

---

# *Caminho aleatório: revisão, síntese e novos resultados nos mercados de capitais da América Latina*

---

*Paulo Sergio Ceretta  
Newton C.A. da Costa Júnior*

Uma das grandes áreas de pesquisa — tanto acadêmica quanto não-acadêmica, representada pelos grandes investidores e instituições financeiras — da Moderna Teoria de Finanças está ligada à análise da eficiência no processo de formação de preços no mercado de ações (preço justo). Na revisão de literatura realizada por Fama (1970; 1991), a maioria dos estudos foi incapaz de rejeitar a hipótese de que as variações nos preços seguem um caminho aleatório. De certa forma, esse fato vem corroborar a hipótese de mercado eficiente.

Essa hipótese estipula que os mercados estão cada vez mais abertos a qualquer tipo de público e que os preços devem refletir a maior disponibilidade de informação, sendo, portanto, estimados com maior precisão. Em outras palavras, facilitando o acesso de investidores domésticos e internacionais, abrir-se-ia caminho a maior volume de informações, as quais corroborariam para que o preço atual no mercado fosse justo.

Os seis países da América Latina incluídos neste estudo são Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, México e Venezuela, os maiores e mais estáveis mercados nas Américas do Sul e Central. A capitalização do mercado brasileiro, o maior na América Latina, no final de 1998, foi de US\$ 160,89 bilhões, com mais de 500 empresas listadas em Bolsa que apresentavam valor médio de US\$ 305,30 milhões. Já a Venezuela, o menor mercado, mostrava, em 1998, capitalização de US\$ 7,59 bilhões com apenas 94 empresas listadas em Bolsa apresentando valor médio de US\$ 80,70 milhões.

No período de 1990 a 1998, com referência à capitalização de mercado, ocorreu, para Argentina, Brasil e Colômbia, crescimento superior ao dobro do crescimento do mercado norte-americano. Com relação ao volume de negociação, a Argentina e o Brasil ocupam posição de destaque: o mercado argentino cresceu aproximadamente quatro vezes mais do que o mercado norte-americano, e o mercado brasileiro cerca de seis vezes mais.

Neste trabalho, é aplicado um conjunto de testes paramétricos e não-paramétricos sobre os índices representativos do mercado de ações de

Recebido em 23/agosto/2001  
Aprovado em 18/outubro/2001

---

*Paulo Sergio Ceretta*, Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina, é Professor de Finanças do Curso de Administração da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.  
E-mail: ceretta@smail.ufsm.br

*Newton C. A. da Costa Júnior*, Doutor em Administração pela Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, e Pós-Doutor pela *Columbia Business School*, Estados Unidos, é Professor de Finanças do Departamento de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil.  
E-mail: newton@eps.com.br

seis países da América Latina e sobre uma amostra-controlada, o mercado norte-americano. A idéia básica do estudo é evidenciar o comportamento característico desses mercados em relação à Hipótese do Caminho Aleatório.

Os testes paramétricos são: Autocorrelação de Primeira Ordem, Autocorrelação Serial, Quociente de Variância e Quociente de Variâncias Múltiplas. Os testes não-paramétricos são: Corrida de Sinais, Autocorrelação por Postos, Quociente de Variância com Base nos Postos e Quociente de Variância com Base nos Sinais das Variações dos Índices de Preço. A metodologia desses testes é detalhada em Ceretta (2001). Cabe salientar que é dada ênfase maior aos testes de quociente de variância, tanto no enfoque paramétrico de Lo & MacKinlay (1988) e Chow & Denning (1993) quanto no não-paramétrico de Wright (2000), pois são considerados mais apropriados em casos de dados com heteroscedasticidade.

## OBJETIVOS E DADOS

À luz das evidências de previsibilidade nas variações dos preços das ações em mercados mais desenvolvidos e estimulado pela divergência de resultados recentes relativos ao mercado latino-americano, o objetivo primordial no presente trabalho é contribuir para o debate e procurar obter um consenso sobre o comportamento das variações dos preços das ações em seis países da América Latina, ao longo do período de janeiro de 1990 até dezembro de 1999, com relação à Hipótese do Caminho Aleatório. Especificamente, deseja-se verificar, para os mercados de ações de Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, México e Venezuela, se:

- os processos de formação dos preços estão de acordo com a Hipótese do Caminho Aleatório;
- os comportamentos dos índices de preços dos mercados de ações dos países da América Latina são semelhantes entre si em relação à previsibilidade de suas variações;
- há diferenciação nos resultados, no que tange à Hipótese do Caminho Aleatório, em períodos menores e mais recentes de tempo (1990-1994 e 1995-1999) em relação a um período mais longo (1990-1999);
- há distorções nos resultados obtidos por meio de testes paramétricos e de testes não-paramétricos.

Os dados para a amostra desta pesquisa foram coletados no banco de dados *International Finance Corporation* (IFC). Como salientam Costa Jr. & Ceretta (2001), o IFC fornece índices com valores ponderados da participação de títulos em cada país que representa aproximadamente 60% da capitalização do mercado local. O início das séries de preços foi arbitrado para janeiro de 1990, de maneira a trabalhar-se com um período em que, de forma geral, os países da amostra tinham iniciado o processo de liberalização (abertura do mercado de ações a investimentos externos).

Optou-se por trabalhar com dados semanais para amenizar o possível enviesamento nos preços associado à não-sincronicidade de negociações inerente a dados diários. A baixa frequência de negociação com as ações pode causar problemas na estruturação de índices que procuram representar o mercado acionário. Working (1960) e Fisher (1966) já tinham constatado esse problema. Segundo esses autores, a não-sincronicidade nas negociações das ações induz à autocorrelação positiva no índice, mesmo que as ações que o compõem não apresentem autocorrelação individualmente.

