

PROJEÇÃO DA PENETRAÇÃO DO *HOME BROKER* NO MERCADO DE CAPITAIS BRASILEIRO ATRAVÉS DOS MODELOS *LINEAR*, *FISHER-PRY* E *GOMPERTZ*

Carlos Kawamoto

Professor da Faculdade Oswaldo Cruz, São Paulo, Brasil

ctkawamoto@gvmail.br

RESUMO

Neste trabalho, calcula-se a projeção da penetração da ferramenta *Home Broker* no atendimento de clientes pessoas físicas no mercado acionário brasileiro até 2012. Foram realizadas estimações com três diferentes modelos: *Linear*, *Fisher-Pry* e *Gompertz*. As três projeções foram comparadas entre si tanto pelos coeficientes de determinação das estimações, quanto pelos desvios absolutos e quadráticos produzidos. Como o modelo *Fisher-Pry* carrega a característica de modelar a dinâmica tecnológica como função do percentual de mercado já conquistado e a ser conquistado - diferentemente do modelo de *Gompertz*, cuja penetração tecnológica é influenciada exclusivamente pelo mercado a ser conquistado, e o modelo *Linear* pode ser visto como um caso simplista entre as três alternativas - os resultados indicaram, como esperado dadas as especificidades do caso estudado, que a projeção pelo modelo *Fisher-Pry* é a mais aderente aos dados, indicando que, no final de 2012, cerca de 84% das pessoas físicas que negociam em bolsa devem executar suas ordens através do *Home Broker*. Apesar da robustez dos resultados estatísticos, ressalta-se que as projeções realizadas podem estar subestimadas, uma vez que os modelos empregados não contemplam a possibilidade de outras inovações no mercado, como o recente desenvolvimento do *Direct Market Access* (DMA).

Palavras-chave: Substituição Tecnológica. Curvas de Crescimento. *Fisher-Pry*. *Gompertz*. *Home Broker*.

PROJECTION OF PENETRATION OF THE BROKER IN HOME BRAZILIAN CAPITAL MARKET THROUGH LINEAR, GOMPERTZ AND FISHER – PRY MODELS

ABSTRACT

This paper calculates the Home Broker penetration's projection among individual customers in the Brazilian stock market up to 2012. The estimations were carried out with three different models: Linear, *Fisher-Pry* and Gompertz . The three projections were compared to each other by the coefficients of determination of the estimations, by the absolute and squared deviations produced. As the *Fisher-Pry* model has the characteristic of modeling the technological dynamics as a function of the percentile of the market to be conquered and also of the market already conquered, differently of the Gompertz model, which technological penetration is influenced exclusively by the market to be the conquered. The Linear model can be seen as a simplistic case among the three options, therefore the results indicates, as expected given the specificities of the studied case, that the projection by the *Fisher-Pry* model showed to be the most consistent to the data. Also indicating that at the end of 2012 about 84% of the individuals that negotiate in the Brazilian stock market will execute their orders through Home Broker. Besides the robustness of the statistical results, it should be stressed that the projections can be underestimated, once the models employed do not contemplate the possibility of other innovations in the market, as the recent development of the Direct Market Access (DMA).

Key-words: Technology Substitution. Growth Curves. *Fisher-Pry*. Gompertz. Home Broker.

1 INTRODUÇÃO

As análises prospectivas são importantes ferramentas no planejamento estratégico empresarial. Como o objeto de estudo dessas análises impacta na dinâmica dos mercados, fazendo surgir novas formas de negócios, saber em qual direção e em que ritmo uma determinada tecnologia caminhará pode ser vital na manutenção das vantagens competitivas de uma firma.

Segundo Coates et al. (2001, p.8), "as empresas agora percebem que decisões tecnológicas são decisões de negócios tanto quanto as decisões financeiras, de marketing ou outras decisões estratégicas". Com a reconhecida influência das tecnologias no desenvolvimento de um país, as análises prospectivas podem auxiliar nas decisões sobre políticas de crescimento de uma nação (Johnson & Marcovitch, 1994).

De maneira geral, os métodos de prospecção podem ser divididos em três grandes grupos: estruturais, de correlação e diretos (Porter, 1991). Dentre os métodos diretos, encontram-se as estimações das chamadas curvas S de crescimento, que incluem os modelos *Fisher-Pry* e *Gompertz*. Enquanto o primeiro é tido como um modelo típico de crescimento, o segundo é conhecido como um modelo de mortalidade.

Apesar da clara distinção entre as suas empregabilidades, usualmente, ambos geram resultados estatisticamente muito próximos (Trappey & Wu, 2008). Assim, seria válido comparar os parâmetros obtidos nas estimações dos dois modelos, além do modelo *Linear*, a partir de um caso em que, tipicamente, o modelo de crescimento *Fisher-Pry* seja mais adequado na descrição da penetração da tecnologia do que os modelos alternativos.

A tecnologia foco deste trabalho é o *Home Broker*, empregado no atendimento de pessoas físicas no mercado de capitais brasileiro, o qual passou por inovações significativas ao longo de sua história, as quais permitiram maior agilidade na maneira como as corretoras contatam seus clientes e na consequente expansão dos negócios.

