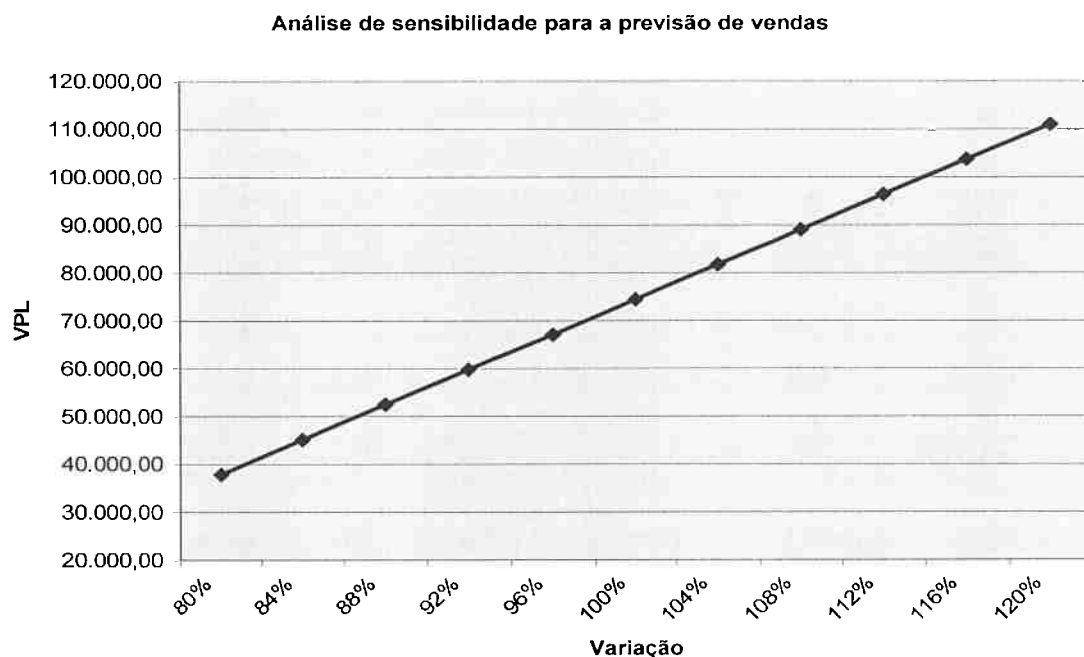
Gráfico 5.12 – Análise de sensibilidade para o nível de saturação

5.5.4. Previsão de faturamento do setor

Com relação à previsão de faturamento do setor, não existem muitos dados para se inferir o quanto, e com que distribuição de probabilidade, ela pode variar. Pela previsão feita para 2002 e comparada com os dados reais, o desvio padrão do erro cometido foi de 25 pontos percentuais (consultar Tabela 5.5 - Cálculo da previsão de faturamento do setor e comparação com real, na página 33). Se for assumida uma distribuição Normal de probabilidade e for adotado o mesmo critério dos parâmetros anteriores, teriam de ser testadas variações de -50% a +50% em torno da média, o que afetaria os resultados do modelo de forma conservadora demais.

Como foi explicado pela empresa, os erros cometidos em novembro e dezembro de 2002 (de 34% e 68%, respectivamente) podem ter ocorrido, de maneira geral, por conta de atrasos no faturamento de novembro. Sob esta hipótese é possível concluir que a previsão não esteja tanto equivocada quanto parece. Por isso, estes dois valores foram

ignorados e o desvio padrão passou a ser de 8 pontos percentuais. Assim, podem-se admitir variações na previsão de vendas de -16% a +16% em torno da média.



elaborado pelo autor

Gráfico 5.13 - Análise de sensibilidade para a previsão de vendas

As variações assumidas para a análise de sensibilidade foram as mesmas para todos os meses do ano.

5.6. Análise do risco associado ao modelo

O risco, em seu sentido fundamental, pode ser definido como a possibilidade de prejuízo financeiro. Os investimentos que possuem grandes possibilidades de prejuízo são vistos como mais arriscados que aqueles com menos possibilidades de prejuízo.