Os retornos semanais são medidos a partir do final de quarta-feira (t-1) até o final da quarta-feira corrente (t). Como o horizonte a ser estudado é de longo prazo, será utilizada a taxa de retorno composto continuamente, que é definida em termos do logaritmo da razão de preços ajustados aos dividendos [ $r_t = \ln[(p_t + dt) / p_{t-1}]$ ] ou, de forma equivalente, como sendo a diferença do logaritmo dos preços [ $r_t = \ln(p_t + dt) - \ln(p_{t-1})$ ]. Se na quarta-feira não houve negociação, é usada a quinta-feira ou a terça-feira; se não houve negociação em nenhum desses dias, considera-se como retorno faltoso.

## REVISÃO HISTÓRICA

O Modelo de Caminho Aleatório foi desenvolvido pelo matemático Bachelier (1900) quando elaborou sua tese de doutorado. Embora ela não tenha sido muito notada quando de sua publicação, o suporte matemático que acompanhava a teoria do processo aleatório acabou por anteceder em cinco anos um famoso trabalho de Einstein (1905) sobre o movimento aleatório originário da colisão de moléculas de gás. O trabalho de Einstein consistiu na descoberta da equação que descreve o fenômeno do movimento molecular aleatório, também conhecido como movimento browniano ou processo de Wiener, que é exatamente a equação desenvolvida por Bachelier para descrever o comportamento dos preços dos ativos financeiros.

O movimento browniano foi descrito pela primeira vez pelo botânico Brown (1827), ao observar que o pólen de diversas plantas se dispersava na água sob a forma de grande número de partículas em direções não-tendenciosas, porém com características específicas das ciências físicas. O primeiro tratamento matemático rigoroso do movimento browniano foi, então, atribuído (por desconhecimento sobre o estudo de Bachelier) aos trabalhos posteriores de Einstein (1905) e Wiener (1923).

Com o trabalho de Bachelier ainda caído no esquecimento, o estatístico Maurice Kendall acabou por ganhar os créditos de chamar a atenção dos economistas para o Modelo de Caminho Aleatório. Kendall (1953) analisou o comportamento das variações dos preços de índices de ações e de mercadorias na Bolsa de Valores de Londres, quando concluiu serem aquelas variações completamente aleatórias.

rias, ou seja, não havia informação alguma nos retornos históricos dos preços que ajudasse a prever o seu comportamento futuro ou a identificar regularidades ou sazonalidades. Portanto, os preços seguiam um caminho aleatório.

Samuelson (1965) procurou sintetizar uma idéia sobre o comportamento das flutuações dos preços em seu artigo *Proof that properly anticipated prices fluctuate randomly*. Sua idéia é a de que, em um mercado informacionalmente eficiente, os preços mudam, mas são imprevisíveis, e isso só é válido desde que eles incorporem as expectativas e informações de todos os participantes do mercado. Em outras palavras, se não existirem barreiras à informação nem custos de transação, a variação de preços para o próximo período será reflexo da informação para esse período e, sendo essa informação imprevisível, as variações nos preços também seguirão o mesmo caminho.

Após a teoria da Hipótese de Mercado Eficiente ter sido introduzida por Samuelson, em 1965, dois outros autores contribuíram muito para o seu desenvolvimento. Mais precisamente, são os estudos de Roberts (1967) e Fama (1970) que despenderam esforços na distinção entre três formas de eficiência. Segundo os conceitos desses autores, a eficiência de mercado pode ser classificada como: eficiência na forma fraca; eficiência na forma semi-forte e eficiência na forma forte. A classificação proposta pelos autores está diretamente associada a diferentes tipos de informação, ou seja, à eficiência informacional.

O mercado é eficiente na forma fraca se os preços das ações já refletem todas as informações que podem estar contidas nas suas séries históricas. Portanto, sob essa hipótese, o estudo do comportamento histórico das taxas de retorno das ações em nada poderá contribuir para a definição de estratégias de negociação que possam garantir retornos anormais. A eficiência na forma semiforte presume que toda informação pública, disponível para avaliação, esteja incorporada nos preços. Esse conceito engloba, além das séries históricas dos preços, as demonstrações financeiras, planos operacionais e mercadológicos publicamente disponíveis para avaliação. A eficiência na forma forte estende-se muito além de um simples Modelo de Caminho Aleatório. Presume-se que os preços das ações reflitam tanto informações disponíveis quanto informações privilegiadas, não disponíveis a todos os investidores (*inside information*). A forma forte de eficiência é um caso extremo em que a posse de informação privilegiada não seria útil para a definição de estratégias de negociação que possam garantir retornos anormais, pois tais informações já estariam refletidas nos preços dos títulos.

No período de 1900 a 1970, a maioria dos estudos deu suporte à hipótese de que o processo de formação dos preços das ações segue um caminho aleatório. No entanto, sua validade voltou a ser discutida a partir da publicação de inúmeros estudos que procuravam identificar anomalias temporais nas variações dos preços. Mesmo sendo significativas

do ponto de vista estatístico, as anomalias temporais não conseguiram abalar a solidez dos estudos iniciais sobre caminho aleatório e eficiência de mercado. A principal alegação é a de que elas não apresentam evidências de persistirem após terem sido descobertas. Esse é o caso do estudo de Costa Jr. (1990), que investigou o mercado brasileiro e identificou que as variações médias nos dias próximos ao início da semana são inferiores às variações dos dias próximos ao final da semana. Contudo, em estudo posterior, Ceretta & Costa Jr. (1999) não mais constataram essa diferença.

