



Revista de Administração - RAUSP

ISSN: 0080-2107

rausp@edu.usp.br

Universidade de São Paulo

Brasil

Paixão Garcez, Marcos; Coulter Wright, James Terence
Estudo de modelos de previsão tecnológica aplicados à substituição de embalagens de refrigerantes
para o mercado brasileiro
Revista de Administração - RAUSP, vol. 45, núm. 3, julio-septiembre, 2010, pp. 255-270
Universidade de São Paulo
São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223414859004>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto



Estudo de modelos de previsão tecnológica aplicados à substituição de embalagens de refrigerantes para o mercado brasileiro

Marcos Paixão Garcez
James Terence Coulter Wright

RESUMO

Em um ambiente empresarial caracterizado por rápidas e radicais transformações, são inegáveis as mudanças trazidas pela inovação tecnológica e os modelos de previsão apresentam crescente interesse como ferramentas de apoio à decisão estratégica. O estudo aqui relatado traz uma análise da importância do uso de modelos não lineares de previsão tecnológica de Gompertz e Fisher-Pry, baseados em substituição de tecnologias, aplicados ao segmento de embalagens de bebidas. Apresenta-se a revisão teórica relacionada ao tema para, em seguida, analisar o contexto do segmento estudado, refrigerantes, maior mercado de bebidas no Brasil e no qual o País ocupa o terceiro lugar em nível mundial. A partir da metodologia de análise quantitativa da série histórica de dados da participação relativa das diferentes tecnologias de embalagens, verifica-se o modelo de melhor ajuste à substituição das embalagens de vidro, predominantes no início da série histórica, pelas embalagens de polietileno tereftalato (PET), considerada a tecnologia substituinte, no segmento de refrigerantes. Realiza-se a previsão até o ano de 2010. Apresenta-se, ao final, uma análise correlacionando os modelos de melhor ajuste e as particularidades dos mercados. Conclui-se que os modelos, desde que se entenda a dinâmica da substituição, se prestam bem à previsão tecnológica e auxiliam na tomada de decisões que se reflitam em ações estratégicas.

Palavras-chave: previsão tecnológica, substituição tecnológica, modelos não lineares, curvas S.

1. INTRODUÇÃO

Em um ambiente empresarial caracterizado por rápidas e radicais transformações, são inegáveis as mudanças trazidas pela inovação tecnológica; assim, os modelos de previsão de difusão tecnológica apresentam crescente interesse como ferramentas de apoio à decisão estratégica. O estudo aqui

Recebido em 22/abril/2005
Aprovado em 26/março/2010

Sistema de Avaliação: *Double Blind Review*
Editor Científico: Nicolau Reinhard

Marcos Paixão Garcez, Engenheiro de Materiais pela Universidade Federal de São Carlos, Mestre e Doutor em Administração de Empresas pela Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, com período de estágio doutoral na *Università Commerciale Luigi Bocconi*, Milão, Itália, é Professor no Curso de MBA da Fundação Instituto de Administração (FIA) (CEP 05360-050 – São Paulo/SP, Brasil), Pesquisador no Programa de Política e Gestão da Inovação e Projetos Tecnológicos (PGT) da FIA e Consultor de empresas na área de Gestão da Inovação Tecnológica.
E-mail: mpgarcez@usp.br

James Terence Coulter Wright, Engenheiro Civil pela Universidade Presbiteriana Mackenzie, Mestre em *Engineering Management* pela *Vanderbilt University*, Doutor em Administração pela Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade (FEA) da Universidade de São Paulo (USP), é Professor Doutor no Departamento de Administração da FEA-USP (CEP 05508-900 – São Paulo/SP, Brasil) e Coordenador de Cursos da Fundação Instituto de Administração.
E-mail: jtwright@usp.br
Endereço:
Universidade de São Paulo
FEA – Departamento de Administração
Avenida Professor Luciano Gualberto, 908
Cidade Universitária – Butantã
05508-900 – São Paulo – SP

relatado traz uma análise da importância do uso de modelos não lineares de previsão tecnológica de Gompertz e Fisher-Pry, baseados em substituição de tecnologias, e aplicados ao segmento de embalagens de bebidas.

No artigo, apresenta-se a revisão teórica relacionada ao tema para, em seguida, analisar-se qualitativamente o contexto do segmento estudado, o de refrigerantes, maior mercado de bebidas no Brasil e no qual o País ocupa o terceiro lugar em nível mundial. Prossegue-se com a análise quantitativa da série histórica de dados com a participação relativa das diferentes tecnologias de embalagens. Verifica-se o modelo de melhor ajuste à substituição das embalagens de vidro, predominantes no início da série histórica, pelas embalagens de polietileno tereftalato (PET), considerada a tecnologia substituinte que, de 1990 a 1999, atingiu 79,2% de participação no segmento de refrigerantes, próximo à saturação.

Neste estudo, busca-se também identificar os fatores da dinâmica do mercado que preponderam, para então estabelecer as condições qualitativas socioeconômicas dos processos de substituição que devem embasar a escolha de um modelo. Ao final, é apresentada uma análise que correlaciona os modelos de melhor ajuste e as particularidades dos mercados, as possíveis constatações de previsão e as decisões estratégicas cabíveis aos atores desse mercado, caso a projeção tivesse sido realizada no início do processo de substituição. Conclui-se que os modelos matemáticos retrospectivos, desde que se entenda a dinâmica da substituição, prestam-se bem como auxiliares a outras técnicas prospectivas de previsão tecnológica e auxiliam na tomada de decisões que se reflitam em ações estratégicas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

As ferramentas matemáticas de previsão, baseadas na retrospectiva, embora apresentem a limitação de extrapolar dados do passado regidos por situações e ambiente eventualmente distintos do futuro, ainda assim constituem um auxílio importante para os especialistas em previsão, que em conjunto com técnicas prospectivas – como análise de cenários e impactos, método Delphi e monitoramento tecnológico – podem dispor de um volume de informações valiosas para uma previsão mais precisa.

Dessa forma, as técnicas projetivas extrapolativas têm se mostrado boas preditoras do futuro em horizontes de curto a médio prazos, mas a eficiência dessas previsões depende em grande parte da sensibilidade do analista que, com base no entendimento das sutilezas da dinâmica do mercado em estudo, tem condições de estabelecer as escolhas de modelos e os ajustes das condições de contorno desses a fim de retratar mais fielmente o processo de difusão em curso.

De forma a eleger o modelo que melhor retrate esse processo, deve-se determinar claramente os catalisadores e a dinâmica do processo da substituição tecnológica. Além disso, esse

entendimento propicia em alguns casos a realização de aproximações simplificadoras nas condições de extrapolação, como a utilização de mecanismos de substituição simples em vez de múltiplos, sem alterar significativamente a característica predominante de substituição.

2.1. Previsão extrapolativa

A extrapolação de dados baseia-se no passado para prever o futuro e torna-se válida desde que o futuro replique o passado, pelo menos em certos aspectos e por um período de tempo relevante. No entanto, o crescimento tecnológico depende de muitos fatores socioeconômicos complexos e a boa assertividade estará associada à descoberta de padrões comportamentais. Apesar da incerteza da previsão, o passado é a maior fonte de informações sobre o futuro. Segundo Porter *et al.* (1991), a extrapolação de dados tem como base dois princípios:

- **Princípio 1 – Atributos técnicos geralmente avançam de forma ordenada e previsível.** Na realidade, este princípio só é plausível quando não ocorrem grandes descontinuidades, como aquelas de oferta de produtos.
- **Princípio 2 – A mistura complexa de influências modera (compensa) as descontinuidades.** Este princípio aplica-se melhor quando se trata das mudanças tecnológicas incrementais de engenharia, em que não haja inovação radical científica e também quando a adoção dependa da aceitação natural do mercado, sem influências descontínuas de decisões governamentais.

Para realizar a extrapolação, a escolha das variáveis deve ser baseada em três critérios principais: deve medir o nível de funcionalidade da tecnologia, como a taxa de penetração percentual no mercado de bebidas, por exemplo; deve ser aplicável tanto para a nova tecnologia quanto para a tecnologia que ela substitui, como, no caso deste estudo, o volume em litros engarrafados da bebida; e deve permitir a comparação histórica, lembrando que o uso de maior número de pontos reduz a incerteza e melhora a validação estatística.

2.2. Análise de tendências em previsão tecnológica

As previsões tecnológicas baseadas em análises simples de séries temporais podem resultar em previsões válidas quando os mecanismos de suporte e competição no setor se mantêm constantes no horizonte de tempo da previsão, ou quando mudanças nesses mecanismos cancelam umas às outras (PORTER *et al.*, 1991). As análises de séries temporais devem ser utilizadas em conjunto com outros métodos de previsão tecnológica, especialmente a opinião de *experts*, as técnicas de cenários e o monitoramento tecnológico, técnicas de previsão descritas nas pesquisas de Wright (1985).

De acordo com Porter *et al.* (1991, p.56), os erros contextuais de previsão ocorrem, pois o analista não considera mudanças

sociais, técnicas e econômicas no contexto em que a inovação está inserida. Esses erros vêm sendo reportados na literatura. Por exemplo, Schnaars, em seu famoso livro *Megamistakes: forecasting and the myth of rapid technology change*, de 1989, sustenta que metade das previsões em inovações relevantes redundou em grandes erros. Schnaars (1989) analisa casos emblemáticos, colecionados a partir de 1979, sobre previsões que descrevem a emergência de novos produtos e novas tecnologias. Segundo esse autor, os livros sobre previsão podem tanto possuir conotação de natureza técnica – em que são apresentadas modelagens matemáticas – quanto consistir de especulações sobre como o mundo será no futuro, com base na visão de mundo dos autores e, assim, embutirem limitações na aplicação quando se trata da previsão de produtos e tecnologias novas e emergentes. Os erros derivam de uma série de fatores, como o otimismo exagerado. Somente poucas inovações tecnológicas justificaram o otimismo a elas associado e mudaram nosso dia a dia como os previsores imaginavam, como os videocassetes (nota do autor: hoje substituídos pelos DVDs), o forno de micro-ondas e a tecnologia da informação.