Mais formalmente, o termo risco pode ser substituído pelo termo incerteza, ao se referir à variabilidade de retornos associada a um dado investimento.⁷

Procura-se extrair do modelo a distribuição de probabilidade de sua saída, dadas as variações determinadas anteriormente para os parâmetros de entrada. Denominar-se-á *risco* a probabilidade de se obter um Valor Presente Líquido menor ou igual a zero para o investimento.

Segundo LAW e KELTON (1991), uma vez construído um modelo matemático, ele deve ser explorado para a extração de informações relevantes. Se o modelo for simples, pode ser possível trabalhar analiticamente para se chegar a uma solução válida. Entretanto, algumas soluções analíticas podem se tornar extraordinariamente complexas, caso em que o modelo deve ser estudado por meio de uma simulação, isto é, variação numérica exaustiva e aleatória para as entradas do modelo e medição dos parâmetros da saída.

Para a avaliação da variabilidade de retornos, associada ao modelo em questão, admitir-se-ão as variâncias calculadas durante a análise de sensibilidade para as entradas (parâmetros e previsão de vendas) e se medirá a variância resultante na saída. Devido à disponibilidade de recursos computacionais adequados, o método da simulação, descrito acima, torna-se adequado para este trabalho, dado que é uma ferramenta de simples e rápida aplicação, ao contrário do método analítico.

Um método simples e eficiente é o de *Monte Carlo*, que consiste em multiplicar as entradas por números aleatórios, com uma dada distribuição de probabilidade, por

⁷ GITMAN, L. J., *Princípios de Administração Financeira*, São Paulo, Habra, 7ª edição, 1997, p. 202

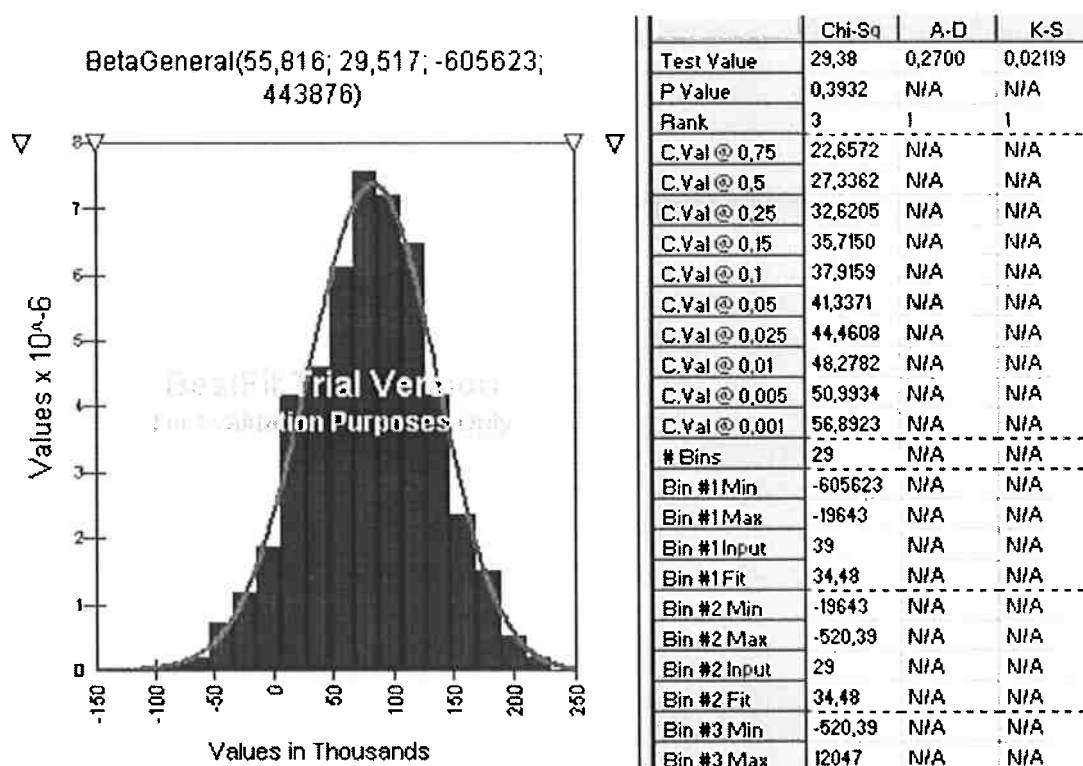
inúmeras vezes até que se obtenha uma série de dados, de onde são tiradas as estatísticas desejadas. Este método é utilizado para resolver problemas estocásticos ou determinísticos, em que a passagem do tempo não desempenha um papel substancial.⁸