Desde o surgimento do *Computer Assisted Trading System (CATS)*, sistema eletrônico de negociação que operou conjuntamente com o viva voz em alguns mercados de 1990 a 1997, sendo posteriormente substituído pelo

MegaBolsa, o volume de negócios cresceu a taxas elevadas. Apesar da abertura financeira e comercial ocorrida no período terem influenciado esse crescimento no mercado de capitais nacional, não se descarta que a inovação tecnológica também exerceu papel relevante. Como ilustração, as evoluções do percentual de negócios eletrônicos e o número de transações mensais na Bovespa são apresentadas no gráfico 1.

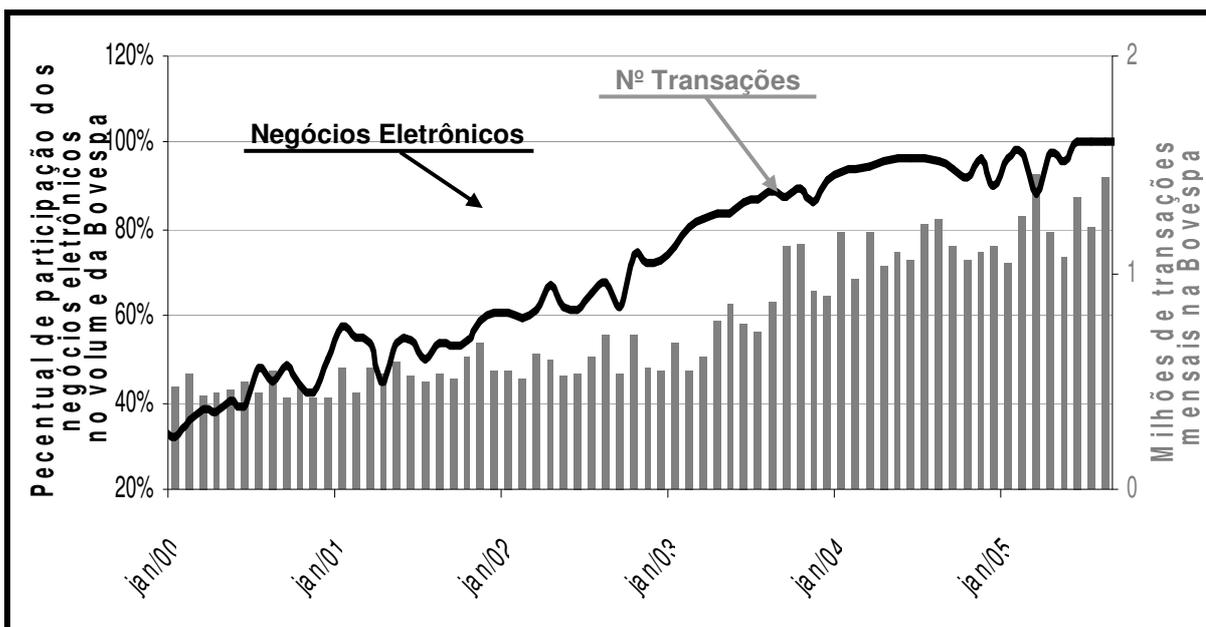


Gráfico 1: Participação percentual dos negócios eletrônicos e evolução do número de transações mensais na Bovespa

Fonte: www.bovespa.com.br

No final do século XIX, o contato entre as corretoras e seus clientes era predominantemente presencial. Já o século XX foi palco das sedimentações do telefone e da internet. Mais recentemente, o *Home Broker* tornou-se o principal meio de negociação para pessoas físicas na bolsa brasileira. Visualiza-se, no gráfico 2, a evolução do número de pessoas físicas com negócios ativos na Bovespa, que passou de pouco mais de 5 mil no início de 2000 para quase 200 mil em 2009, representando um crescimento de cerca de 4.000% no período. Além disso, observa-se uma elevação vigorosa na participação dos negócios realizados na plataforma *Home Broker*, que teve seu início em abril de 1999. Pelo exposto, parece razoável conjecturar que o crescimento da participação de pessoas físicas no mercado está associado à disponibilidade da ferramenta de negociação pela internet.