A hipótese de que as variações dos preços seguem um caminho aleatório é novamente questionada e sofre forte abalo com a publicação de três artigos clássicos em Finanças dos autores Lo & MacKinlay (1988), Fama & French (1988) e Poterba & Summers (1988). Lo & MacKinlay (1988) utilizaram dados semanais do mercado norte-americano e acharam evidências de autocorrelação positiva nos retornos, particularmente em *portfolios* formados com ações de pequenas empresas. Fama & French (1988), usando retornos mensais, evidenciaram a existência de autocorrelação serial negativa em períodos longos no mercado norte-americano. Eles afirmam que de 25% a 40% das variações dos retornos de longo prazo podem ser previsíveis a partir de retornos passados. Poterba & Summers (1988), por sua vez, utilizaram o teste de quociente de variância para os mercados de ações desenvolvidos e obtiveram indícios de que eles exibem autocorrelação positiva no curto prazo e autocorrelação negativa no longo prazo, tanto no mercado norte-americano quanto em outros mercados desenvolvidos.

## COMPORTAMENTO DOS PREÇOS NOS MERCADOS DA AMÉRICA LATINA

Segundo Harvey (1995), os mercados emergentes, dentre os quais estão os da América Latina, exibem elevado retorno esperado e alta volatilidade. Sua baixa correlação com os mercados de títulos de países desenvolvidos possibilita significativa redução de risco para os investidores globais. Contudo, o autor alerta que modelos de precificação de ativos em nível global tendem a falhar na explicação das taxas de retorno médio nos mercados emergentes. Nesse mesmo trabalho, Harvey também documentou que, em geral, os retornos de títulos nos mercados emergentes apresentam previsibilidade superior aos dos mercados de países desenvolvidos e que essa previsibilidade está associada mais a grande número de variáveis locais do que a variáveis globais.

Urrutia (1995) empregou a metodologia do teste de quociente de variância simples para examinar os índices dos mercados de ações de Argentina, Brasil, Chile e México. Foram utilizadas informações sobre os índices de preços em base mensal, abrangendo o período de dezembro de 1975 até março de 1991. A Hipótese do Caminho

Aleatório foi rejeitada para três dos mercados analisados (Brasil, Chile e México) e aceita para o mercado de ações da Argentina. Por outro lado, aplicando o teste de corrida de sinais, o autor obteve evidência de que esses mercados são eficientes na forma fraca.

Grieb & Reyes (1999) examinaram a presença da Hipótese do Caminho Aleatório nos mercados de ações do Brasil e do México, no período de dezembro de 1988 até junho de 1995. Os autores estendem o estudo de Urrutia (1995) por aplicar o teste de quociente de variância simples nos preços de ações de firmas individuais e, também, em dois diferentes tipos de índices representativos de cada mercado: *investable index*, índice composto por ações sem barreiras ao investimento estrangeiro; *comprehensive index*, índice que contém ações com restrição ao investimento estrangeiro. Os resultados obtidos levam à forte rejeição da Hipótese do Caminho Aleatório para o México e, de maneira mais branda, para o Brasil. Isso implica aversão para a média nos dois mercados.

Ojah & Karemera (1999) aplicaram os testes de quociente de variância simples e quociente de variâncias múltiplas (Chow & Denning, 1993) e o teste *Auto-regressive Fractionally Integrated Moving-Average* (GPH) para investigar a Hipótese do Caminho Aleatório nos mercados de Argentina, Brasil, Chile e México. Foram empregados dados de índices mensais dos quatro mercados latinos obtidos no banco de dados *Morgan Staley World Index* (MSWI), abrangendo o período de dezembro de 1987 até abril de 1997. Nesse estudo ficou evidenciado que pode ocorrer erro de inferência na interpretação dos resultados dos testes de quociente de variância simples e múltipla. A conclusão do estudo de Ojah & Karemera foi de que tanto o teste de quociente de variâncias múltiplas quanto o de *Auto-regressive Fractionally Integrated Moving-Average* não rejeitam a Hipótese do Caminho Aleatório para os mercados de Argentina, Brasil, Chile e México. Esses autores também aplicaram o teste não-paramétrico de corrida de sinais e a conclusão foi que somente o Chile não é eficiente na forma fraca.

Kawakatsu & Morey (1999) examinaram se os preços dos títulos em mercados emergentes têm-se tornado mais eficientes após a liberalização financeira. Para esse fim, utilizaram dois conjuntos de dados relativos ao início do processo de liberalização e grande conjunto de testes econométricos sobre o excesso de retorno mensal do mercado de ações de nove países. A principal conclusão dos autores foi que o processo de abertura do mercado não ocasionou melhoria na eficiência, pois a maioria dos testes aplicados indicou que esses mercados já eram eficientes antes do período de liberalização. Especialmente em relação à América Latina, pela aplicação do teste de quociente de variâncias múltiplas, somente o Chile rejeita fortemente a Hipótese do Caminho Aleatório. Colômbia e Venezuela rejeitam-na de forma mais branda nos dois períodos analisados.

Kim & Singal (2000) investigaram o impacto da liberalização dos mercados emergentes (abertura dos mercados de ações ao investimento estrangeiro) sobre o retorno das ações, volatilidade e eficiência de mercado. Os dados utilizados — obtidos no banco de dados do IFC e abrangendo o período de janeiro de 1976 até setembro de 1996 — são relativos ao excesso de retorno mensal em dólar. Os autores concluíram que, após a abertura do mercado, ocorreu significativo aumento nos retornos das ações sem estar atrelado ao aumento da volatilidade. Segundo os autores, esse fato se deve à elevação da procura por títulos e à maior facilidade de acesso ao capital estrangeiro de baixo custo pelas empresas locais. Quanto à Hipótese do Caminho Aleatório, especificamente na América Latina, somente a Argentina não a rejeita antes da abertura do mercado; já o Chile, a Colômbia e a Venezuela rejeitam-na. O teste aplicado foi o de quociente de variância simples.