Diversos métodos são utilizados para geração de previsões de crescimento de mercado. No entanto, para Schnaars (1989, p.54) não existe absoluta evidência de que modelos matemáticos complexos proveem previsões mais apuradas do que simples modelos que incorporam regras empíricas intuitivas, as chamadas *rules of thumb*. Sua recomendação é que o analista seja conservador em sua estimativa sobre o potencial para novos produtos baseados em tecnologias inovadoras, atenuando estimativas de crescimento muito rápido. Schnaars (1989) também sugere que, na maioria dos casos, as previsões falham porque apoiam inovações que custam demasiadamente caro para o benefício adicional fornecido aos clientes. Dessa forma, é essencial identificar qual o real benefício que o produto oferece em relação aos existentes, e seu preço comparativo com o tempo. Também muitas previsões falham porque assumem erroneamente a continuidade de tendências demográficas, sociais e políticas.

Muitas surpresas são inevitáveis, derivadas de mudanças radicais nas tendências socioeconômicas ou demográficas. Por exemplo, nos anos 1980, os jogos de computador estavam apenas aparecendo e eram tidos como negócio sem grande potencial de crescimento. Atualmente, eles constituem um negócio global de vários bilhões de dólares que tem direcionado a inovação em desenvolvimentos de interfaces gráficas e interfaces homem-máquina. Também, em 1950, a previsão da *Universal Automatic Computer* (Univac), pioneira na produção de computadores de uso comercial, era de que para o ano 2000 haveria no máximo mil computadores em uso. A previsão falhou porque considerou que o mercado de computadores estava restrito ao uso científico ou corporativo, não prevendo o uso pessoal. Deve-se, então, considerar que os usuários finais podem mudar com o tempo. Os fornos de micro-ondas e videocassetes foram originalmente focados para o mercado

industrial e não para os consumidores. Com frequência, um produto inicialmente mais custoso é direcionado ao mercado industrial, porém, assim que os preços diminuem, o produto move-se para o mercado de consumo.

2.3. Passos na análise de tendências

Como roteiro para a análise de tendências e previsões, Porter *et al.* (1991) indica quatro passos.

- **Primeiro passo** – identificar o modelo apropriado, dentre as seguintes alternativas:
 - curvas de crescimento em formato S, que podem ser do tipo Fisher-Pry, Gompertz ou Função de Progresso Técnico;
 - curva de aprendizagem;
 - curva de crescimento exponencial;
 - extrapolação linear.
- **Segundo passo** – comparar o modelo com os dados:
 - graficamente;
 - resolver as constantes nas equações.
- **Terceiro passo** – usar o modelo para projetar:
 - graficamente;
 - matematicamente.
- **Quarto passo** – fazer a análise de interpretação das projeções, considerando as externalidades do processo.

2.4. Os modelos de crescimento

O crescimento tecnológico caracteriza-se por diversos atributos de incorporação, como o crescimento na capacidade funcional, a taxa de substituição de uma tecnologia antiga por uma nova, a penetração de mercado, a difusão e os momentos de saltos tecnológicos.

O processo de introdução e crescimento de uma tecnologia, conforme apresentado por Martino (1983, *apud* PORTER *et al.*, 1991), passa pelos seguintes estágios:

- **estágio 1** – descoberta científica, determinação das oportunidades e necessidades;
- **estágio 2** – demonstração da exequibilidade em escala laboratorial;
- **estágio 3** – operação de protótipo em escala real ou em testes de campo;
- **estágio 4** – introdução comercial ou uso operacional;
- **estágio 5** – adoção em larga escala;
- **estágio 6** – proliferação e difusão para outros usos;
- **estágio 7** – influência no comportamento social e/ou econômico.

Os modelos de crescimento e difusão em curva S retratam muito bem os diversos estágios, como apresentado no gráfico

1. O crescimento nos estágios 2 e 3 tende a ser lento à medida que surgem os problemas de projeto e desenvolvimento. Quando da introdução comercial (estágio 4), a nova tecnologia pode não exibir claramente uma vantagem de desempenho em relação às tecnologias correntes. Problemas iniciais de produção, fornecimento e manutenção podem retardar a adoção da nova tecnologia e, nesse momento, as empresas produtoras da tecnologia corrente podem ofertar melhorias e reduções de custos. Caso ultrapasse essas dificuldades iniciais, o crescimento da nova tecnologia, no final do estágio 4 e nos estágios 5 e 6, pode ser extremamente rápida (exponencial), já que os ganhos estão consolidados e melhorias pouco dispendiosas podem ser feitas. Eventualmente, no entanto, maiores ganhos são progressivamente mais difíceis e dispendiosos de obter; assim, a taxa de adoção fica mais lenta e aproxima-se do limite de crescimento.

Essa dinâmica da difusão em estágios é bastante semelhante ao modelo clássico proposto por Utterback (1994), também em curva S. Para esse autor, a difusão da inovação, em produto ou processo, passa por fases bem definidas chamadas de fase fluida, fase transitória e fase específica ou madura, cada qual com diferentes graus de mudança. No início, na fase fluida, a tecnologia é emergente e possui alta incerteza associada. Ao final da fase fluida e no início da fase transitória, estabelece-se o projeto dominante de produto, o que pode ser considerado o padrão aceito pelo mercado. Nesse momento, o produto apresenta alto crescimento de adoção e, a despeito das taxas das inovações em produto tornarem-se decrescentes, aumentam as taxas de inovações em processos, os quais buscam o aumento de escalas e oferta, como a redução de

custos. Porém, as inovações em processos evoluem até um limite máximo, no qual também passam a decrescer, na fase madura ou específica. No final da fase madura, os produtos e tecnologias começam a tornar-se obsoletos e a ameaça de tecnologias substituintes torna-se mais destacada.

Fundamental para uma boa previsão é identificar a probabilidade e o momento em que a nova tecnologia, produto ou processo venham a configurar-se como o novo padrão de mercado, que traduz a passagem do estágio 3 para o 4 representados no gráfico 1, o equivalente à passagem da fase fluida para a fase transitória do modelo de Utterback. A partir desse momento, o crescimento da adoção será bem rápido.

Essa curva S pode ser modelada por diferentes funções matemáticas mais usuais, apresentadas a seguir.

2.5. Modelos de curvas S

As funções mais utilizadas de curva S são as de Fisher-Pry e de Gompertz, embora também exista a Função de Progresso Técnico, mais utilizada para medir o progresso técnico devido ao esforço despendido em pesquisa e desenvolvimento (P&D).

• Modelo de Fisher-Pry

Conhecido como modelo de substituição, é frequentemente utilizado para prever a taxa de substituição de uma tecnologia por outra. A fórmula básica tem como resultado a taxa de penetração da tecnologia (f) em função do tempo (t). Os coeficientes (b) e (c) garantem a flexibilidade de ajuste aos dados. Para a determinação dos coeficientes, aplica-se a linearização da função por meio da função logarítmica.

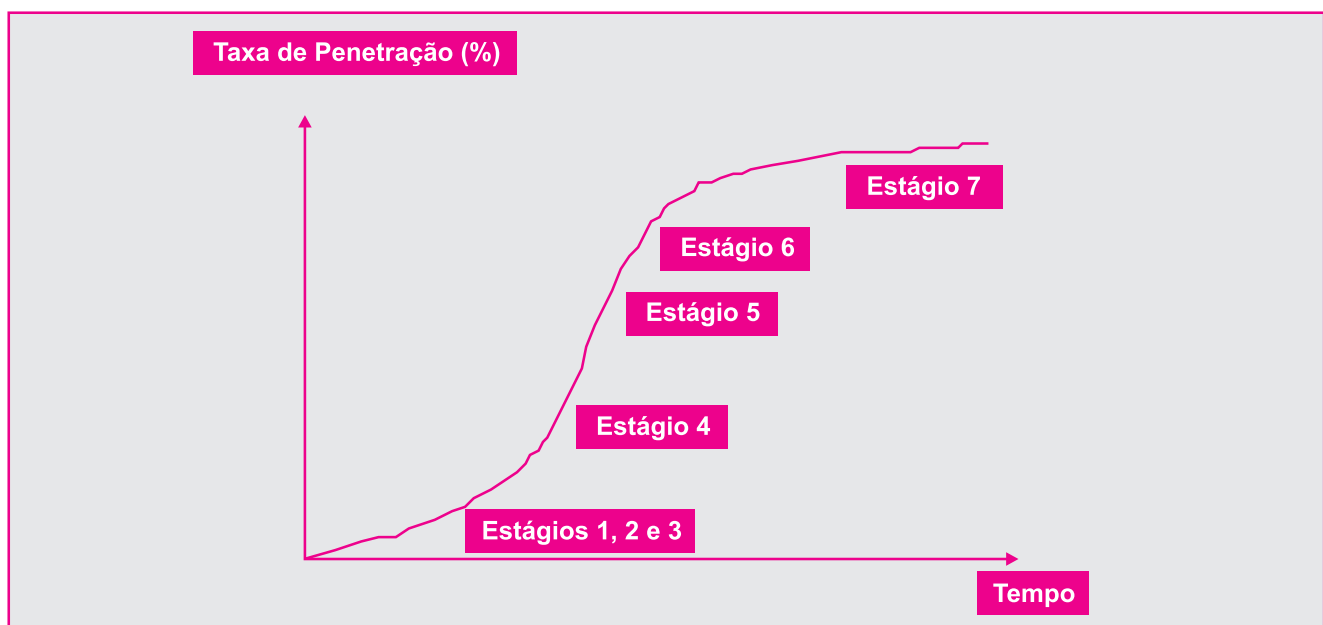


Gráfico 1: Curva S de Difusão Tecnológica

$$f = \frac{1}{1 + c \exp(-bt)} \quad [1]$$

• Modelo de Gompertz

Conhecido como modelo de mortalidade, seu uso é mais apropriado em casos nos quais a substituição tecnológica se dá mais pela deterioração do equipamento antigo do que pela inovação tecnológica trazida pela nova tecnologia. Sua fórmula básica é apresentada a seguir, também provendo a taxa de penetração da tecnologia (f) em função do tempo (t), com os coeficientes (b) e (k) garantindo a flexibilidade de ajuste aos dados. A diferença em relação à função anterior consiste em que o tratamento para a determinação dos coeficientes pede que nova linearização logarítmica seja feita.