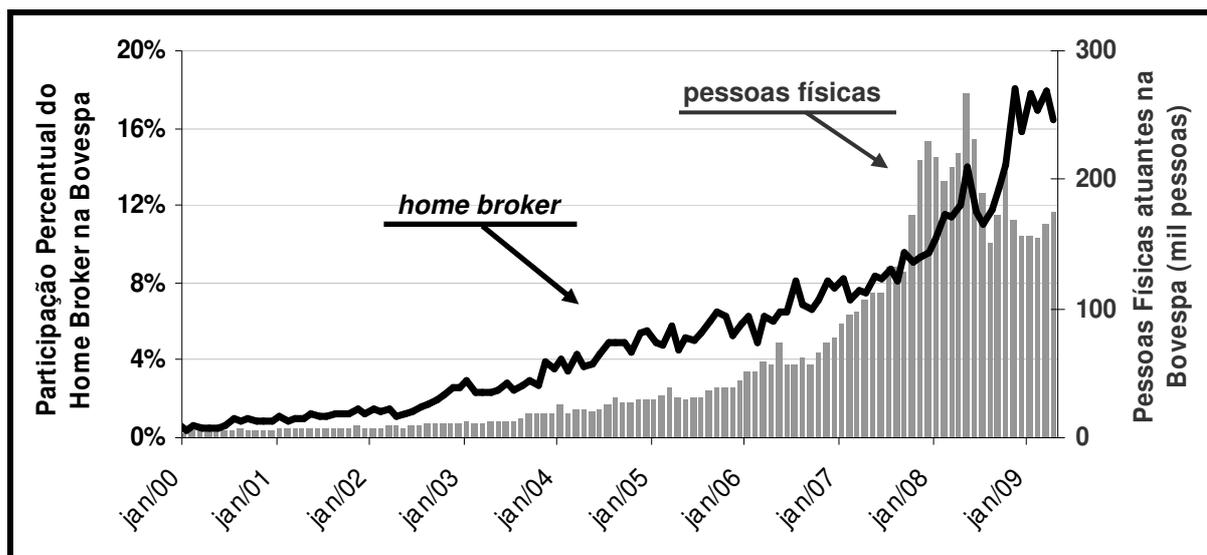


Gráfico 2: Participação das Pessoas Físicas e da Tecnologia *Home Broker* no Volume da Bovespa

Fonte: www.bovespa.com.br

Para as empresas corretoras, seria desejável conhecer a evolução futura da participação da nova tecnologia como meio de negócio de seus clientes pessoas físicas. Neste contexto, dada a reduzida exploração empírica dessa inovação no Brasil, o presente trabalho visa contribuir realizando as projeções de penetração tecnológica do *Home Broker* no atendimento das pessoas físicas nas corretoras brasileiras até o final de 2012.

Para alcançar o objetivo proposto, este trabalho está dividido em 5 seções, incluindo esta introdução. Na segunda seção, apresenta-se uma breve revisão bibliográfica das inovações ocorridas no mercado de capitais. A terceira seção é dedicada à exposição dos modelos utilizados nas estimações, *I.E.*, *Fisher-Pry*, *Gompertz* e *Linear*, além da descrição dos dados utilizados. Os resultados são expostos na quarta seção. Na quinta e última seção são realizadas as considerações finais.

2 EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NO MERCADO DE CAPITAIS

Assim como ocorrido com outras tecnologias e negócios, o surgimento das corretoras virtuais deu-se inicialmente nos EUA. Em 1994, a *Aufhauser Co.* iniciou seus serviços *online*, sendo rapidamente seguida por outras firmas de tecnologia, comunicação e de serviços financeiros (*E.G.*, *CompuServe* e *AOL*). A

rápida adoção da nova ferramenta mudou a dinâmica competitiva do mercado, que anteriormente era segmentado em corretoras completas (*full service brokers*) e de desconto (*discount brokers*). Enquanto as primeiras ofereciam diferentes serviços de investimento, como análises de empresas e atendimentos personalizados, as corretoras de desconto focavam na provisão de transações a um baixo custo.

Em 1990, as corretoras completas detinham 84% do mercado norte-americano. A resistência de algumas delas em oferecer a nova tecnologia de negócios aos seus clientes, sobretudo pela guerra de preços que ocorreu no segmento *online*, reduziu sua participação no mercado para apenas 5% em 1999 (Gaudillat & Quélin, 2006).

A literatura aponta algumas causas para a rápida expansão do mercado acionário *online* nos EUA. Dasgupta (1998) atribuiu o sucesso desses negócios à pujança da economia norte-americana, que cresceu a taxas elevadas no triênio 1994-1997. Para Gaudillat e Quélin (2006), o crescimento deveu-se, sobretudo, às elevadas despesas de marketing das entrantes.

A importância das transações *online* não é apenas relativa aos negócios com ações presenciais. Em 1998, mais pessoas compravam ações *online* do que livros ou CDs, pelo mesmo canal. Para Dasgupta (1998), o crescimento dos negócios *online* atraiu novos investidores ao mercado de capitais, explicando o elevado crescimento da participação de pessoas físicas que, em 2000, já atingia a marca de 27% dos negócios totais nos EUA. Li, Lee e Cude (2002) avaliaram alguns clientes de negócios *online*, concluindo que a adoção de novas tecnologias de negócios pela internet é mais provável de ocorrer com jovens, pouco avessos ao risco e clientes de corretoras de desconto.

No Brasil, também ocorreram evoluções tecnológicas significativas ao longo do desenvolvimento da BM&FBovespa. Por exemplo, o registro das transações com ações passou do método manual para os boletos perfurados, depois para os boletos de leitura ótica, até serem substituídos pelas transações 100% eletrônicas, com o fim do pregão viva-voz em 1995.

De maneira semelhante, o contato das corretoras com os clientes passou das fases de ordens escritas ou transmitidas verbalmente, para aquelas realizadas por telefone e, mais recentemente, com o surgimento do *Home*

Broker, ferramenta disponibilizada pela BM&FBovespa que permite que os negócios com ações sejam realizados pela internet, também a serem executadas em ambiente virtual. Assim, é provável que até meados da década de 90 os custos de transação fossem mais elevados do que são hoje, tanto para as empresas, que necessitavam contratar corretores presenciais, quanto para os clientes, que esperavam minutos preciosos para serem atendidos em uma ligação, significando muitas vezes a perda de oportunidade de fechamento de um negócio lucrativo.