Ceretta & Costa Jr. (2001) investigaram o comportamento risco-retorno e a possibilidade de ocorrência de sazonalidades no retorno médio e na volatilidade condicionada nos índices diários representativos dos mercados de ações de cinco países da América Latina. A investigação envolveu a aplicação do modelo GJR-GARCH (p, q)-M com variáveis *dummy*, o que permitiu testar o relacionamento risco-retorno, a assimetria na volatilidade e a sazonalidade diária nas variações de preço. Os resultados do estudo indicam forte presença de autocorrelação positiva nos retornos para os mercados de Argentina, Brasil, Chile, México e Venezuela. Também foi evidenciada sazonalidade diária nos retornos dos mercados de México, Peru e Venezuela; porém, não foram encontrados indícios de que houvesse diferenciação significativa na volatilidade condicionada entre os dias da semana e segunda-feira.

## EFICIÊNCIA DE MERCADO

Numa visão ampla, a Hipótese de Mercado de Capitais Eficiente é uma teoria de equilíbrio aplicado ao mercado de ações. Nesse sentido, uma vantagem comparativa para um investidor só é possível pela posse de diferentes informações que não estejam completamente refletidas nos preços dos ativos. O paradoxo é que, num mercado em equilíbrio, povoado por investidores racionais, as informações estão disponíveis publicamente e, por essa razão, não podem dar a seu possuidor vantagem na construção de estratégias de negociação, já que o preço corrente é um preço justo em virtude do conjunto de informações disponíveis.

## MARTINGALE

O economista pioneiro a relacionar o Modelo *Martingale* à Hipótese de Mercado de Capitais Eficiente foi Samuelson (1965). Esse modelo define que o preço esperado para

amanhã é o mesmo preço de hoje. Matematicamente, um processo estocástico  $p_t$  segue um modelo *martingale* se:  $E_t(p_{t+1} \mid Y_t) = p_t$ , onde  $Y_t$  é uma série de dados históricos de  $p_t$  ( $t=1, \dots, T$ ) que estão incluídos em  $p_t$ . Logo, a melhor previsão de  $p_{t+1}$  que pode ser construída, tendo por base o conjunto de dados  $Y_t$ , é justamente  $p_t$ .

Como salientam Campbell, Lo & MacKinlay (1997), a expressão **melhor previsão** significa Mínimo Erro Quadrado Médio. Como descrito em LeRoy (1989) e Campbell, Lo & MacKinlay (1997), o Modelo *Martingale* implica que sua diferença (*Martingales Difference Sequence* — MDS) seja um jogo justo (*fair game*), um jogo em que nada há a favor nem contra o apostador. Isso pode ser simbolizado por  $E_t[(p_{t+1} - p_t) \mid Y_t] = 0$ . Nessa equação, os incrementos no valor (variação do preço ajustada a dividendos) são imprevisíveis se condicionados à seqüência de dados  $Y_t$ , e o valor esperado de aumento da riqueza é zero. Estando a seqüência de dados completamente refletida nos preços, conseqüentemente não terá valor para prever a variação em  $t+1$ .

Largamente considerado como condição necessária para a Hipótese de Mercados Eficientes, o Modelo *Martingale* não contabiliza o risco. Especificamente, se a mudança no preço esperado de um ativo é positiva, pode ser que essa seja a recompensa necessária para induzir o investidor a adquirir ativos arriscados. Isso, segundo Lucas (1978) e LeRoy (1989), possibilita afirmar que o Modelo *Martingale* não é uma condição necessária nem suficiente para determinar racionalmente o preço dos ativos. O Modelo *Martingale* pode ser escrito equivalentemente como  $p_{t+1} = p_t + e_t$ , onde  $e_t$  é uma seqüência de diferenças *martingale*. Escrito dessa forma, esse modelo é similar ao Modelo do Caminho Aleatório.

## MODELO DO CAMINHO ALEATÓRIO

Em um processo de caminho aleatório simples, é como se cada variação sucessiva na série  $p_t$  fosse tirada de forma independente de uma distribuição de probabilidade com média zero e variância  $s^2$ . Assim,  $p_t$  é determinado por:

$$p_t = p_{t-1} + \varepsilon_t \Rightarrow p_t - p_{t-1} = \varepsilon_t \Rightarrow \Delta p_t = \varepsilon_t$$

Nessas equações, o valor de  $p$  no período  $t$  é igual ao seu valor no período  $t-1$ , mais um choque aleatório  $e_t$  que apresente média zero e ausência de correlação, ou seja,  $E(e_t) = 0$  e  $E(e_t e_k) = 0$  para  $t \neq k$ . A previsão para um período adiante, numa série que esteja de acordo com o processo de caminho aleatório simples, é representada por:

$$\hat{p}_{t+1} = E(p_t + \varepsilon_{t+1}) \Rightarrow \hat{p}_{t+1} = p_t$$

Para dois períodos à frente, a previsão para o valor de  $p_{t+2}$  é:

$$\hat{p}_{t+2} = E(p_{t+1} + \varepsilon_{t+2}) \Rightarrow \hat{p}_{t+2} = E[(p_t + \varepsilon_{t+1}) + (\varepsilon_{t+2})] \Rightarrow p_{t+2} = p_t$$

A previsão para  $n$  períodos à frente também segue o mesmo princípio e é dada por  $p_t$ . Embora a previsão para  $p_{t+n}$  seja a mesma, independente do valor de  $n$ , a variância do erro deverá crescer com o aumento do valor de  $n$ . Para um período à frente, o erro é dado por:

$$e_1 = p_{t+1} - \hat{p}_{t+1} \Rightarrow e_1 = p_t + \varepsilon_{t+1} - p_t \Rightarrow e_1 = \varepsilon_{t+1}$$

A variância do erro é dada por  $E(\varepsilon_{t+1}^2) = \sigma_\varepsilon^2$ . Para dois períodos à frente, o erro será resultante do acúmulo dos erros anteriores e é dado por:

$$e_2 = p_{t+2} - \hat{p}_{t+2} \Rightarrow e_2 = p_t + \varepsilon_{t+1} + \varepsilon_{t+2} - p_t \Rightarrow e_2 = \varepsilon_{t+1} + \varepsilon_{t+2}$$

Seguindo o mesmo princípio, a variância do erro passa a ser:

$$E[(\varepsilon_{t+1} + \varepsilon_{t+2})^2] \Rightarrow E(\varepsilon_{t+1}^2) + E(\varepsilon_{t+2}^2) + 2(\varepsilon_{t+1} \varepsilon_{t+2})$$

Sendo  $e_{t+1}$  e  $e_{t+2}$  não-correlacionados, o terceiro termo da equação será zero e a variância do erro resultará em  $2\sigma_\varepsilon^2$ . Assim, a variância do erro para  $n$  períodos à frente é dada por  $n\sigma_\varepsilon^2$ .