$$f = \exp[-b \exp(kt)] \quad [2]$$

Embora ambos os modelos permitam elevado grau de flexibilidade de ajuste a partir dos coeficientes, cada qual apresenta sutis diferenças em relação ao outro, como se pode observar no quadro 1. Embora seja possível perceber que em termos gerais a penetração é mais rápida no modelo Fisher-Pry, se o início da série histórica contiver dados de baixa penetração da tecnologia entrante (exemplo: 10%), no curto prazo a curva Gompertz apresentará crescimento mais rápido e só será ultrapassada pela curva Fisher-Pry a partir de um estágio mais avançado. Também o crescimento da função Gompertz até a estabilização-limite é mais lenta (PORTER *et al.*, 1991, p.60). Esses dados são importantes, pois balizam o analista, que, usando sua sensibilidade e opiniões de *experts*, pode decidir adotar, por exemplo, um modelo Gompertz, se estiver projetando crescimento de tecnologia já com alta adoção e sentir que a taxa de

penetração será mais lenta no final em face da reação das tecnologias substituídas.

Quanto ao número de pontos e à taxa de penetração inicial, Bright (1978, *apud* PORTER *et al.*, 1991, p.59) sugere que não é viável fazer projeções tecnológicas que não tenham alcançado ao menos o final do estágio 3 do processo de introdução. No entanto, a decisão de quando se deve projetar depende do momento em que se identifique a necessidade da projeção, além da análise do que está sendo projetado e do método utilizado.

Muitos especialistas só realizam a previsão a partir de uma adoção de 10% (estágio 4), já que o modelo de Fisher-Pry, comumente utilizado, superestima a taxa de penetração quando poucos pontos são utilizados (SHARIF e KABIR, 1976, *apud* PORTER *et al.*, 1991, p.59).

Lenz (1985, *apud* PORTER *et al.*, 1991, p.59) destaca, entretanto, que a maioria das decisões mais importantes deve ser feita assim que o processo de substituição se inicia, e sugere que o modelo de Fisher-Pry seja usado mesmo quando somente quatro pontos existam e indiquem uma tendência, e que essa projeção tentativa seja revista à medida que os dados posteriores forem surgindo.

2.6. Dinâmica da substituição simples (*single-level*) ou múltipla (*multi-level*)

Muito debate tem ocorrido em relação à utilização de modelos de substituição simples ou múltipla. Uma corrente advoga que no mundo real a substituição se dá de forma múltipla – mais de uma tecnologia substituindo a tecnologia anterior e essas tecnologias substituintes competindo entre si, e deveriam então ser usados modelos de substituição múltipla, como o de

Quadro 1

Comparativo entre os Modelos de Fisher-Pry e Gompertz

	Fisher-Pry	Gompertz
Modelos	Crescimento	Mortalidade
Consideram	Mercado onde houve penetração e mercado que ainda não foi conquistado	Considera somente mercado a ser conquistado
Vendas anteriores	Influenciam	Não influenciam
Nova tecnologia	Distinta – baixo conhecimento	Não oferece vantagens claras sobre a anterior
Risco	Alto	Baixo
Penetração	Rápida	Lenta
Casos	Difusão tecnológica	Deterioração de equipamentos
Condições iniciais	Podem ser iguais para ambos	

Sharif e Kabir. Esse modelo pressupõe que três ou mais tecnologias estão competindo pelo *share* de um mercado específico. As premissas desse processo de substituição são: o produto antigo é menos avançado e perderá o mercado para todos os outros produtos; o produto novo é mais avançado e irá, durante um período de tempo, substituir todos os outros produtos; e quaisquer produtos intermediários irão substituir os antigos e ao mesmo tempo serão substituídos por um novo.

No entanto, em um estudo envolvendo substituição tecnológica de diferentes embalagens no mercado de latas de bebidas nos Estados Unidos, Machnic (1980) aborda a questão da adoção de mecanismos de substituição simples contra os de substituição múltipla. Para isso, simula diferentes situações de agrupamento de embalagens de bebidas substituintes e substituídas, comparando as embalagens de aço de duas peças (A2), de aço de três peças (A3) e de alumínio, obtendo três situações de substituição. Primeiro, a situação de substituição múltipla de A3 por A2 e alumínio; depois a situação de substituição simples de embalagens de três peças por duas peças; finalmente uma terceira situação de substituição de aço por alumínio. O autor conclui que na primeira situação, de substituição múltipla, as tecnologias substituintes não concorriam entre si, mas apenas contra a tecnologia substituída, suportando a adoção de mecanismos de substituição simples. Essa constatação confirmou-se nas duas outras situações. Assim, segundo Machnic (1980), é questionável a assertiva de que sempre se devam adotar modelos de substituição múltipla. A adoção de um mecanismo simples ou múltiplo só deve ser feita após um bom entendimento da dinâmica do mercado em estudo.

Ayres (1984) também compartilha essa posição. Para ele, os modelos devem ser mais fenomenológicos que estatísticos e capturar a essência dos fenômenos inerentemente não lineares, o que se consegue ao introduzir o realismo qualitativo na análise determinística causal.

Nesta pesquisa, utilizam-se modelos não lineares de substituição simples, já que a dinâmica de substituição identificada no tratamento qualitativo indica que a substituição não se dá por múltiplas tecnologias substituintes. Adicionalmente, após identificação, procede-se aos testes de dois diferentes vetores da dinâmica de substituição prevalentes, em função do entendimento do contexto do mercado e da substituição em curso, para verificar a validade dos agrupamentos obtidos.

3. METODOLOGIA

Utiliza-se, para este trabalho, preponderantemente o método de pesquisa quantitativa com a análise determinística dos dados, porém complementa-se com a pesquisa qualitativa do estudo de caso do setor para identificar a dinâmica do processo de substituição.

Os dados foram gerados por meio de pesquisa de dados secundários, com consulta a estudos de mercado, anuários,

periódicos e revistas especializadas, e complementados com a pesquisa de dados primários com entrevistas em profundidade com empresários do setor de fabricantes de embalagens e do setor de produtores de refrigerantes. Para promover o ajuste da curva aos dados históricos, utiliza-se a técnica quantitativa de modelagem matemática de dados secundários, na qual é tomado um conjunto de dados, porém reservando os dados finais da série para confirmação do ajuste. O método de escolha do modelo de melhor ajuste baseia-se no método dos mínimos quadrados e toma como indicadores o coeficiente de determinação r^2 de Perason e os testes de significância da estatística descritiva dos dados ajustados (*F-test* e *t-test*). Utiliza-se o *software Technology Forecasting Tool Kit Disc* (PORTER *et al.*, 1991) para o ajuste dos dados.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1. Tratamento qualitativo – contexto do mercado de refrigerantes

Segundo dados do Instituto Nielsen (revista EMBANEWS, 2001), existem aproximadamente 3.500 marcas de refrigerantes produzidos por 750 fábricas, das quais 80 detêm 85% do mercado.

O consumo *per capita* brasileiro situava-se, em 1997, na faixa de 58 a 60 litros anuais, contra cerca de 160 litros anuais dos mexicanos. Em 1998, o consumo *per capita* já havia alcançado 67 litros anuais. Os refrigerantes de baixa caloria (*diets* e *lights*) detêm 7% do mercado. O mercado de refrigerantes apresenta bom potencial de crescimento no Brasil devido ao baixo consumo *per capita* comparado ao de outros países (gráfico 2); no entanto, trata-se de um mercado bastante sensível a preços em função do baixo poder aquisitivo da população. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial, ficando atrás apenas de Estados Unidos e México, porém seu consumo *per capita* é bem inferior ao desses países. A justificativa para tal fato reside na má distribuição de renda e no baixo poder aquisitivo da população, aliados ao subdesenvolvimento de grande parte dela, caracterizado pelo dado de que 52% de todas as bebidas consumidas no País referem-se à água de torneira, enquanto nos Estados Unidos esse consumo é de apenas 17% (DATAMARK, 2000).