Para esta simulação será gerado um número de conjuntos de dados de entrada, suficientemente grande para que o teste de hipóteses sobre a distribuição de probabilidade encontrada seja conclusivo. A saída será, então, submetida ao software BestFit 4.5.2, já utilizado anteriormente.

Os conjuntos de dados de entrada serão gerados segundo a distribuição de probabilidade encontrada para cada uma das entradas na análise de sensibilidade.

O resultado obtido foi:

⁸ LAW, Averill M., KELTON, W. David, Simulation Modeling & Analysis, McGraw-Hill, 2ª edição, 1991, p. 6



resultado extraído do software BestFit versão 4.5.2

Gráfico 5.14 - Histograma e melhor distribuição de probabilidade para o Valor Presente Líquido

Os parâmetros da distribuição de probabilidade encontrada são $\alpha_1 = 55,816$, $\alpha_2 = 29,517$, $\min = -605.623$ e $\max = 443.876$.

A distribuição Beta de probabilidade é descrita por dois parâmetros de forma α_1 e α_2 . Seu domínio é o intervalo $[0,1]$. Para que o domínio fosse genérico, foram introduzidos mais dois parâmetros, \min e \max , que fazem com que o domínio passe a ser $[\min, \max]$. Esta derivação foi chamada de distribuição Beta Generalizada.⁹

⁹ Ajuda do software BestFit 4.5.2

Sua função de densidade de probabilidade é dada por:

$$f(x) = \frac{x^{\alpha_1-1} (1-x)^{\alpha_2-1}}{\int_0^1 t^{\alpha_1-1} (1-t)^{\alpha_2-1} dt}$$

A medida de risco procurada representa a probabilidade de se ter $x \leq 0$, calculada por:

$$\int_{\min}^0 f(x) = \int_{-605.623}^0 f(x) = 0,07 = 7\%$$

5.7. Discussão dos resultados

O primeiro resultado importante revelado pelo modelo, e que surpreendeu a empresa, foi o orçamento ótimo, determinado na Tabela 5.6 - planilha de orçamento, página 34. A idéia de não distribuir os gastos com promoção uniformemente ao longo do ano, mas concentrá-los nos meses em que a expectativa de faturamento do setor é maior, foi bem aceita pela equipe de marketing, guardada a ressalva de se ter um orçamento mínimo para gastos inadiáveis, tema discutido na página 34.

Os resultados mostraram que, basicamente, os investimentos ao longo do ano devem ser feitos em catálogos, CD-ROM's e participação em feiras. As propagandas devem ser concentradas no final do ano. Segundo os integrantes da equipe de marketing, este resultado é uma motivação para se tentar uma estratégia já cogitada por eles: a propaganda concentrada e intermitente, visando a causar impacto no receptor.

Ainda com relação à elaboração do orçamento, a utilização do modelo possibilita uma revisão orçamentária periódica. Da maneira como se procede hoje, o orçamento é definido ao final de um ano para a prática no ano seguinte. Como não havia indicadores

para o retorno, não havia como rever, ao longo do ano, se o plano traçado havia sido fiel à realidade até aquela data, a fim de ajustá-lo para o restante do ano sem carregar consigo os erros cometidos até aquele ponto. Com a utilização do modelo, é sugerido que o plano seja revisto trimestralmente.