Souza e Cova (2009) avaliaram e identificaram, através de análise qualitativa, as influências das mudanças provocadas pela implementação do *Home Broker* sobre os agentes. Além da redução dos custos operacionais, os autores apontaram que o *Home Broker* possibilitou a negociação fora dos horários convencionais, ampliando ainda mais a base de clientes, permitindo às corretoras incorporar os pequenos investidores que anteriormente não transacionavam no mercado.

As evoluções tecnológicas alteraram o modo como as corretoras se posicionam estrategicamente no mercado nacional, onde se observa um desenvolvimento de empresas com foco em atendimento pela internet. Em outubro de 2009, a participação do volume de negócios realizados pelo *Home Broker* atingiu a marca de 19% do total na Bovespa, com mais de 68 corretoras oferecendo serviços *online*.

Há outros avanços que, apesar de ainda não se configurarem como *mainstream* tecnológico, já são observados na bolsa brasileira. Em 2009, a BM&FBovespa autorizou a adoção da tecnologia chamada de *Direct Market Access* (DMA) modelo 3, que permite aos clientes transacionar eletronicamente sem ter suas ordens processadas pelas corretoras, apesar destas ainda serem responsáveis legais pelas operações.

No mesmo ano, alguns *algotraders*, investidores com negócios programados por algoritmos, puderam instalar seus provedores fisicamente no ambiente da BM&FBovespa, elevando ainda mais a velocidade de processamento de ordens. É plausível afirmar que o surgimento do ambiente virtual e de outras inovações tecnológicas deve elevar o nível de incerteza sobre o futuro do mercado. Neste sentido, as análises prospectivas ganham importância como ferramenta para dar suporte às decisões estratégicas das empresas.

3 METODOLOGIA

3.1 MODELOS DE EXTRAPOLAÇÃO: *LINEAR*, *FISHER-PRY* E DE *GOMPERTZ* .

Os métodos de prospecção tecnológica podem ser classificados em estruturais, de correlação e diretos (Porter, 1991). No primeiro grupo, a projeção tecnológica é realizada a partir de fatores relacionados a ela, através de modelos estatísticos, como a simulação e a análise de regressão. No segundo grupo estão os métodos de cenários, analogia e de impactos cruzados. O terceiro grupo contempla o *Delphi*, as estimações de séries temporais e as extrapolações de tendências.

Novos métodos de prospecção surgem ao longo do tempo, enquanto alguns tradicionais são aperfeiçoados. Por exemplo, a construção de cenários vem sendo incrementada com a implementação de métodos computacionais que auxiliam sua construção (E.G., Gausemeier et al., 1998, apud Coates et al., 2001). Difundido depois da abertura comunista no final dos anos 1980, a teoria da solução inventiva de problemas, conhecida pelo acrônimo TRIZ, vem conquistando popularidade. O *Delphi* também ganhou agilidade e seus outrora elevados custos de elaboração vem se reduzindo com o emprego de métodos computacionais no tratamento dos dados e da internet como meio de envio dos questionários. Além desses, os métodos de monitoramento que se apoiam em pesquisas bibliométricas e os *roadmaps* se destacam.

O conceito de método prospectivo adequado é relativo. Assim, o uso de um ou outro método, seja antigo ou novo, criado a partir do ressurgimento das análises prospectivas na década de 90, depende do conhecimento técnico dos pesquisadores, interesses intrínsecos ao estudo realizado e especificidades da tecnologia avaliada. Se, por um lado, para a projeção do futuro longínquo de uma nação requerer-se-iam esforços e recursos elevados, sendo sugerido o emprego conjunto de um leque de métodos; as prospecções de penetrações de uma nova tecnologia no mercado em um horizonte de prazo mais curto podem ser realizadas por pesquisadores menos experimentados, com menos recursos e em menos tempo. Neste sentido, projeções por extrapolações de tendência têm destaque por serem fácil e rapidamente empregadas através de recursos computacionais, e a partir de um conjunto reduzido de observações.

O modelo mais simples de extrapolação de tendência, classificado por alguns autores como um modelo estrutural (Coates et al., 2001) é o modelo *Linear*, que pode ser representado pela equação:

$$(1) \quad P = b_{LP} + z_{LP} \cdot t,$$

em que P é o percentual de mercado conquistado pela nova tecnologia, t é uma variável temporal, e b_{LP} e z_{LP} são parâmetros a serem estimados, por exemplo, por mínimos quadrados ordinários.

A extrapolação de tendências também pode ser realizada por curvas de crescimento conhecidas como curvas da família S , que representam os períodos de crescimento, inflexão e saturação de um produto ou nova tecnologia. Nesses modelos, a penetração de uma determinada tecnologia ou novo produto cresce em taxas crescentes até seu ponto de inflexão, quando a penetração passa a crescer em taxas decrescentes, convergindo para o seu ponto máximo, ponto de saturação ou limite máximo suportado pelo mercado.

Dois modelos de curva S bastante difundidos foram utilizados neste trabalho: *Fisher-Pry* e *Gompertz*. O modelo *Fisher-Pry* carrega a característica de modelar a dinâmica de crescimento da nova tecnologia como função do percentual de mercado a ser conquistado e também do mercado já conquistado. O modelo de *Gompertz*, por sua vez, tem a penetração influenciada exclusivamente pela fatia do mercado a ser conquistado.