Encontra-se em Yu e Tromboni (2001) e também em estudo da MCM Consultores Associados (2005) que, nos últimos anos, o aumento da concorrência, aliado à baixa taxa de crescimento do mercado consumidor das principais regiões metropolitanas do País, levou as grandes empresas do setor de alimentos e bebidas a desenvolverem produtos populares voltados para as classes de renda mais baixas. O segmento de bebidas, em especial o de refrigerantes, foi o que iniciou a briga pelo consumidor das classes de população de renda mais baixa. A participação de mercado de marcas alternativas, como Convenção, Dolly, Frevo e Bacana, supera a de grandes em-

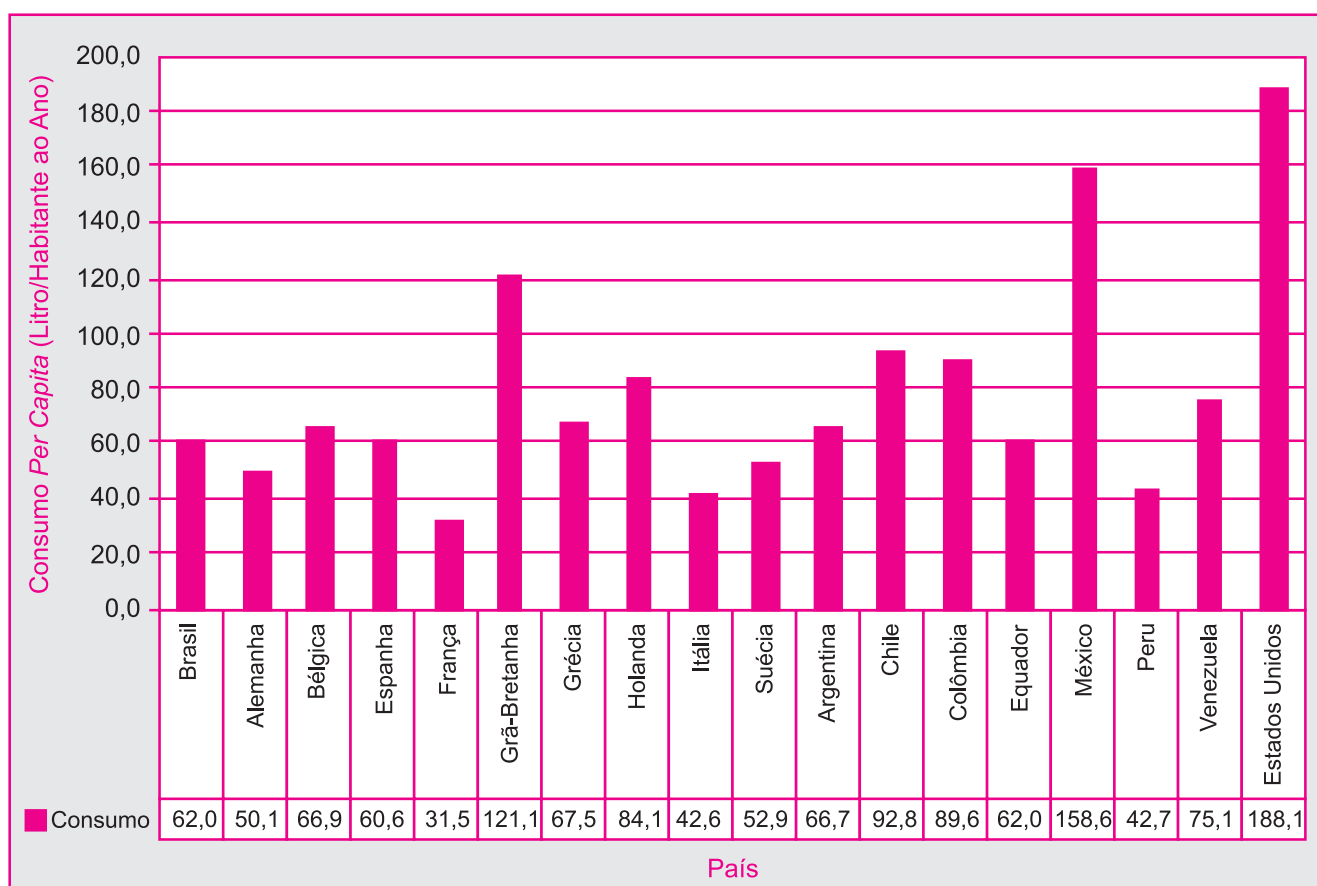


Gráfico 2: Consumo Per Capita de Refrigerantes em Vários Países

Fonte: Datamark (2000).

presas, como Ambev e Pepsi, e passou a incomodar as gigantes do setor (ALFACE, 2002).

Segundo dados da consultoria Nielsen, em 1990 as marcas populares respondiam por 8% do mercado brasileiro. Em 2000, já representavam mais de 30% (EMBANNEWS, 2001). Juntas, são maiores do que as gigantes Ambev e Pepsi. Os consumidores ganharam além de novas opções de consumo, um teto para o ajuste de preços das marcas líderes. No gráfico 3, apresenta-se a evolução histórica da participação das marcas populares. Os refrigerantes tiveram um aumento na produção de 50% em 1995, na comparação com 1994. Em sua maioria, o surgimento dessas empresas ocorreu no período de crescimento acelerado do consumo, entre 1994 e 1997. Isso é explicado pelo fato de a criação de novos produtos se dar em épocas de forte crescimento, quando a disputa por *market share* é menor.

Esse crescimento ocorreu tanto pelo aumento de renda quanto por sua melhor distribuição, que se deu nos anos de introdução do Plano Real. Segundo a revista Embanews (2001), o Plano Real permitiu ganho líquido, entre 1993 e 1999, de quase 22%. Essa tendência de crescimento do consumo de bens populares havia sido prevista antes da introdução do

Plano Real, a partir de medida que impôs certa recomposição do poder de compra das camadas populares por meio da obrigatoriedade do reajuste dos salários em época de hiperinflação (WRIGHT, 1993). O Plano Real veio a alavancar definitivamente esse crescimento (WRIGHT e CARDOSO, 2000).

Além da ampliação de mercado, a difusão das embalagens descartáveis do tipo PET (introduzida pela empresa líder, a Coca-Cola) trouxe novos produtores de refrigerantes, devido ao menor investimento associado à operação em função da mudança logística e, conseqüentemente, do menor capital imobilizado em estoques de embalagens. Todavia, antes de se tornarem padrão no mercado, houve uma tentativa de introdução da embalagem PET retornável pela Coca-Cola, sem sucesso devido à falta de cultura da população no descarte e uso. A partir de 1998, o menor dinamismo do crescimento do mercado acirrou a disputa por *market share*. As engarrafadoras menores passaram, então, a competir vigorosamente com a líder do setor, a Coca-Cola, pelo consumidor de baixa renda. O resultado foi que a participação das tubaínas (como são chamados os refrigerantes produzidos por pequenas empresas regionais) teve aumento, de 1997 a 2001, de 23% a 33%.

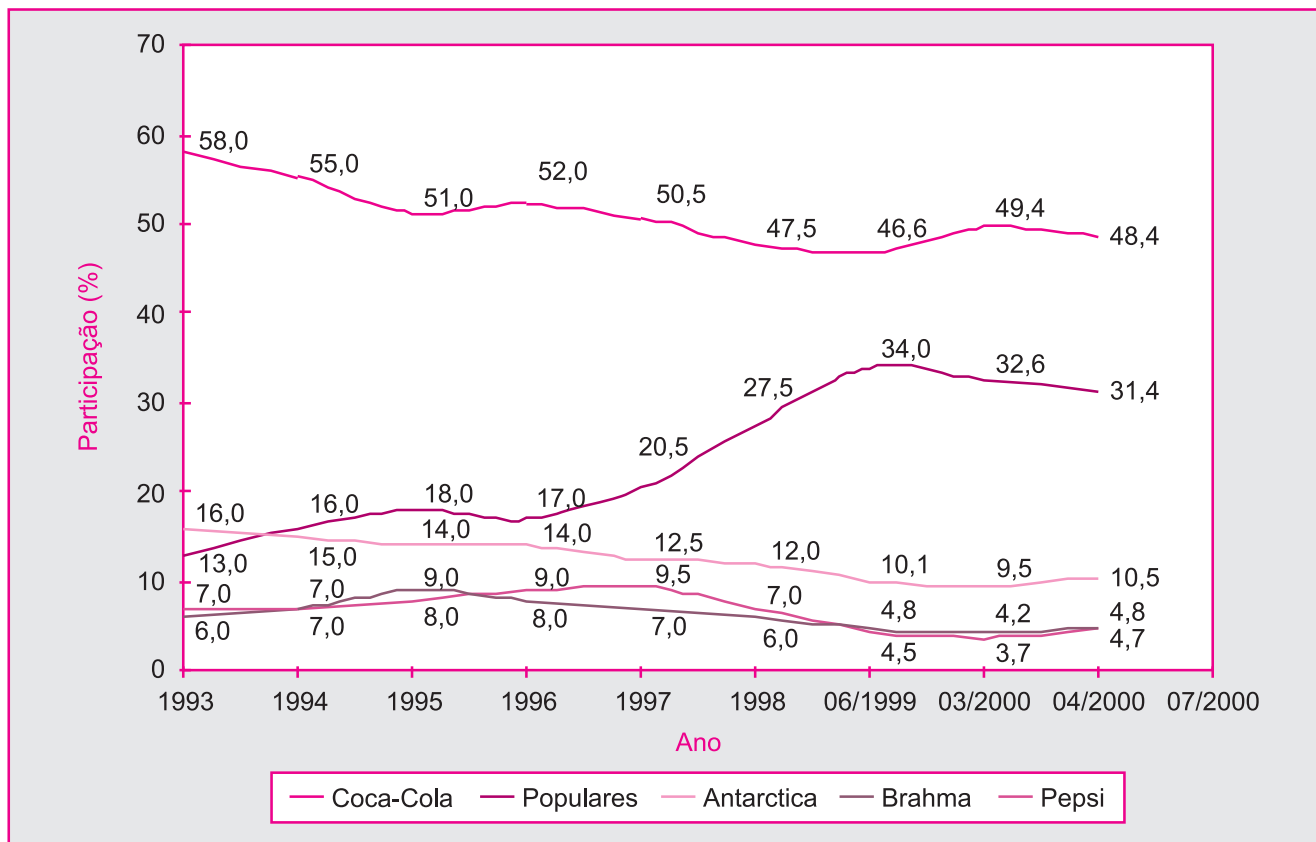


Gráfico 3: Evolução Histórica de Market Share no Segmento de Refrigerantes

Fonte: Adaptado a partir de dados da consultoria Nielsen (EMBANEWS, 2001).