Segundo Campbell, Lo & MacKinlay (1997), o Modelo de Caminho Aleatório pode ser classificado em três versões: caminho aleatório com incrementos independentes e identicamente distribuídos, com média zero e variância  $s^2$ ; caminho aleatório com incrementos independentes, mas não identicamente distribuídos; e caminho aleatório com incrementos não-correlacionados, relaxando a independência da versão anterior. Essa última é a versão mais geral e mais testada empiricamente. Um exemplo é uma série que apresente  $Cov(e_t, e_{t-k}) = 0$  para todo  $k \neq 0$ , mas  $Cov(e_t^2, e_{t-k}^2) \neq 0$  para algum  $k \neq 0$ . Os incrementos são não-correlacionados, mas não são independentes, visto que o quadrado dos incrementos são correlacionados.

Por fim, pode-se afirmar que a Hipótese de Mercado Eficiente é mais ampla do que o modelo estatístico do Caminho Aleatório. O segundo exige que as sucessivas mudanças nas variações dos preços não apresentem correlação, ao passo que a primeira exige que os preços dos títulos reflitam completamente toda a informação relevante, impossibilitando a formação de estratégias de negociação (com base em informações históricas) que assegurem ganhos anormais. Uma extensa discussão a respeito do Modelo de Caminho Aleatório e da Hipótese de Mercado Eficiente é apresentada nos estudos de Roberts (1967), Fama (1970) e LeRoy (1989).

## RESULTADOS OBTIDOS — TESTES PARAMÉTRICOS E NÃO-PARAMÉTRICOS

Procurando enfatizar de forma clara os resultados obtidos pela aplicação dos diversos testes sobre os índices representativos dos mercados de ações, um resumo é apresentado no quadro da página seguinte. Na primeira parte

### Resumo dos Testes sobre a Hipótese do Caminho Aleatório em Seis Países da América Latina e nos Estados Unidos da América

Mercados	Testes Paramétricos											Testes Não-Paramétricos													
	Autocorrelação de Primeira Ordem			Autocorrelação Serial			Quociente de Variância Simples			Quociente de Variância Múltipla			Corridas de Sinais			Autocorrelação por Postos			Quociente de Variância por Postos			Quociente de Variância por Sinais			
	Pc	1ºSub	2ºSub	Pc	1ºSub	2ºSub	Pc	1ºSub	2ºSub	Pc	1ºSub	2ºSub	Pc	1ºSub	2ºSub	Pc	1ºSub	2ºSub	Pc	1ºSub	2ºSub	Pc	1ºSub	2ºSub	
<b>Valores em Dólares</b>																									
Argentina	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
Brasil	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
Colômbia	N	S	N	N	N	S	N	N	N	N	N	N	N	N	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
Chile	N	N	N	N	S	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
México	N	N	N	N	S	N	N	S	N	N	S	N/S	N	N	S	N	N	N	N	N	N	N/S	N	N	S
Venezuela	S	S	S	S	S	S	N	N	S	N	S	N	N	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
Estados Unidos	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S	S	N	N	S	N	N	S	S	N	S	N	S	N	
<b>Valores em Moeda Local</b>																									
Argentina	N	N	S	N	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	N	S	S	S	S	S	S	S	
Brasil	N	N	S	N	S	S	N	N	S	N	N	S	S	S	S	N	N	S	N	N	S	N	N	S	
Colômbia	N	N	N	N	N	S	N	N	N	N	N	N	N	N	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
Chile	N	N	N	S	S	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
México	N	N	N	S	S	S	N	N	N	N	N	S	S	S	S	N	N	S	N	N	N	N	N	S	
Venezuela	N	N	N	S	S	S	N	N	S	N	N	N	N	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
Estados Unidos	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S	S	N	N	S	N	N	S	S	N	S	N	S	N	

**Notas:**

- **Pc** representa o período completo de observações (1990-1999); **1º Sub**, o primeiro subperíodo (1990-1994); **2º Sub**, o segundo subperíodo (1995-1999).
- **S** significa que a Hipótese de Caminho Aleatório é aceita; **N** significa que a Hipótese de Caminho Aleatório é rejeitada; e **N/S** significa que, desconsiderando as observações relacionadas com a crise do México, a hipótese é aceita e, caso contrário, é rejeitada.
- Os dados para os países da América Latina e os Estados Unidos foram obtidos no banco de dados IFC.

do quadro (superior) são agrupados os resultados dos testes aplicados sobre os índices tomados em dólares; na segunda parte (inferior) estão os resultados dos testes aplicados sobre os índices tomados em moeda local.

No enfoque paramétrico, para valores em dólares, observa-se que para os mercados da Argentina e do Brasil não há evidência alguma de previsibilidade nas variações de preços, o que possibilita afirmar que os processos de formação de preços estão de acordo com o Modelo de Caminho Aleatório. No outro extremo ficam os mercados de Colômbia e Chile que, exceto para o teste de autocorrelação serial, apresentam indícios de previsibilidade uniforme.