A existência de efeitos "boca-a-boca" no uso do *Home Broker* faz com que o aumento do número de clientes induza a uma elevação ainda maior em sua penetração. Assim, pelas intuições dos dois modelos, parece razoável assumir que o *Fisher-Pry* seja mais apropriado ao caso estudado. Matematicamente, o modelo *Fisher-Pry* estabelece o crescimento do percentual de usuários *i.e.* dP/dt , como:

$$(2) \quad \frac{dP}{dt} = z \cdot P \left(1 - \frac{P}{K} \right)$$

em que P é o percentual de pessoas físicas usuárias do *Home Broker*, K é o limite máximo de usuários suportado pela nova tecnologia, e z é chamada de constante de proporcionalidade. Resolvendo a equação acima (ver detalhes no anexo I), tem-se:

$$(3) \quad P = \frac{K}{1 + e^{-(b-zt)'}}$$

em que b e z são parâmetros a serem estimados. O primeiro, b , é uma constante surgida no processo de solução da equação (2) e a fração $-b/z$ representa o ponto de inflexão da taxa de crescimento, quando o número de usuários da tecnologia passa a crescer a taxas menores. Para projetar o percentual de *Home Broker* no mercado, assume-se que, no futuro, todas as pessoas físicas utilizarão a tecnologia. Assim, estabelece-se K igual a 1.

Conhecido como modelo de mortalidade, o modelo de *Gompertz* deve ser usado nos casos em que a adoção do novo produto dependa da exaustão do produto antigo. Por exemplo, é mais fácil admitir que as pessoas troquem seus televisores por novos e mais modernos aparelhos quando os antigos passarem a apresentar defeitos que representem um custo de manutenção elevado, induzindo a troca tecnológica. Neste sentido, o modelo de *Gompertz* seria apropriado se a negociação via *Home Broker* impedisse que o cliente negociasse pelo telefone. Este não parece ser o caso, pois um mesmo cliente pode ter suas ordens transmitidas tanto por telefone quanto pela internet.

No modelo de *Gompertz*, assume-se que a taxa de crescimento da participação no mercado, dP/dt , segue a seguinte função:

$$(4) \quad \frac{dP}{dt} = z.P.\ln\left(\frac{K}{P}\right)$$

em que, como no modelo *Fisher-Pry*, K é o limite máximo de usuários suportado pela nova tecnologia, e z é a constante de proporcionalidade. Resolvendo a equação acima (ver detalhes no anexo II), tem-se:

$$(5) \quad P = K.e^{-z(t-b)}$$

em que z e b são parâmetros a serem estimados. Assim como feito para o modelo *Fisher-Pry*, assume-se que o percentual de pessoas físicas que utilizará o *Home Broker* no futuro é de 100%. Assim, estabelece-se K igual a 1.

As estimações das equações logísticas (3) e (5) foram realizadas pelo método iterativo em que, a partir de valores iniciais tentativos, o método dos mínimos quadrados ordinários é empregado até que não haja alterações substanciais nos parâmetros (Wooldridge, 2000). Os procedimentos econométricos foram realizados no software STATA 9.1.

3.2 AVALIAÇÃO DOS MODELOS

Para avaliar comparativamente as três estimações realizadas (equações 1, 3 e 5), foram calculadas as estatísticas de desvio absoluto (DA) e desvio quadrático (DQ) de cada uma, a partir das equações (6) e (7) abaixo:

$$(6) DA_{x,t} = |P_t - \hat{P}_{x,t}|$$

$$(7) DQ_{x,t} = (P_t - \hat{P}_{x,t})^2$$

em que P_t representa o percentual efetivo da tecnologia no tempo t e $\hat{P}_{x,t}$ é a estimativa calculada pelo método X , sendo X igual a 1 (*Linear*), 3 (*Fisher-Pry*) ou 5 (*Gompertz*). Note que a diferença $(P_t - \hat{P}_{x,t})$ é o resíduo da estimação por X . Assim, quanto menor forem as estatísticas DA e DQ , melhores são as estimações produzidas pelo método.

Para testar a hipótese de que o modelo *Fisher-Pry* (3) é mais adequado ao caso estudado do que o modelo *Linear* (1) e o *Gompertz* (5) foram realizados testes t de comparação das médias dos desvios aos pares. Assim, foram testadas as seguintes hipóteses nulas:

$$H_{01}: \overline{DA}_1 \leq \overline{DA}_3$$

$$H_{02}: \overline{DA}_5 \leq \overline{DA}_3$$

$$H_{03}: \overline{DQ}_1 \leq \overline{DQ}_3$$

$$H_{04}: \overline{DQ}_5 \leq \overline{DQ}_3$$

Rejeitar as hipóteses nulas significará dizer que o modelo *Fisher-Pry* não é inferior aos modelos alternativos.

3.3 DADOS UTILIZADOS

Os dados utilizados foram extraídos do sítio eletrônico da BM&FBovespa e são compostos por informações mensais do período transcorrido entre abril de 1999 e abril de 2009. Foram obtidos os percentuais do volume total da Bovespa (*i.e.*, nos mercados à vista, termo, futuro e opções) negociado pelo *Home Broker* (PERCVOLHB); além das participações percentuais do volume negociado por pessoas físicas, também sobre o mercado total (PERCVOLPF).