Ressalte-se, entretanto, que o crescimento das tubaínas não foi uniforme em todos os segmentos de venda. A concorrência nos segmentos tradicionais (bares e restaurantes), por exemplo, foi menos intensa devido à exigência de uma rede de distribuição com capacidade de atender os postos de vendas de todo o país. Nesses locais, devido ao limitado espaço para armazenamento de materiais, é necessário que as empresas deem uma assistência constante aos pontos de venda, sendo necessária uma estrutura de que as pequenas empresas não dispõem. A concorrência é mais acirrada nos supermercados, que são os locais onde os consumidores têm maior incentivo a comparar os produtos. A tendência de queda do preço real dos refrigerantes é um indicador que ilustra o grau de competição entre as empresas produtoras de tubaínas. Comparando-se os preços de janeiro de 2002 com os de janeiro de 2000, deflacionados pelo IPCA-IBGE, houve queda de 4% nos preços, segundo estudo da MCM Consultores Associados (2005). Mesmo em 2002, ano em que o segmento de bebidas foi favorecido por um inverno com temperaturas mais elevadas, não houve aumentos acentuados de preços.

Essa nova realidade afetou bastante a líder de mercado. Dados levantados na rede Sondas em maio de 2003 mostram que os preços caíram ainda mais em dólares e a Coca-Cola de dois litros era vendida a R\$ 1,88, ou seja, ao redor de US\$ 0.65 por garrafa, como consta na tabela 1.

Só assim a Coca-Cola conseguiu manter seu *market share* ao redor de 48% nos anos seguintes, mas à custa de perdas expressivas de receitas. O mercado de marcas populares é bastante fragmentado, como se observa em dados de 1997, apresentados na tabela 2.

A introdução da embalagem PET possibilitou o crescimento dos **tubaineiros** por causa do menor investimento em enchedoras de garrafas, da redução do investimento em lavadoras de garrafas e da maior facilidade de distribuição, já que eliminou a logística de retorno e, assim, reduziu a barreira de entrada.

O crescimento da utilização da resina PET ocorreu também em função da redução de preços da resina, produzida por inúmeras empresas petroquímicas (Amoco, Eastman, Rhodia, produtores asiáticos, entre outras) na forma de *pellets* (grânulos). No início dos anos 1990, a Coca-Cola introduziu a tecnologia



Tabela 1

Evolução de Preços de Refrigerantes

Refrigerantes		Preços de Refrigerantes de 2 Litros PET nos Supermercados		
		Dezembro 1998	Fevereiro 1999	Setembro 1999
Coca-Cola	US\$	1,35	0,85	0,72
	R\$	1,63	1,63	1,38
Fanta/Sprite	US\$	1,19	0,75	0,59
	R\$	1,44	1,44	1,13

Fonte: Dados coletados na rede Sondas (2003).

Tabela 2

Fragmentação do Mercado de Refrigerantes Populares

Participação de Pequenos Fabricantes					
Empresa	Participação (%)	Empresa	Participação (%)	Empresa	Participação (%)
Convenção	3,4	Frukki	0,3	Ouro Verde	0,2
Maracanã	1,4	Golé	0,3	Poty	0,2
Pakera	0,9	Pepita	0,3	Real	0,2
Arco-Iris	0,8	Sabor Aki	0,3	Cyrylla	0,1
Schincariol	0,7	Americana	0,2	Guarapam	0,1
Vedete	0,7	Del Rey	0,2	Gut-Gut	0,1
Goianinho	0,6	Friss	0,2	Hiran	0,1
Hugo Cini	0,5	Grapette	0,2	Mate Couro	0,1
Cristalina	0,4	Jesus	0,2	Max Wilhelm	0,1
Marajá	0,4	Mantiqueira	0,2	São Geraldo	0,1
Tobi	0,4	Mineirinho	0,2	Outras	13,5
Conquista	0,3	Mineiro	0,2	Total	28,1

Fonte: Análise setorial do mercado de bebidas (GAZETA MERCANTIL, 1998).

de embalagens PET em vários países do mundo. A resina, que até então era utilizada apenas em aplicações especiais, passou a atrair grande procura e a participação em volume do segmento de refrigerantes passou a ocupar mais de 70% da capacidade produtiva dos maiores fabricantes de resina. Assim, com o aumento da demanda mundial pelo produto a partir de seu uso em embalagens de refrigerantes, no início a oferta mundial de resina foi insuficiente e a resina era vendida a US\$ 2,400 por tonelada. Acompanhando esse aumento imediato de demanda e também o crescimento de consumo de refrigerantes, a maioria dos fabricantes mundiais de resina anunciou planos de expansão de capacidade. A oferta mundial de produto já estava, por

volta de 1996, equilibrada com a demanda. A partir daí a demanda não conseguiu mais acompanhar a oferta global, o que ocasionou abrupta queda nos preços da resina, que se tornou uma commodity com o preço internacional estabilizado ao redor de US\$ 1,100 por tonelada. Ao mesmo tempo, o preço dos equipamentos de injeção e sopro da resina sofreu grande redução motivada pelo aumento de competitividade e da demanda, contribuindo, assim, também para redução de custos e melhorias de escala de produção derivadas do aumento da qualidade.

São destacadas a seguir as principais modificações estruturais ocorridas na indústria de refrigerantes na última década: crescimento substancial de mercado com o Plano Real, e cres-

cimento dos **tubaineiros** e enfraquecimento da Coca-Cola, devido a menor investimento em *marketing* e ausência de *royalties*, à estrutura funcional mais leve do que a do franqueado Coca-Cola e à redução do preço do PET e dos equipamentos de sopro. Todos esses fatores garantiram competitividade e a predominância da embalagem PET, aliados ao fator principal, a conveniência da embalagem descartável ao consumidor, que não necessitava mais levar suas embalagens de vidro para retorno em suas compras.

4.2. Tratamento quantitativo

Os resultados são apresentados nas tabelas de 3 a 6 e nos gráficos de 4 a 7, na seguinte sequência analítica: evolução do tamanho do mercado (em litros); evolução da participação por tipo de embalagem em litros envasados (penetração percentual); evolução da participação por modalidade de distribuição em litros envasados (penetração percentual); e coeficientes das equações preditivas, estatísticas, curvas de ajuste e extrapolação de dados.

O gráfico 4 ilustra a participação dos diferentes tipos de embalagens, enquanto o gráfico 5 ilustra a participação das modalidades de distribuição. Nota-se que a aderência da curva de descartáveis com a curva de PET não é completa em função da existência da embalagem de alumínio, também descartável.

Na sequência, mostram-se graficamente os ajustes das curvas (gráficos 6 e 7) para o PET e para os descartáveis.

Quando se analisa o PET *versus* outros materiais, ambos os modelos apresentam o mesmo nível de significância estatística; assim, o melhor ajuste foi o do modelo de Gompertz, já que o r^2 foi mais alto (0,9923). No caso de descartáveis, o

modelo de Fisher-Pry apresenta melhor ajuste com r^2 mais alto (0,992). O PET suplanta todos os outros materiais em conjunto entre os anos de 1994 e 1995, o mesmo ocorrendo para os descartáveis em relação aos retornáveis, como se percebe pelos valores em destaque na tabela 5. A extrapolação de dados pode ser observada na tabela 6.

5. CONCLUSÕES GERAIS E RECOMENDAÇÕES

Naturalmente, é possível concluir que essa substituição tecnológica trouxe uma série de implicações de mercado aos fabricantes de materiais, embalagens, produtores de refrigerantes e consumidores finais. Haveria decisões estratégicas que poderiam ter sido tomadas pelos agentes do mercado ao preverem o processo de substituição em curso antes de a nova tecnologia tornar-se o padrão de mercado, como:

- proteção da barreira de entrada pelo líder – como a Coca-Cola fez no México ao, deliberadamente, não introduzir a embalagem PET. Atualmente, a Coca-Cola tenta estimular o consumo em embalagens de vidro, porém sem muito sucesso já que a embalagem descartável se tornou o padrão de mercado e a concorrência encontra-se bem estabelecida;
- diversificação de negócios por parte dos fabricantes de embalagens com tecnologia substituída;
- melhoria de qualidade, redução de custos e desenvolvimento tecnológico (exemplo: menor peso da embalagem), tanto dos fabricantes de materiais como de embalagens da tecnologia substituída;
- expansão de negócios por parte de fabricantes de embalagens com tecnologia substituinte;
- diversificação de negócios por parte dos fabricantes de materiais substituídos;

Tabela 3

Evolução do Mercado de Refrigerantes e Evolução da Participação (Porcentagem) por Tipo de Embalagem e por Modalidade de Distribuição

Itens	Ano									
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Mercado CSD* (Milhões de Litros)	5,769	5,978	5,148	5,616	6,440	9,146	9,862	10,575	11,032	11,047
Tipo de Embalagem (% Litros)										
• Vidro One-Way	0,3	0,6	0,4	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
• Vidro Retornável	87,1	82,7	77,8	65,5	51,9	36,5	26,5	15,0	9,8	8,5
• Latas	0,8	1,3	2,0	2,1	2,5	4,7	6,2	7,2	9,3	9,1
• PET Retornável	0,1	1,4	3,5	5,3	4,9	5,6	4,5	4,0	3,1	3,3
• PET One-Way	2,7	5,7	10,0	21,5	35,7	48,6	59,0	70,6	74,8	75,9
• Post-Mix	8,7	8,2	6,2	5,1	4,7	4,4	3,6	3,0	2,9	3,1

Nota: *Refrigerantes (CSD – Carbonated Soft Drinks).