Com relação ao volume total investido em promoção no ano, o teste realizado para o ano de 2002 revelou que o total de investimentos necessários é menor que a quantia realmente investida:

	Investimento orçado pelo modelo	Investimento Real	Diferença
jan/02	3.500,00	26.636,62	(23.136,62)
fev/02	3.500,00	27.641,77	(24.141,77)
mar/02	3.500,00	25.865,31	(22.365,31)
abr/02	3.500,00	24.877,60	(21.377,60)
mai/02	14.500,00	22.867,29	(8.367,29)
jun/02	3.500,00	22.615,99	(19.115,99)
jul/02	3.500,00	25.380,18	(21.880,18)
ago/02	14.500,00	25.631,46	(11.131,46)
set/02	3.500,00	25.884,28	(22.384,28)
out/02	15.151,83	27.482,02	(12.330,19)
nov/02	37.068,53	27.390,49	9.678,04
dez/02	12.451,76	22.992,64	(10.540,88)
Total	118.172,13	305.265,65	(187.093,52)

elaborada pelo autor

Gráfico 5.15 – Volume de investimentos sugeridos versus investimentos realizados em 2002

Este resultado causou grande impacto na empresa, que planeja diminuir gradativamente seu volume de investimentos em promoção e acompanhar os resultados, comparando-os ao às previsões geradas pelo modelo. Se estes resultados se mostrarem corretos, haverá uma economia significativa.

Com relação aos resultados obtidos da análise de sensibilidade e da simulação, causam grande insegurança as variabilidades apresentadas pelo modelo.

6. CONCLUSÃO

O desenvolvimento deste trabalho iniciou-se com a necessidade de se estabelecer um método que utilizasse procedimentos objetivos para a elaboração de um orçamento para atividades de promoção em uma empresa.

A elaboração e aprovação de um orçamento são sempre muito complicadas quando não se consegue atribuir uma medida de retorno esperado à quantidade de recursos solicitada. Em situações como estas, a área financeira das empresas impõe resistência à liberação da verba, o que resulta em atritos entre as partes envolvidas.

A medida do efeito direto de esforços de promoção nas vendas de uma empresa, tema abordado neste trabalho, é extremamente difícil porque envolve uma série de variáveis que vão desde leis bem conhecidas e utilizadas, como a elasticidade da demanda em função do preço, até outras muito complexas, como o comportamento humano na reação à exposição a atividades de promoção de um produto ou marca.

Todo o desenvolvimento deste trabalho foi baseado na hipótese simplificadora de ser a promoção a única variável a influenciar as vendas de uma empresa. Selecionou-se, então, um modelo matemático baseado em três parâmetros determinados através de séries históricas. Este modelo retorna uma previsão da quantidade de vendas em função da quantidade de recursos investidos em atividades de promoção. Neste ponto, surgiu a primeira dificuldade: como filtrar as variações no volume de vendas, causadas por fatores externos à empresa?

Decidiu-se, então, utilizar os dados disponíveis sobre o tamanho nacional do mercado em que a empresa atua. Assim, foi possível determinar sua participação neste mercado. Esta passou a ser a saída do modelo.

O passo seguinte foi a complementação deste modelo, de modo a criar um indicador de resultado para os investimentos a serem orçados. O indicador escolhido foi o Valor Presente Líquido (VPL) da diferença entre o faturamento da empresa caso fosse investido um certo montante e o faturamento caso não houvesse investimentos.

Infelizmente, não é possível medir, diretamente, a qualidade deste critério, através de testes com dados passados, como se costuma fazer, por exemplo, com modelos de otimização de carteiras de ações. Nestes casos, ao final, o resultado pode ser calculado com precisão e comparado aos dados reais, possibilitando a pronta avaliação da precisão do modelo. Isto ocorre porque não é possível segregar o quanto das vendas foi resultado de uma ação de promoção do quanto seria vendido de qualquer maneira, com ou sem promoção.