Tabela 1: Resumo das Séries Utilizadas

ANO	PERCVOLPF*	PERCVOLHB*	PFHOME**	PFTELE**
2.000	19,13%	0,71%	3,73%	96,27%
2.001	20,53%	1,14%	5,57%	94,43%
2.002	20,79%	1,71%	8,20%	91,80%
2.003	24,17%	2,79%	11,54%	88,46%
2.004	27,53%	4,46%	16,20%	83,80%
2.005	25,39%	5,47%	21,55%	78,45%
2.006	24,67%	6,77%	27,42%	72,58%
2.007	23,16%	8,44%	36,47%	63,53%
2.008	26,84%	12,87%	47,94%	52,06%
2.009#	32,81%	17,39%	53,00%	47,00%
Média	24,5%	6,2%	23,2%	76,8%
Desvio-padrão	4,0%	5,4%	17,6%	17,6%

Legendas: (#) até abril de 2009; PERCVOLPF: percentual do volume total da Bovespa relacionado às pessoas físicas; PERCVOLHB: percentual do volume total da Bovespa relacionado ao *Home Broker*; PFTELE: percentual do volume das pessoas físicas atendidas por telefone; e PFHOME: percentual do volume das pessoas físicas atendidas via home broke.

Fontes: (*) www.bovespa.com.br ; (**) calculado pelo autor

Assumindo que todos os negócios realizados através do *Home Broker* são de pessoas físicas e que estas negociam exclusivamente pelo *Home Broker* ou pelo telefone, é possível inferir os percentuais de penetração da nova tecnologia sobre esses clientes, criando a variável PFHOME, que foi construída a partir da divisão de PERCVOLHB por PERCVOL. A variável PFTELE, percentual de negócios de pessoas físicas realizados via telefone, foi obtida subtraindo PFHOME de 100%. A tabela 1 apresenta as médias anuais das quatro variáveis. No ano de 2009, por exemplo, 53% ($17,4\% \div 32,8\%$, com arredondamento) do volume negociado pelas pessoas físicas foram realizados via *Home Broker*, e 47% ($100\% - 53\%$) pelo meio telefônico.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

As equações (1), (3) e (5) foram estimadas pelos métodos descritos anteriormente, utilizando PFHOME como variável endógena. Os três modelos mostraram-se bastante aderentes aos dados, porém, geraram diferenças significativas nas projeções para 2012. Enquanto a projeção *Linear* indica que, em dezembro de 2012, o *Home Broker* deverá ser o meio de atendimento de 64,58% das pessoas físicas na Bovespa; a projeção por *Fisher-Pry* sugere um percentual de 83,75%; e a projeção *Gompertz* 72,82%.

Os resultados completos das estimações podem ser visualizados na tabela 2. Todos os coeficientes das três equações são estatisticamente diferentes de zero com níveis de significância inferiores a 1%. Além disso, todos os coeficientes de determinação (R^2) mostraram-se superiores a 90%.

Tabela 2: Resultados das Estimações (Linear, Fisher-Pry e Gompertz)

VARIÁVEL DEPENDENTE: HB	LINEAR		FISHER-PRY		GOMPERTZ	
	COEF.	ESTAT T	COEF.	ESTAT T	COEF.	ESTAT T
k	---	---	1	---	1	---
b	0,00428	30,34	0,03252	76,83	0,01692	53,02
z	-0,1816	-15,06	142,59	342,58	125,12	238,09
R^2	0,9176		0,9960		0,9916	
Estatística F	920		14862		7053	
Número de observações	121		121		121	

Fonte: estimações do autor

Vale notar que os coeficientes de determinação das três estimações são comparáveis, pelo fato da variável endógena ser a mesma nos três modelos e estes serem estimados com o mesmo número de observações. Considerando que o modelo *Linear* possui o menor, e o modelo *Fisher-Pry* possui o maior coeficiente de determinação, pode-se dizer que eles representam a pior e a melhor projeção, respectivamente.