Fonte: Datamark (2000).

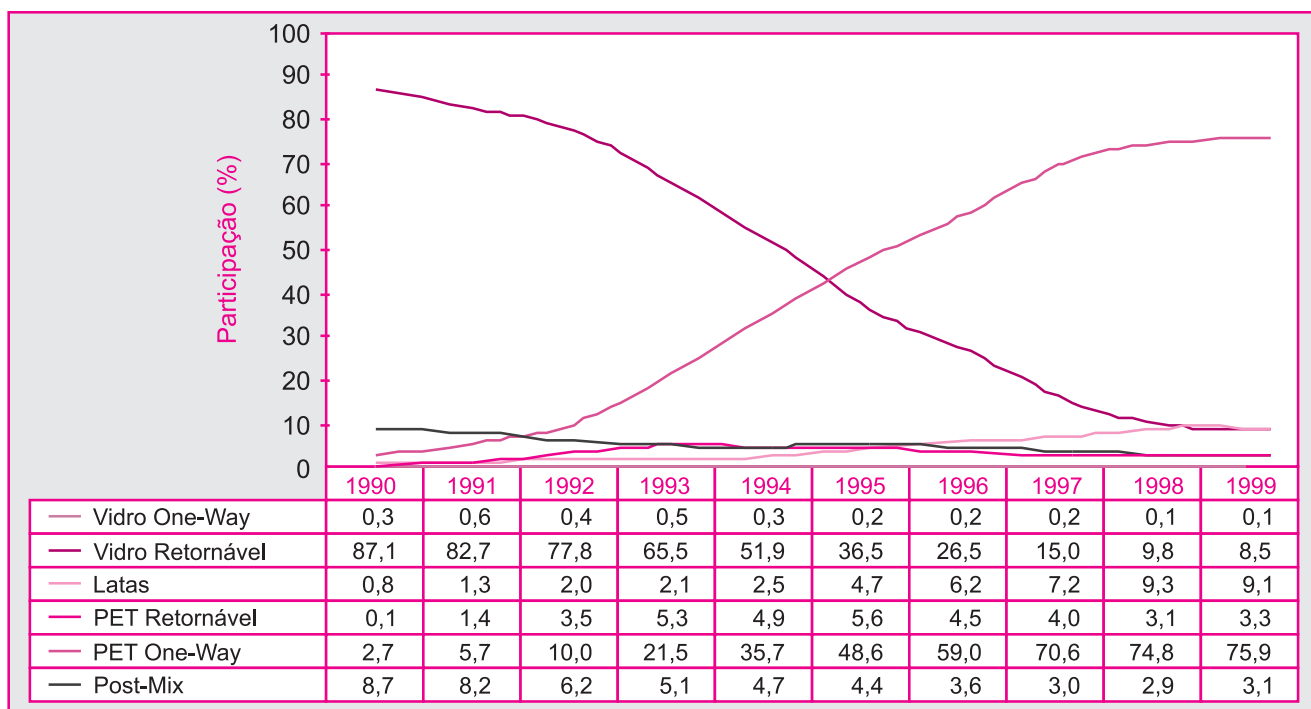


Gráfico 4: Evolução da Participação por Tipo de Embalagem

Fonte: Datamark (2000).

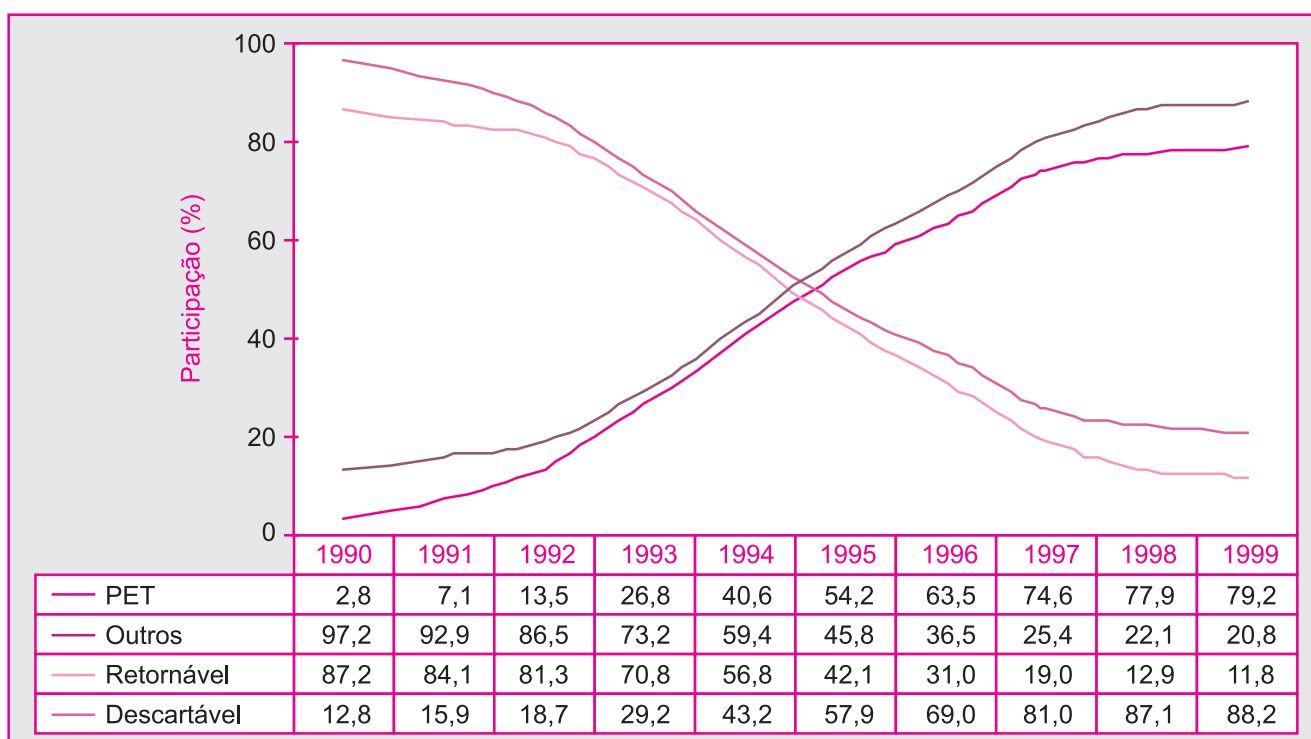


Gráfico 5: Evolução da Participação por Modalidade de Distribuição

Fonte: Datamark (2000).

Tabela 4

Dados Estatísticos e Equações de Ajuste

CSD PET versus Outros Materiais (1990 a 1999)			CSD Retornáveis versus Descartáveis (1990 a 1999)		
Modelos	Fisher-Pry	Gompertz	Modelos	Fisher-Pry	Gompertz
Estatística			Estatística		
r ²	0,958	0,9923	r ²	0,992	0,9732
s ² variância	42,5205	7,8078	s ² variância	8,1806	27,5553
s desvio padrão	6,5208	2,7942	s desvio padrão	2,8602	5,2493
F-stat	201510	998021	F-stat	9514288	292,7815
T-stat	0,7655	1,0693	T-stat	1,5522	0,6049
df (num/ denom)	1;8	1;8	df (num/ denom)	1;8	1;8
Equações			Equações		
Gompertz	$y=100 e[-4,88197 e(-0,328967 x)]$		Gompertz	$y=100 e[-4,01403 e(-0,349568 x)]$	
Fisher-Pry	$y=100/[1+33,7508 e(-0,549547 x)]$		Fisher-Pry	$y=100/[1+14,3053 e(-0,488782 x)]$	

Notas:

- Refrigerantes (CSD) por tipo de embalagem – estatística descritiva = *F-test*: ambos com significância (*p*) < 0,001.
- Refrigerantes (CSD) por modalidade de distribuição – estatística descritiva = *F-test*: ambos com significância (*p*) < 0,001.