Alternando resultados significativos e não-significativos, encontram-se os mercados do México e da Venezuela, para os quais não se pode fazer uma afirmação precisa sobre o comportamento aleatório. Com relação ao mercado norte-americano, confirmam-se os indícios sugeridos por Campbell, Lo & MacKinlay (1997) de que, com o passar do tempo, o mercado está ficando mais competitivo e, com isso, reduz-se a possibilidade de previsibilidade.

No enfoque não-paramétrico, para valores em dólares, os resultados mostram-se muito semelhantes aos obtidos pelos testes paramétricos. Observa-se, também, para os mercados de Argentina e Brasil, que o comportamento do processo de formação de preço no mercado de ações está de acordo com o Modelo de Caminho Aleatório. Colômbia e Chile apresentam desvio desse modelo, independentemente do teste a ser utilizado.

Diferença significativa ocorre nos casos de México e Venezuela. Sob o enfoque não-paramétrico, existe uma uniformidade nos resultados, afastando o processo de formação de preço desses mercados do Modelo de Caminho Aleatório, pois todos os testes rejeitam a aleatoriedade nas suas variações de preço. Para o mercado norte-americano é difícil efetuar afirmações conclusivas devido à alternância dos resultados conforme o teste utilizado.

Para os índices tomados em moeda local, observa-se no enfoque paramétrico que os mercados de Argentina e Brasil continuam destacando-se entre os demais; porém, agora, a diferença básica reside no fato de que o processo de

formação de preço é claramente coerente com o Modelo de Caminho Aleatório somente no segundo subperíodo (1995-1999), tido como de relativa estabilidade inflacionária. No subperíodo anterior (1990-1994), sujeito a maiores variações inflacionárias, a Hipótese do Caminho Aleatório é rejeitada para os mercados de Brasil, Chile, Colômbia, México e Venezuela, exceto pelo teste de autocorrelação serial abrangendo um período de quatro semanas.

Observando os resultados dos testes não-paramétricos aplicados sobre os índices tomados em moeda local, constata-se que não há grandes alterações em relação aos testes paramétricos, visto que, para os mercados de Argentina e Brasil, no segundo subperíodo, eles se encontram de acordo com o Modelo de Caminho Aleatório. O mesmo não se pode afirmar em relação ao primeiro subperíodo. Para os mercados de Chile, Colômbia e Venezuela, há consenso entre todos os testes, exceto no de corrida de sinais para a Colômbia e a Venezuela, sobre a rejeição da aleatoriedade nas variações de preço. Esses resultados são, de certa forma, condizentes com os dos testes paramétricos.

### ALGUMAS POSSÍVEIS EXPLICAÇÕES PARA UM NON-RANDOM WALK

Os resultados obtidos no estudo pelos testes, principalmente o quociente de variância, tanto no enfoque paramétrico como no não-paramétrico, sugerem que os mercados de ações da Colômbia e do Chile rejeitam fortemente a Hipótese do Caminho Aleatório, e os do México e da Venezuela rejeitam-na brandamente. À parte, não há evidências contrárias a esse modelo nos mercados da Argentina e do Brasil.

É importante frisar que a rejeição da Hipótese do Caminho Aleatório não significa, necessariamente, a negação da eficiência de mercado. Summers (1986) afirma que contradizer a Hipótese do Caminho Aleatório em um mercado significa apenas que os resultados obtidos são inconsistentes com o processo *random walk*.

Uma possível explicação para a rejeição da Hipótese do Caminho Aleatório nos mercados de Chile, Colômbia, México e Venezuela poderia ser a argumentação proposta por Fama & French (1988). Os autores sustentam que os preços das ações poderiam ser descritos como a soma de um componente *random walk* com um componente estacionário, não necessariamente *white noise*. O modelo citado pode ser expresso por  $Y_t = \mu_t + h_t$ , onde  $\mu_t$  é o componente *random walk*, com  $\mu_t = \mu_{t-1} + e_t$ , e  $h_t$  é o componente estacionário, irregular.

Com o componente estacionário,  $h_t$ , os preços das ações tenderiam a apresentar sobre-reação, exibindo autocorrelação negativa (quociente de variância menor do que 1). Porém, os resultados obtidos para os mercados de Chile, Colômbia, México e Venezuela sugerem exatamente o opo-

to; para esses mercados, a autocorrelação é positiva (quociente de variância maior do que 1), o que possibilita afirmar que não ocorre o comportamento de reversão para a média.

A não-sincronicidade nas negociações das ações é uma justificativa plausível, mesmo com a utilização de dados semanais. Toda a informação que chega ao mercado depois da última negociação, antes do último dia de fechamento, somente será absorvida pelos preços na próxima semana, quando houver negociação. A previsibilidade é criada em virtude da infrequência das negociações que impedem os preços de refletirem imediatamente as novas informações.

Outra explicação para a previsibilidade nos mercados repousa sobre suas particularidades estruturais e de desenvolvimento, relacionadas à transparência e à transferência de informações, bem como ao porte desses mercados. Com relação ao último aspecto, a Colômbia e a Venezuela apresentam os menores valores de capitalização de mercado (US\$ 13,36 bilhões e US\$ 7,59 bilhões) e, também, baixo volume de negociação (US\$ 1,54 bilhão e US\$ 1,51 bilhão). O Chile, embora tenha considerável valor de capitalização de mercado, apresenta reduzido volume de negociação (US\$ 4,42 bilhões). Para o México, não se pode afirmar que a previsibilidade esteja associada a fatores de porte, pois seus valores são próximos aos da Argentina e do Brasil.

### CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

No presente trabalho, buscou-se contribuir para o debate a respeito da Hipótese do Caminho Aleatório nos mercados de ações da América Latina, procurando evidências da existência ou não de consenso sobre o comportamento das variações dos índices de preço representativos dos mercados de Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, México e Venezuela, ao longo do período de janeiro de 1990 até dezembro de 1999 e em dois subperíodos, janeiro de 1990 a dezembro de 1994 e janeiro de 1995 a dezembro de 1999.