Além das incertezas causadas pela aproximação do modelo, detectou-se, na análise de sensibilidade e na simulação, que os resultados podem variar significativamente em função de imperfeições nos parâmetros de entrada. Isto torna o modelo instável e, portanto, pouco confiável.

A principal conclusão a que se chega, após tantas incertezas e impossibilidades relacionadas ao modelo e seus resultados, é de que ele não é capaz de fornecer resultados confiáveis, mas sim de indicar tendências.

Isto ficou evidente pela reação de euforia causada na equipe de marketing, que se viu induzida a raciocinar de maneira analítica durante a elaboração de um plano de ações de promoção, e, ao mesmo tempo, pelo receio de aplicar os resultados absolutos do modelo no ano de 2004.

Portanto, os principais resultados buscados inicialmente por este trabalho, que eram de fornecer uma avaliação do retorno e do risco esperado de um investimento em promoção, não foram atingidos. Entretanto, conseguiu-se munir a área de marketing de uma orientação mais lógica no desenvolvimento do orçamento de promoção e muni-la de argumentos e subsídios para sua defesa perante a área financeira.

ANEXO A - TESTE DE HIPÓTESES

Muitos problemas práticos demandam uma tomada de decisão para uma população inteira, com base em informações contidas em uma amostra. Para se chegar a uma decisão, criam-se hipóteses e suposições sobre a natureza da população em questão. Uma afirmação como esta pode ou não ser válida e é denominada *hipótese estatística*.

Procedimentos que possibilitam a decisão de aceitar ou rejeitar uma hipótese, baseada em informações sobre uma amostra, são chamados de *testes estatísticos*.

Em geral são criadas duas hipóteses:

- H_0 , hipótese que se tem interesse em aceitar ou rejeitar, ou
- H_1 , hipótese alternativa à primeira.

No caso de se desejar testar a aderência de um conjunto de dados a uma dada distribuição de probabilidade, as hipóteses se configurariam da seguinte maneira:

- H_0 : a população representada por esta amostra tem esta distribuição de probabilidade
- H_1 : a população representada por esta amostra não tem esta distribuição de probabilidade.

Sempre existe a possibilidade de H_0 ser verdadeira, mas de a amostra estar situada em uma região de rejeição, levando à rejeição de H_0 . Este erro é conhecido como o *erro do tipo I*. A probabilidade de isto ocorrer é denotada por α e conhecida por *nível de significância* do teste.

De forma similar, se H_1 for falsa e a amostra estiver situada na região de aceitação, levando à aceitação de H_0 , um *erro do tipo II* foi cometido. A probabilidade de ocorrência do erro do tipo II é denotada por β e $1 - \beta$ é chamado de *poder* do teste.

Erros do tipo I e II levam a decisões equivocadas, o que leva o tomador de decisão a procurar minimizar estes erros. Se for fixado um tamanho de amostra n , uma diminuição na probabilidade de um tipo de erro leva ao aumento da probabilidade do outro. Um aumento no tamanho da amostra leva a uma diminuição de ambas as probabilidades.

Os testes de hipóteses realizados neste trabalho são de um tipo específico: o *teste de aderência*.

Existem diversos critérios para a aceitação ou rejeição de hipóteses, sendo o mais antigo, conhecido e utilizado de todos o Qui-quadrado, seguido do Kolmogorov-Smirnov e por fim pelo Anderson-Darling.

Cada um dos três testes tem suas vantagens e desvantagens:

- *Qui-quadrado* é aplicável a qualquer situação, porém requer a divisão dos dados em classes, sem um critério específico para esta divisão. Isto pode causar imprecisões.
- *Kolmogorov-Smirnov* não necessita da divisão em classes mencionada para o teste Qui-quadrado, porém sua aplicabilidade em distribuições de probabilidade discretas pode causar resultados conservadores demais.
- *Anderson-Darling* é similar a Kolmogorov-Smirnov, porém seu método de cálculo o torna mais preciso para distribuições em que as caudas são mais sujeitas a erros.