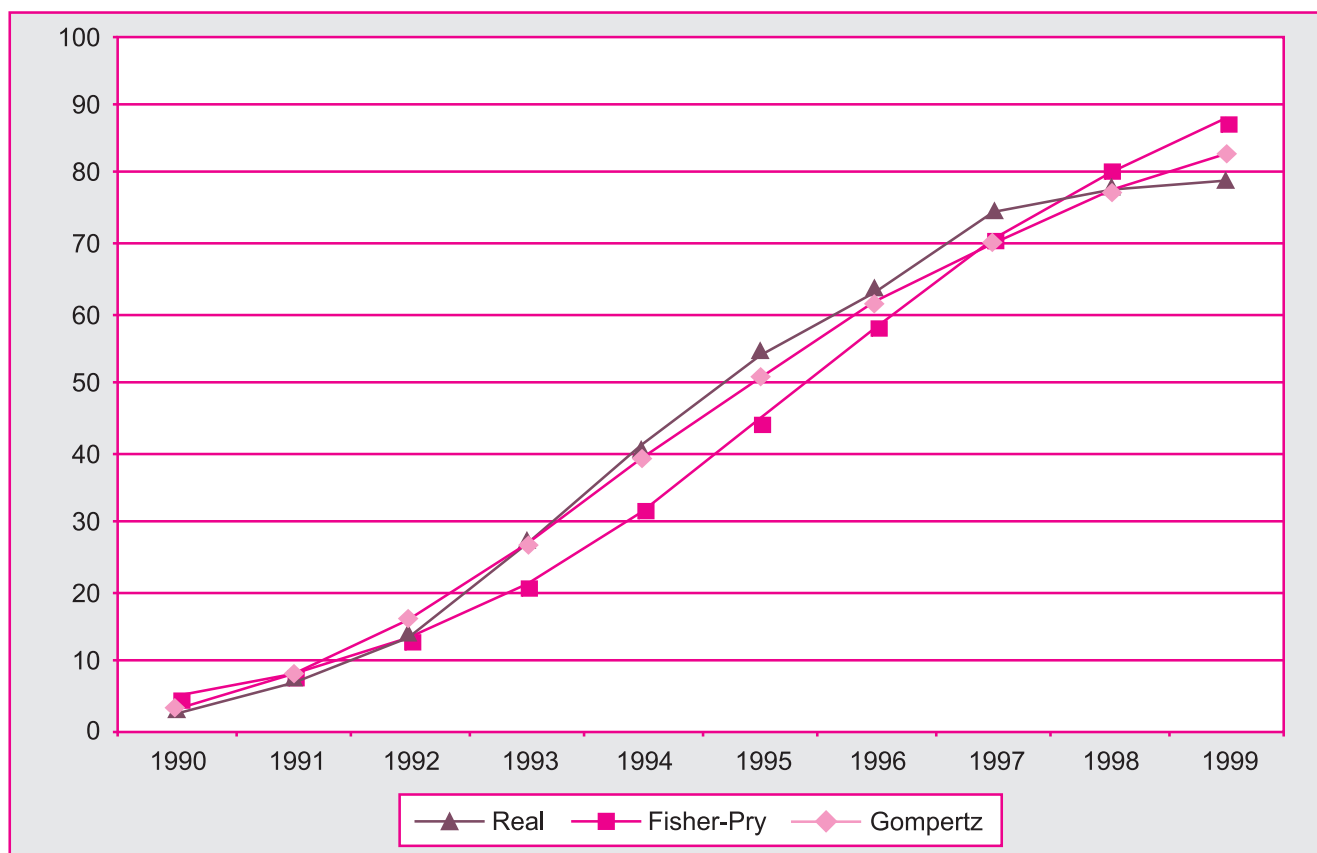


Gráfico 6: Ajuste das Curvas para o PET

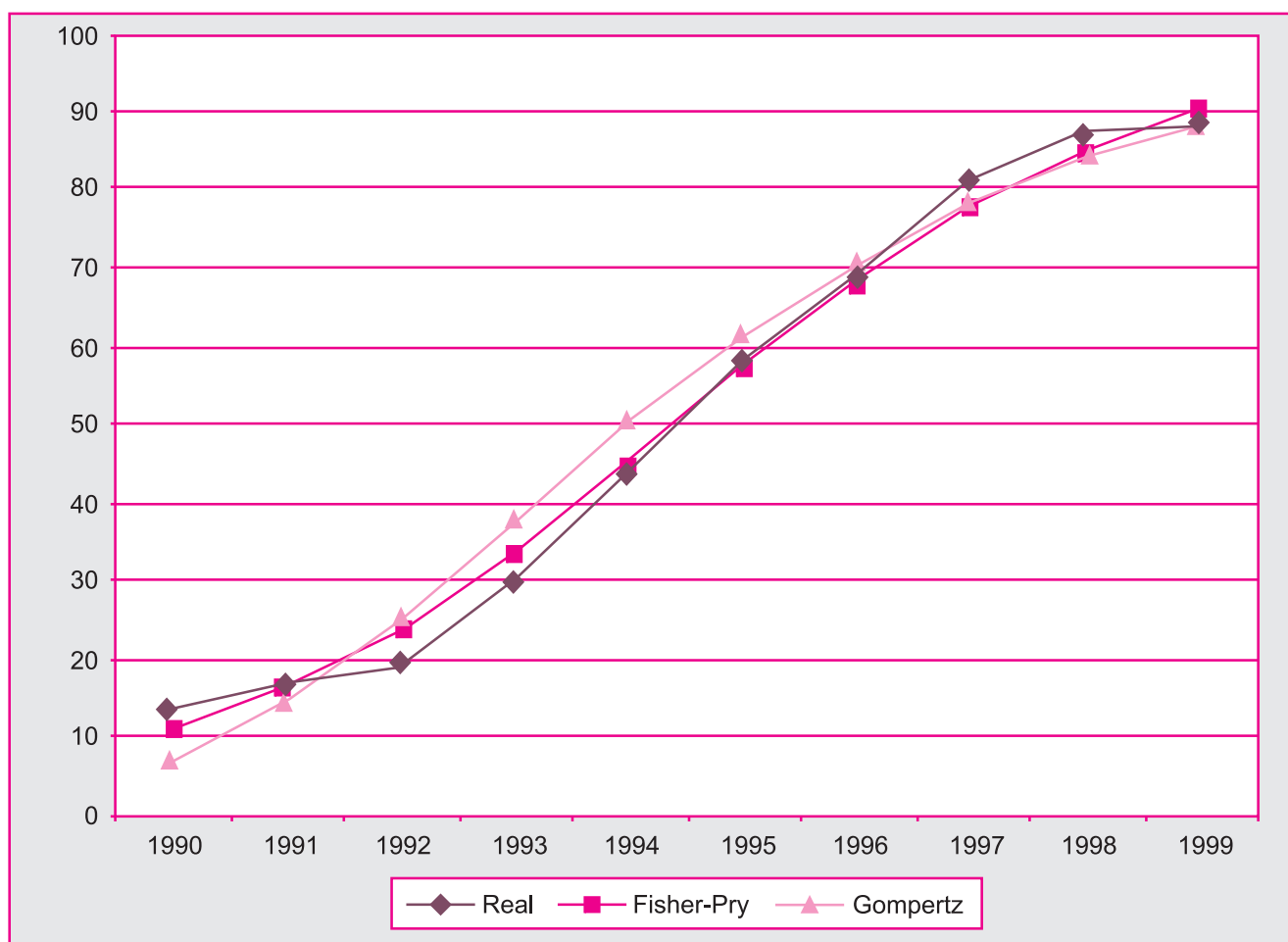


Gráfico 7: Ajuste das Curvas para a Modalidade de Distribuição Descartável

Tabela 5

Dados da Evolução da Participação

Evolução por Material	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Fisher-Pry(F/1-F) PET	0,029	0,076	0,156	0,366	0,684	1,183	1,740	2,937	3,525	3,808
Fisher-Pry(F/1-F) Outros Materiais	34,714	13,085	6,407	2,731	1,463	0,845	0,575	0,340	0,284	0,263
Logaritmo F/1-F PET	-3,547	-2,571	-1,857	-1,005	-0,381	0,168	0,554	1,077	1,260	1,337
Logaritmo F/1-F Outros Materiais	3,547	2,571	1,857	1,005	0,381	-0,168	-0,554	-1,077	-1,260	-1,337
Evolução por Sistema de Distribuição	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Fisher-Pry(F/1-F) Retornável	6,812	5,289	4,348	2,425	1,315	0,727	0,449	0,235	0,148	0,134
Fisher-Pry(F/1-F) Descartável	0,147	0,189	0,230	0,412	0,761	1,375	2,226	4,263	6,752	7,475
Logaritmo F/1-F Retornável	1,919	1,666	1,470	0,886	0,274	-0,319	-0,800	-1,450	-1,910	-2,012
Logaritmo F/1-F Descartável	-1,919	-1,666	-1,470	-0,886	-0,274	0,319	0,800	1,450	1,910	2,012

Tabela 6

Extrapolação Fisher-Pry e Gompertz para a Introdução do PET (versus Outros Materiais) e dos Descartáveis (versus Retornáveis)

CSD PET versus Outros Materiais (1990 a 1999)					CSD Retornáveis versus Descartáveis (1990 a 1999)				
Ordem	Ano	Penetração (%)			Ordem	Ano	Penetração (%)		
		Real	Fisher-Pry	Gompertz			Real	Fisher-Pry	Gompertz
1	1990	2,8	4,8825	2,9796	1	1990	12,8	10,2307	5,9021
2	1991	7,1	8,1667	7,9781	2	1991	15,9	15,6690	13,6009
3	1992	13,5	13,3500	16,2081	3	1992	18,7	23,2493	24,5004
4	1993	26,8	21,0682	26,9942	4	1993	29,2	33,0593	37,0998
5	1994	40,6	31,6204	38,9677	5	1994	43,2	44,6030	49,7062
6	1995	54,2	44,4795	50,7509	6	1995	57,9	56,7598	61,0902
7	1996	63,5	58,1230	61,3787	7	1996	69,0	68,1536	70,6499
8	1997	74,6	70,6277	70,3791	8	1997	81,0	77,7234	78,2753
9	1998	77,9	80,6421	77,6623	9	1998	87,1	85,0484	84,1407
10	1999	79,2	87,8304	83,3658	10	1999	88,2	90,2664	88,5381
11	2000		92,5945	87,7279	11	2000		93,7962	91,7756
12	2001		95,5873	91,0077	12	2001		96,1013	94,1289
13	2002		97,4075	93,4437	13	2002		97,5720	95,8241
14	2003		98,4852	95,2370	14	2003		98,4966	97,0376
15	2004		99,1200	96,5489	15	2004		99,0725	97,9023
16	2005		99,4902	97,5041	16	2005		99,4290	98,5165
17	2006		99,7051	98,1975	17	2006		99,6490	98,9518
18	2007		99,8296	98,6995	18	2007		99,7844	99,2599
19	2008		99,9015	99,0623	19	2008		99,8677	99,9777
20	2009		99,9431	99,3243	20	2009		99,9188	99,6315
21	2010		99,9672	99,5133	21	2010			

- expansão de negócios por parte dos fabricantes de materiais substituintes;
- busca, pelos *players* envolvidos com a tecnologia substituída, de alianças estratégicas com aqueles envolvidos com a tecnologia substituinte;
- previsão para evitar que alguns novos entrantes (fabricantes de refrigerantes populares – **tubaineiros**) ficassem sufocados financeiramente por decisão estratégica errônea de investimento em lavadoras de garrafas de vidro, a tecnologia substituída.