Em relação à questão de se os processos de formação dos preços estão de acordo com a Hipótese do Caminho Aleatório e se são semelhantes entre si, pode-se afirmar, com certa tranquilidade, sustentada pelos resultados obtidos na aplicação de oito testes de previsibilidade, que as variações de preço dos mercados de ações não são, em conjunto, semelhantes. Portanto, conclusões obtidas para alguns mercados latinos não podem ser estendidas para outros mercados.

Especificamente, esse é o caso dos mercados da Argentina e do Brasil que se mostram perfeitamente de acordo com a Hipótese do Caminho Aleatório, tanto no período completo quanto nos dois subperíodos, independentemente do tipo de teste aplicado. Por outro lado, os mercados da Colômbia e do Chile rejeitam fortemente a Hipóte-

se do Caminho Aleatório, se considerados apenas os testes de quociente de variância. Para os do México e da Venezuela não se pode fazer afirmação conclusiva sobre o assunto, pois existe uma mescla de resultados conforme a alternância dos testes aplicados. Segundo alguns testes a previsibilidade não existe, mas para outros ela está presente, variando, ainda, para os intervalos considerados. É importante enfatizar que, de certa forma, a crise do México causa influência direta nos resultados de alguns testes de previsibilidade nesse país.

Quanto à existência de diferenciação nos resultados, no referente à Hipótese do Caminho Aleatório, associada a períodos menores e mais recentes de tempo, ou seja, o período completo em relação aos subperíodos, pode-se afirmar que para os mercados da Argentina e do Brasil não ocorre diferenciação alguma. Fica evidenciado que não há indício de previsibilidade em ambos, nem no período completo nem nos subperíodos. Essa conclusão pode ser estendida para os mercados com indícios de previsibilidade, Colômbia e Chile, se considerados apenas os testes de quociente de variância. Nos casos do México e da Venezuela ocorre alternância de resultados que não permite considerações concretas.

Outra questão que se propôs a elucidar no estudo é a existência de distorções nos resultados obtidos por meio de testes paramétricos e testes não-paramétricos. Para os mercados da Argentina e do Brasil não ocorre distorção, ou seja, a Hipótese do Caminho Aleatório é aceita por ambos os testes. No caso dos demais mercados, constatou-se que os resultados dos testes não-paramétricos são mais consistentes entre si, ou seja, tendem a rejeitar por completo essa hipótese.

Por fim, pode-se concluir que os mercados da Argentina e do Brasil se apresentam com destaque em relação aos demais mercados analisados. Independentemente do teste utilizado, não há evidências de previsibilidade nas variações semanais dos índices de preço representativos dos mercados de ações. Os mercados da Colômbia e do Chile, por sua vez, tendem a rejeitar a Hipótese do Caminho Aleatório, independentemente de o teste utilizado ser paramétrico ou não-paramétrico (considerando apenas os testes de quociente de variância). Com referência ao México e à Venezuela, embora apresentem variações nos resultados, os testes não-paramétricos foram os que se mostraram mais uniformes na rejeição da Hipótese do Caminho Aleatório.

Apesar de não ter sido um dos objetivos diretos do estudo, cabe destacar que, considerando os índices de preço em moeda local, os mercados da Argentina e do Brasil estão de acordo com a Hipótese do Caminho Aleatório somente no segundo subperíodo, provavelmente por estarem associados a uma fase de relativo controle inflacionário. Os demais mercados apresentam forte tendência de rejeição a essa hipótese, embora em alguns casos, especialmente o do México, ela seja aceita no segundo subperíodo.

Como sugestão para futuras pesquisas nos mercados latinos, relacionadas ao tema do presente estudo, coloca-se a necessidade de não só se verificar o comportamento das variações de preço de ações em empresas individuais, em cada mercado, como também de se investigar a previsibilidade nas variações de preço associada a modelos não-lineares, notadamente a investigação da teoria do **caos** no mercado latino. ♦

## RESUMO

Existem poucos estudos sobre a dinâmica dos preços de títulos e o comportamento aleatório nas variações em mercados emergentes da América Latina, e os que existem mostram resultados conflitantes. Neste estudo, utiliza-se o teste de quociente de variância e um conjunto de outros testes, todos nas versões paramétricas e não-paramétricas, sobre as variações dos índices dos mercados de Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, México e Venezuela. Os dados são relativos a índices de preços semanais dos mercados, obtidos no *International Finance Corporation*, abrangendo o período de 1990 a 1999. Os resultados mostram que para os mercados da Argentina e do Brasil não há evidências de previsibilidade, estando eles de acordo com o Modelo do Caminho Aleatório. Em contraste, os mercados da Colômbia e do Chile apresentam grande tendência contrária a esse modelo.

**Palavras-chave:** América Latina, Hipótese do Caminho Aleatório, quociente de variância.

## ABSTRACT

The few existing studies on equity price dynamics and random walks for Latin American emerging equity markets show conflicting results. This study uses variance ratio test and others test on the version parametric and nonparametric on stock returns por indexes stock prices in Argentina, Brazil, Chile, Colombia, Mexico and Venezuela. The data are comprised of weekly stock prices indexes from the *International Finance Corporation* for the 1990-1999 period. The results show that equity prices in Argentina and Brazil follow a random walk. In contrast, the Colombia and Chile indexes show a greater tendency contrary random walk model.