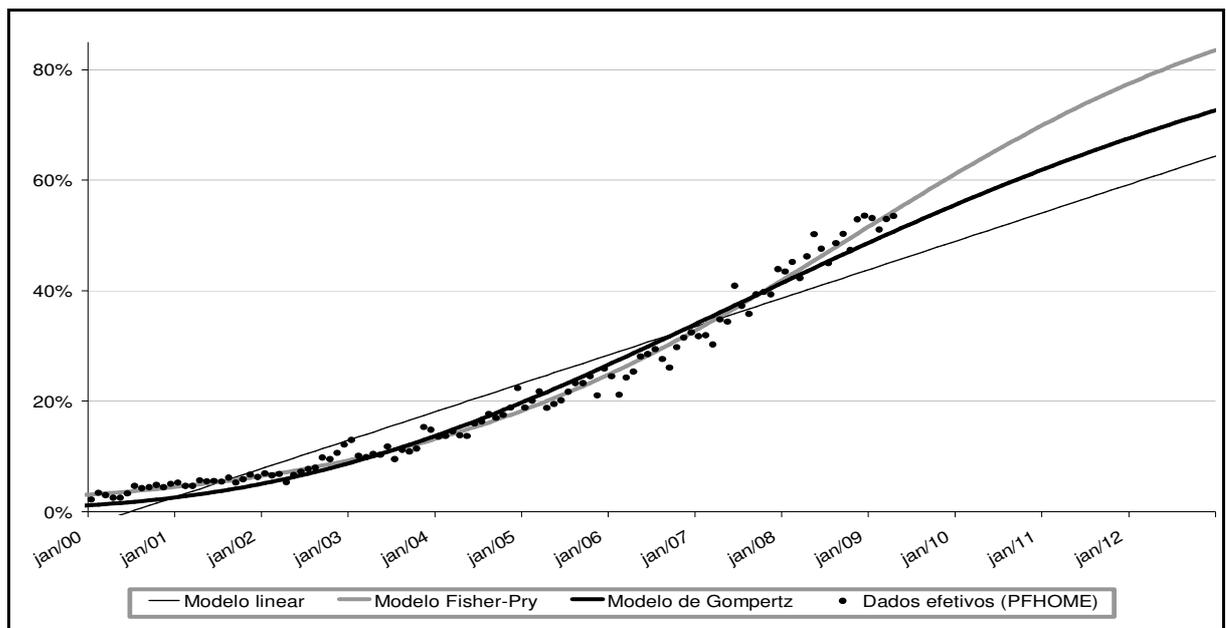


Gráfico 3: Projeções dos modelos Linear, Fisher-Pry e de Gompertz

Fonte: cálculo do autor

Pelo gráfico 3 é possível visualizar os valores previstos pelos modelos *Linear*, *Fisher-Pry* e de *Gompertz*. O exame visual anda em linha com a comparação dos três modelos realizada pelo coeficiente de determinação. Aparentemente, o modelo *Fisher-Pry* gerou a melhor projeção e o modelo *Linear* a pior. Em seguida, foram testadas as médias das estatísticas dos desvios absolutos e quadráticos (DA e DQ). Os resultados resumidos são apresentados na tabela 3. Pelos testes aplicados, todas as quatro hipóteses nulas são rejeitadas a um nível de significância inferior a 1%, corroborando a melhor adequação do modelo *Fisher-Pry* aos dados de penetração do *Home Broker* no mercado nacional. Os desvios absolutos sinalizaram resultados semelhantes aos encontrados até aqui. Os desvios quadráticos, por sua vez, apontam o modelo de *Gompertz* como sendo o pior.

Tabela 3: Testes de média dos desvios absolutos e desvios quadráticos

HIPÓTESE NULA	MÉDIA DOS DESVIOS ABSOLUTOS (\overline{DA}_x) OU QUADRÁTICOS (\overline{DQ}_x)		ESTATÍSTICA T DAS DIFERENÇAS DAS MÉDIAS (*)
H0 ₁ :	\overline{DA}_1 0,0387	\overline{DA}_3 0,0117	13,54
H0 ₂ :	\overline{DA}_5 0,0184	\overline{DA}_3 0,0117	6,73
H0 ₃ :	\overline{DQ}_1 0,0020	\overline{DQ}_3 0,0002	9,70
H0 ₄ :	\overline{DQ}_5 0,0052	\overline{DQ}_3 0,0002	6,04

(*) Todos os testes foram realizados com 121 observações, ou 120 graus de liberdade. As quatro hipóteses nulas testadas são rejeitadas a um nível de significância inferior a 1%

Fonte: estimações do autor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentou-se, neste trabalho, uma breve evolução das transações com ações pelo *Home Broker*, destacando a importância do surgimento dos negócios *online* no processo de expansão da participação das pessoas físicas no mercado de capitais. Para realizar a projeção de curto prazo da penetração da tecnologia *Home Broker* entre os clientes pessoas físicas, o método de extrapolação de tendências ganha destaque por ser facilmente implementado por meios computacionais.

Entre os principais modelos de extrapolação encontrados na literatura estão os modelos *Fisher-Pry* e *Gompertz*. Enquanto o primeiro é apropriado para casos em que a nova tecnologia oferece vantagens claras sobre a tecnologia antiga; o segundo está associado a estudos de mortalidade, tendo a dinâmica de penetração dependente apenas do percentual do mercado a ser conquistado.

Para o caso estudado neste trabalho, assumiu-se que o modelo *Fisher-Pry* é o de melhor adequação intuitiva. Além disso, pode ser dito que o modelo *Linear* é uma alternativa simplista em relação aos dois modelos. Como esperado, dada a dinâmica da tecnologia avaliada, a equação logística *Fisher-Pry* explica melhor a penetração do *Home Broker* como meio de atendimento das pessoas físicas no mercado nacional do que as projeções *Linear* e *Gompertz*. Tal resultado foi obtido tanto por exame visual, quanto pela comparação dos coeficientes de determinação dos modelos, e também pelos testes de média das estatísticas dos desvios absolutos e dos desvios quadráticos.

Ao projetar, por *Fisher-Pry*, a tendência da participação do *Home Broker* como meio de atendimento de pessoas físicas nas corretoras de ações brasileiras, encontrou-se que o referido canal crescerá, até o final de 2012, em média, 1% ao mês. Isso significa que, em dezembro de 2012, o *Home Broker* deverá dominar cerca de 84% do mercado de pessoas físicas. Considerando um volume diário da Bovespa de R\$5 bilhões e, caso as pessoas físicas atinjam o percentual de 35% do volume total em 2012, haveria um incremento de R\$430 milhões de negócios diários no *Home Broker*, em relação aos níveis de maio de 2009.