Com relação às metodologias de previsão relativas aos ajustes realizados, o modelo de Gompertz ajustou-se melhor aos dados no caso de substituição por materiais e o modelo de Fisher-Pry apresentou melhor resultado no caso de sistemas de distribuição, retornáveis *versus* descartáveis. A introdução de descartáveis parece ter sido o fator crucial de substituição

tecnológica e reflete melhor a realidade do que isolar simplesmente um material nos cenários adotados de substituição simples. Assim, segundo a dinâmica de substituição de embalagens de bebidas analisada no plano qualitativo, incorporando ao resultado quantitativo, o modelo de Fisher-Pry deveria ser o escolhido.

Como conclusão do trabalho, pode-se dizer que os modelos não lineares de previsão se mostraram importantes ferramentas de previsão, com alta aderência aos dados (alto coeficiente de determinação r^2). Também se pode dizer que no mercado de refrigerantes as embalagens descartáveis substituem as retornáveis, validando o uso de modelos de substituição simples neste caso. Quanto aos materiais, as embalagens de PET e de alumínio são as substituintes do vidro, o que poderia sugerir o uso de modelo de substituição múltipla. Porém, mesmo analisando por materiais, a simplificação para substituição simples é possível neste caso, já que a

quase totalidade do crescimento se refere à embalagem de PET. Em outros contextos de difusão tecnológica, pode ser necessário o uso de modelos de substituição múltipla, como o de Sharif e Kabir, quando mais de uma tecnologia for substituinte e, concomitantemente, elas estejam concorrendo entre si.

Seria interessante confirmar esses ajustes para outros segmentos de bebidas no Brasil para relativa generalização. Estudos de regressão multivariada envolvendo fatores econômicos, custos da embalagem, pulverização do mercado e conveniência poderiam gerar também forte ferramenta preditiva. Para estudos futuros de regressão multivariada, também o componente meio ambiente e o contexto dos atores de mercado não podem ser desprezados. Como exemplo de países em que as embalagens descartáveis não se configuraram como substituintes, têm-se a Alemanha, na qual as embalagens retornáveis predominam em função de restrições de ordem governamental às embalagens descartáveis – que apresentam maior ciclo de vida do produto e maior impacto ambiental –, e o México, em que predomina o sistema de distribuição de retornáveis pelo fato de a Coca-Cola não haver introduzido o descartável naquele país, protegendo assim a barreira de entrada a pequenos fabricantes.

Os estudos sobre as técnicas de previsão tecnológica extrapolativa vêm apresentando crescente interesse e seu uso dissemina-se em grande escala, de forma a diminuir a incerteza em termos de investimentos e ações estratégicas motivadas pela dinâmica extremamente rápida das inovações tecnológicas no panorama mundial. Este estudo forneceu evidências empíricas de que os modelos não lineares de previsão extrapolativa para os mercados e tecnologias podem constituir ferramentas bastante úteis de previsão tecnológica, trazendo, em conjunto com outras técnicas prospectivas (como análise de impactos, método Delphi, análise de cenários, monitoramento tecnológico e vigilância/inteligência competitiva), um apoio valioso à decisão gerencial, como sugerido por Wright (1985) e Wright e Giovinazzo (2000).

Obviamente, estas conclusões restringem-se ao momento em que se realizou a pesquisa, ao contexto da indústria de bebidas no Brasil e às peculiaridades dos segmentos estudados. Estudos como este, concentrados em outras empresas do setor de bebidas brasileiro ou em outros setores industriais, poderiam contribuir para a formação de um panorama mais completo no assunto de previsão tecnológica por extrapolação de dados. ♦

REFERÊNCIAS

- ALFACE, P. Marcas populares ganham espaço entre os gigantes dos refrigerantes. *Diário Popular*, São Paulo, 13 maio 2002.
- AYRES, R.U. Limits and possibilities of large-scale long-range societal models. *Technological Forecasting and Social Change*, New York, Elsevier, v.25, p.297-308, 1984.
- DATAMARK. *Brazil pack 2000 – Estudo de mercado*. São Paulo, 2000.
- EMBANEWS. *Pack news 2001*. São Paulo, Nova Editora, p.10, p.46, p.58, 2001.
- MACHNIC, JOHNA. Multilevel versus single-level substitution: the case of the beverage can market. *Technological Forecasting and Social Change*, New York, Elsevier, v.18, p.141-149, 1980.
- MCM Consultores Associados. *Estudo especial – refrigerantes*. 2005. Disponível em: <www.braskem.com.br/boletins/Alimenticio/boletim/4.htm>. Acesso em: 22 fev. 2005.
- PANORAMA SETORIAL: a indústria de refrigerantes e água. *Gazeta Mercantil*, São Paulo, 1998.
- PORTER, A.L.; ROPER, A.T.; MASON, T.W.; ROSSINI, F.A.; BANKS, J. *Forecasting and management of technology*. New York: Wiley Interscience, 1991.
- SCHNAARS, S. *Megamistakes: forecasting and the myth of rapid technological change*. New York: The Free Press, 1989.
- SHARIF, M.N.; KABIR, C. A generalized model for forecasting technological substitution. *Technological Forecasting and Social Change*, New York, Elsevier, v.8, p.353-364, 1976.
- SONDAS. Rede de supermercados. São Paulo. Coleta de dados de preços *in loco*, 2003.
- UTTERBACK, J. *Mastering the dynamics of innovation: how companies can seize the opportunities in the face of technological change*. Boston, Massachusetts: Harvard Business School Press, 1994.
- WRIGHT, J.T.C. Técnicas de previsão aplicadas à administração. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 9., 1985, Florianópolis. *Anais...* Santa Catarina: Anpad, 1985.
- _____. *O reajuste mensal dos salários e os bens populares*. O Estado de S.Paulo, São Paulo, 18 ago. 1993. Caderno Economia & Negócios, p.2.



REFERÊNCIAS

- WRIGHT, J.T.C.; CARDOSO, M.V. Oportunidades estratégicas en el segmento de baja renta em América del Sur competitiva. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ESTRATÉGIA – SLADE, 13., 2000, Puebla. *Anais...* México: Slade, 2000.
- WRIGHT, J.T.C.; GIOVINAZZO, R.A. Delphi – uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo. *Cadernos de Pesquisa em Administração*, São Paulo, FEA-USP, v.1, n.12, p.54-65, 2000.
- YU, A.; TROMBONI, P. Estratégias de inovação para produtos de consumo popular. In: SEMINÁRIO EM ADMINISTRAÇÃO – SEMEAD, 4., 2001, São Paulo. *Anais...* São Paulo: FEA-USP, 2001.

ABSTRACT

A study of technological forecast models applied to soft-drinks packaging substitution in the Brazilian market

Given the continuous changes of the competitive arena generated by the frequent innovations in products and services in the marketplace, forecasting techniques have undoubtedly become a very important source of strategic decision-making support. This study analyzes the importance of the non-linear technological forecast models of Gompertz and the Fisher-Pry, based on the substitution of technologies and applied to the beverage packaging segment. The authors provide a review of the literature on the subject and then analyze the context of the studied segment, i.e., soft drinks, Brazil's biggest beverage market and the world's third ranking one. Using the methodology of quantitative analysis of the historical series of data of the relative share of the different packaging technologies, the authors identify the model with the best fit regarding the replacement of glass packaging, predominant at the beginning of the historical series, by PET packaging, the substitute technology, in the soft-drinks segment and provide an estimate up to 2010. Finally, an analysis correlating the models with the best fit and the particularities of the markets is also provided. The conclusion is that the models work well in terms of technological forecasting, provided the dynamics of substitution are properly understood, and that they aid decision-making that has an impact upon strategic actions.

Keywords: technological forecasting, technological substitution, non-linear models, S curves.

RESUMEN

Estudio de modelos de previsión tecnológica aplicados a la sustitución de envases de refrescos para el mercado brasileño

En un ambiente empresarial caracterizado por rápidas y profundas transformaciones, son relevantes los cambios oriundos de la innovación tecnológica y los modelos de previsión destacan como herramientas de apoyo a la decisión estratégica. En este estudio, se presenta un análisis de la importancia del uso de modelos no lineales de previsión tecnológica de Gompertz y Fisher-Pry, con base en sustitución de tecnologías, aplicados al sector de envases de bebidas. Se presenta la revisión teórica relacionada con el asunto para, a continuación, analizar el contexto del sector estudiado, los refrescos, mayor mercado de bebidas en Brasil y en el cual el país ocupa el tercer lugar en nivel mundial. Con el uso de la metodología de análisis cuantitativo de la serie histórica de datos de la participación relativa de las distintas tecnologías de envases, se verifica el modelo que mejor se adecua a la sustitución de los envases de vidrio, predominantes al principio de la serie histórica, por los envases de polietileno tereftalato (PET), considerada la tecnología de reemplazo, en el sector de refrescos. Se realiza la previsión hasta el año de 2010. Se presenta un análisis en que se correlacionan los modelos de mejor ajuste a las particularidades de los mercados. Se concluye que los modelos, una vez que se comprenda la dinámica de la sustitución, se prestan adecuadamente a la previsión tecnológica y colaboran a la toma de decisiones que se reflejen en acciones estratégicas.

Palabras clave: previsión tecnológica, sustitución tecnológica, modelos no lineales, curvas S.