**Uniterms:** Latin American, Random Walk Hypothesis, variance ratio.

Existen pocos estudios sobre la dinámica de precios de títulos y el comportamiento aleatorio de las variaciones en mercados emergentes latinoamericanos, y los que existen presentan resultados contradictorios. En este estudio, se utiliza el test de coeficiente de varianza y otros, todos en las versiones paramétricas y no paramétricas, sobre las variaciones de los índices de los mercados de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Venezuela. Los datos se refieren a índices de precios semanales de los mercados, se obtuvieron de *International Finance Corporation* y corresponden al periodo comprendido entre 1990 y 1999. Los resultados demuestran no haber evidencias de previsibilidad para los mercados de Argentina y Brasil, siguiendo el modelo del camino aleatorio. En contraposición, los mercados de Colombia y Chile presentan fuerte tendencia contraria a ese modelo.

**Palabras clave:** Latinoamérica, Hipótesis del Camino Aleatorio, coeficiente de varianza.

- BACHELIER, L. Theory of speculation (1900). In: COOTNER, P. (Ed.). *The random character of stock market prices*. Cambridge: MIT Press, 1964. p. 17-78.
- BROWN, R. A brief account of microscopical observations, etc. (London, 1827). In: BRIAN, F.; BROWN, R. Brownian and teethmarks on the hatbrim. *The Microscope*, v.39, n.3-4, p.161-171, 1991.
- CAMPBELL, J.L.; LO, A.W.; MACKINLAY, A.C. *The econometrics of financial markets*. Princeton: Princeton University Press, 1997.
- CERETTA, P.S. *Hipótese do caminho aleatório nos mercados da América Latina: aplicação do teste quociente de variância*. 2001. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.
- CERETTA, P.S.; COSTA JR., N.C.A. Efeito dia da semana: evidência na América Latina. *Resenha BM&F*, São Paulo, n.135, out./nov. 1999.
- \_\_\_\_\_. Particularidades do mercado financeiro latino-americano. *Revista de Administração de Empresas (RAE)*, São Paulo, v.41, n.2, abr./jun. 2001.
- CHOW, V.K.; DENNING, K.C. A multiple variance ratio testing. *Journal of Econometrics*, v.58, p.385-401, 1993.
- COSTA JR., N.C.A. Sazonalidade no Ibovespa. *Revista de Administração de Empresas (RAE)*, São Paulo, v.30, n.3, p.79-84, 1990.
- COSTA JR., N.C.A.; CERETTA, P.S. International diversification: the case of Latin American markets. In: KOTABE, M.; LEAL, R.P.C. (Eds.). *Market revolution in Latin America: beyond Mexico*. New York: Elsevier Science, 2001.
- EINSTEIN, A. Ueber die von der molekular-kinetischen theorie der wärme geforderte bewegung von in ruhenden flüssigkeiten suspendierten teichen. *Annalen der Physik*, v.17, p.549-560, 1905.
- FAMA, E.F. Efficient capital markets: a review of theory and empirical work. *Journal of Finance*, v.25, n.2, p.383-417, 1970.
- \_\_\_\_\_. Efficient capital markets II. *Journal of Finance*, v.46, n.5, p.1575-1618, 1991.
- FAMA, E.F.; FRENCH, K.R. Permanent and temporary components of stock prices. *Journal of Political Economics*, v.96, n.2, p.246-273, 1988.
- FISHER, L. Some new stock-market indexes. *Journal of Business*, v.39, p.191-225, 1966.
- GRIEB, T.; REYES, M.G. Random walk tests for Latin American equity indexes and individual firms. *The Journal of Financial Research*, v.23, n.4, p.371-383, 1999.
- HARVEY, C.R. Predictable risk and returns in emerging markets. *Review of Financial Studies*, v.8, n.3, p.773-816, 1995.
- KAWAKATSU, H.; MOREY, M.R. Financial liberalization and stock market efficiency: an empirical examination of nine emerging market countries. *Journal of Multinational Financial Management*, v.9, p.353-371, 1999.
- KENDALL, M.G. The analysis of economic time series – Part I: Prices (1953). In: COOTNER, P. (Ed.). *The random character of stock market prices*. Cambridge: MIT Press, 1964. p.85-99.
- KIM, H.E.; SINGAL, V. Stock market openings: experience of emerging economies. *Journal of Business*, v.73, n.1, p.25-66, 2000.
- LeROY, S.F. Efficient capital markets and martingales. *Journal of Economic Literature*, v.27, p.1583-1621, 1989.
- LO, A.W.; MACKINLAY, C. Stock market prices do not follow random walks: evidence from a simple specification test. *Review of Financial Studies*, v.1, n.1, p.41-66, 1988.
- LUCAS, R.E. Asset prices in an exchange economy. *Econometrica*, v.46, p.1429-1446, 1978.
- OJAH, K.; KAREMERA, D. Random walks and market efficiency tests of Latin American emerging equity markets: a revisit. *The Financial Review*, v.34, p.55-72, 1999.
- POTERBA, J.; SUMMERS, L. Mean reversion in stock prices: evidence and implications. *Journal of Financial Economics*, v.22, n.1, p.27-59, 1988.
- ROBERTS, H. Statistical versus clinical prediction of the stock market. In: CENTER FOR RESEARCH IN SECURITY PRICES. University of Chicago, May 1967.
- SAMUELSON, P.A. Proof that properly anticipated prices fluctuate randomly. *Industrial Management Review*, v.6, p.41-49, 1965.
- SUMMERS, L. Does the stock market rationally reflect fundamental values? *Journal of Finance*, v.41, p.591-601, 1986.
- URRUTIA, J.A. Test of random walk and efficiency for Latin American equity markets. *Journal of Financial Research*, v.18, n.3, p.299-309, 1995.
- WIENER, N. Differential-space. *Journal of Mathematic and Physics*, v.2, p.131-174, 1923.
- WORKING, H. Note on the correlation of first difference of averages in a random charm. *Econometrica*, v.28, p.916-918, 1960.
- WRIGHT, J.H. Alternative variance-ratio tests using ranks and signs. *Journal of Business & Economic Statistics*, v.18, n.1, p.1-9, 2000.