Vale ressaltar que, neste estudo, não foram considerados inúmeros fatores que influenciam a expansão do *Home Broker* – como o maior acesso de pessoas a microcomputadores e conexões de banda larga e a queda no preço dos serviços ofertados, o que sugere que a projeção realizada pode ser subestimada. Além disso, a disseminação de novas tecnologias, como o *Direct Market Access* (DMA) podem ampliar a taxa de crescimento do *Home Broker* prevista neste trabalho e, quem sabe, modificar a dinâmica competitiva das corretoras.

REFERÊNCIAS

- Coates, V., Farooque, M., Klavans, R., Lapid, K., Linstone, H., Pistorius, C. & Porter, A. (2001). *On the Future of Technological Forecasting. Technological Forecasting and Social Change*. 67 (1), 1-17.

- Dasgupta, S. (1998). Electronic Contracting in Online Stock Trading. *Electronic Markets*, 8 (3), 20-22.
- Gaudillat, V. C.; Quélin, B. V. (2006). Innovation, New Market and Governance Choices of Entry: The Internet Brokerage Market Case. *Industry and Innovation*. 13 (2), 173-187.
- Gausemeier, J.; A. Fink; O. Schlake. (1998) Scenario Management: An approach to develop future potentials. *Technological Forecasting and Social Changes*. 59 (1), 111-130. In: V. Coates, M. Farooque, R. Klavans, K. Lapid, H. Linstone, C. Pistorius & A. Porter (2001). On the Future of Technological Forecasting. *Technological Forecasting and Social Change*, 67 (1), 1-17.
- Johnson, B.B.; Marcovitch, J. (1994). Uses and Applications of Technology Futures in National Development: The Brazilian Experience. *Technological Forecasting and Social Change*, 45 (1), 1-30.
- Li, Y.M.; J, Lee e B.J. Cude. (2002). Intention to Adopt Online Trading: Identifying the Future Online Traders. *Financial Counseling and Planning*, 13 (2), 49-66.
- Porter, A. (1991). *Forecasting and Management of Technology*. New York: Wiley Interscience.
- Souza, M.C.; Cova, C.J.G. (2009). Os impactos da introdução do *Home Broker* no mercado de valores mobiliários brasileiro. *V Congresso Nacional de Excelência em Gestão*. Rio de Janeiro, 2009.
- Trappey, C.V.; Wu, H.Y. (2008). An evaluation of the extended logistic, simple logistic, and *Gompertz* Models for Forecasting Short Lifecycle Products and Services. *Advanced Engineering Informatics*, 22 (4), 421-430.
- Wooldridge, J.M. (2000). *Introductory econometric: a modern approach*. Cambridge, MA: MIT Press.

ANEXO I - MODELO FISHER-PRY

Seja P o número de usuários de uma determinada tecnologia e t uma variável (independente) temporal. A equação (I) abaixo, chamada de *Logística*, estabelece a taxa de crescimento do número de usuários, *i.e.*, dP/dt :

$$(I) \frac{dP}{dt} = z.P \left(1 - \frac{P}{K} \right)$$

em que K é o limite máximo de usuários suportado pela nova tecnologia e z é chamada de constante de proporcionalidade. Caso o número de usuários

seja pequeno em relação à capacidade de suporte, $P/K \rightarrow 0$, tem-se

$$\frac{dP}{dt} \approx z.P.$$

Agora, caso o número de usuários se aproxime da capacidade de suporte, $P/K \rightarrow 1$, tem-se

$$\frac{dP}{dt} \rightarrow 0$$

Assim, tem-se uma curva com taxas de crescimento elevadas no início da difusão, reduzindo com a aproximação ao limite de suporte do mercado. Para resolver a equação (I), faz-se

$$\int \frac{1}{P(1 - P/K)} dP = \int z.dt.$$

Como

$$\frac{1}{P(1 - P/K)} = \frac{1}{P} + \frac{1}{K - P},$$

tem-se

$$\int \left(\frac{1}{P} + \frac{1}{K - P} \right) dP = \int z.dt.$$

Resolvendo a integração, tem-se

$$P = \frac{K}{1 + Ae^{-zt}}, \text{ sendo } A = \frac{K - P_0}{P_0},$$

ou, alternativamente,

$$P = \frac{K}{1 + e^{(-b-zt)}},$$

em que b é uma constante surgida no processo de integração.

ANEXO II - MODELO DE GOMPERTZ

Seja P o número de usuários de uma determinada tecnologia e t uma variável (independente) temporal. A equação (II) abaixo estabelece a taxa de crescimento do número de usuários, *i.e.*, dP/dt :

$$(II) \quad \frac{dP}{dt} = z.P.\ln\left(\frac{K}{P}\right)$$

em que novamente K é o limite máximo de usuários suportado pela nova tecnologia e z é chamada de constante de proporcionalidade. Para resolver a equação (II), faz-se

$$\int \frac{1}{P.\ln(K/P)} dP = \int z dt .$$

Resolvendo a integração acima, tem-se

$$\ln[\ln(K/P)] \Big|_0^t = zt + f ,$$

Simplificando a expressão, tem-se

$$P = K.e^{-e^{-z(t-b)}} ,$$

em que b é uma constante surgida no processo de integração.