A avaliação do nível de significância e do poder do teste se torna mais crítica quando existe um custo diretamente proporcional ao número de amostras coletadas. Quando isto ocorre, é desejável coletar o menor número de amostras possível e ainda assim obter um teste de hipóteses confiável.

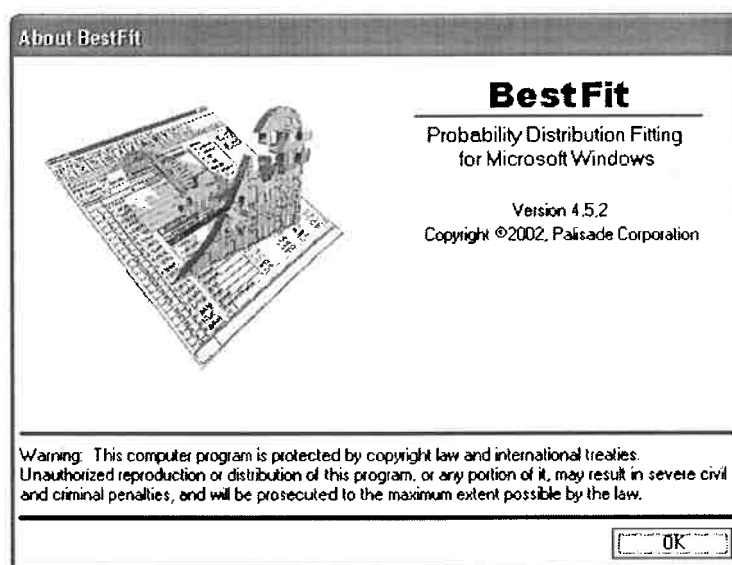
Como neste trabalho o número de amostras testadas foi suficientemente grande, devido à não incidência de custos para a sua coleta, H_0 sempre foi aceita nos três testes e com diversos níveis de significância, não sendo necessário um estudo sobre a adoção de um nível de significância que buscasse uma minimização da probabilidade dos erros tipo I e II combinadamente.¹⁰

¹⁰ TRIVEDI, Kishor S., Probability & Statistics with Reliability, Queuing, and Computer Science Applications, Prentice-Hall, 1982

ANEXO B - SOFTWARE BESTFIT 4.5.2

As séries de dados obtidas durante o desenvolvimento do trabalho foram analisadas com auxílio do software BestFit versão 4.5.2 da Palisade Corporation. Seu algoritmo interno determina os parâmetros que melhor descrevem a curva de densidade de probabilidade para diversos tipos de distribuição e fornece dados para testes de aderência *Qui-quadrado*, *Kolmogorov-Smirnov* e *Anderson-Darling*.

As possíveis distribuições de probabilidade são então ordenadas, à escolha do usuário, de acordo com um dos 3 critérios citados acima.



tela capturada do software pelo autor

Figura 6.1 - Tela de apresentação do software BestFit 4.5.2

7. BIBLIOGRAFIA

1. KOTLER, Philip *Administração de Marketing*, São Paulo, Editora Atlas, 1993
2. KOTLER, Philip, ARMSTRONG, Gary, *Princípios de Marketing*, São Paulo, 7ª edição, Prentice-Hall do Brasil, 1998
3. DAY, Ralph L. *Marketing Models - Quantitative and Behavioral*, Scranton, International Textbook Co., 1964
4. SCHULTZ, Don E., ROBINSON, William A., *Sales promotion management*, Lincolnwood, National Textbook Co., 1992
5. Marketing ROI: <http://marketing.about.com/library/weekly/aa102201a.htm>
6. GITMAN, L. J., *Princípios de Administração Financeira*, São Paulo, Habra, 7ª edição, 1997
7. LAW, Averill M., KELTON, W. David, *Simulation Modeling & Analysis*, McGraw-Hill, 2ª edição, 1991
8. TRIVEDI, Kishor S., *Probability & Statistics with Reliability, Queuing, and Computer Science Applications*, Prentice-Hall, 1982