

Fórmula de Valoração Racional (RVF) e Variabilidade no Tempo das Taxas de Retornos de Ativos

Rational Valuation Formula (RVF) and Time Variability in Asset Rates of Return

Alexandre Ripamonti

Pós-Doutorando do Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo
E-mail: alexandre@arpc.com.br

Recebido em 13.7.2012- Aceito em 26.7.2012- 3ª. versão aceita em 27.2.2013

RESUMO

O relacionamento de longo prazo e o correspondente mecanismo de correção de erros no curto prazo, entre dados agregados de preço e dividendos, é estudado no presente trabalho, através dos conceitos de fórmula de valoração racional e cointegração variante no tempo, e sob o referencial da teoria das expectativas racionais e de movimentação de preços de Muth (1961), para se supor a variabilidade das taxas de retorno de ativos, testando as hipóteses nulas de mecanismos de correção de erros dos vetores de cointegração constantes no tempo e de desigualdade entre valor fundamental e preço da ação. As séries obtidas foram as disponibilizadas por Shiller (2005) e se referem aos dados agregados de preço e dividendos do mercado acionário norte-americano, no período de 1871 a 2010. Os dados foram analisados através dos modelos de cointegração de Johansen, com a utilização de variáveis restritas decorrentes da combinação das variáveis estudadas com o polinômio temporal de Chebyshev, como proposto por Bierens e Martins (2010). Os resultados indicam a rejeição da hipótese nula de constância dos vetores de cointegração e, ainda, a não rejeição da hipótese nula de desigualdade entre valor fundamental e preço da ação. Tais resultados são consistentes com os obtidos por Bierens e Martins (2010) e não consistentes com a teoria das expectativas racionais de Muth (1961). Conclui-se, portanto, que os investidores possuem diferentes expectativas de retorno para diferentes períodos futuros, que os resultados sugerem a validação do modelo utilizado e que existe a possibilidade da ocorrência de movimentos especulativos suportados pela racionalidade ou bolhas especulativas racionais.

Palavras-chave: Expectativas racionais. Cointegração. Chebyshev. RVF. TV VECM.

ABSTRACT

The present study examines the long-term relationship between aggregate price and dividend data and the corresponding mechanism for short-term error correction using the rational valuation formula and time-varying cointegration and based on Muth's (1961) theory of rational expectations and price movements. The study assumes the variability of asset rates of return and tests the null hypotheses of error-correction mechanisms for time-constant cointegration vectors and inequality between fundamental value and share price. The series used were provided by Shiller (2005) and refer to aggregate price and dividend data for the U.S. stock market over the period 1871 to 2010. The data were analyzed using Johansen's cointegration models with the use of restricted variables resulting from the combination of the variables studied with the Chebyshev time polynomial, as proposed by Bierens and Martins (2010). The results indicate rejection of the null hypothesis of constancy of cointegration vectors as well as the non-rejection of the null hypothesis of inequality between fundamental value and share price. These results are consistent with those obtained by Bierens and Martins (2010) and do not corroborate Muth's (1961) theory of rational expectations. It is therefore concluded that investors have different expectations of return for different future periods. The results suggest the validation of the model used and that there is a possibility of the occurrence of speculative movements supported by rationality or rational speculative bubbles.

Keywords: Rational expectations. Cointegration. Chebyshev. RVF. TV VECM.

1 INTRODUÇÃO

O montante pelo qual um título é negociado nos mercados de capitais, sua variação ao longo do tempo, os proventos dele decorrentes e a tentativa de sua previsão têm sido estudados em finanças. A razoável precisão de quanto determinada ação poderia valer ou quanto seu preço poderia oscilar em determinado período é de significativa implicação empírica. Em casos de mercados financeiros desenvolvidos, com forte eficiência informacional (Fama, 1970, 1991), o preço deveria refletir apenas as informações futuras presentes nas previsões sobre os benefícios do ativo correspondente. Por outro lado, ante a possibilidade de assimetria informacional, a importância de modelos que explicassem preços e retornos seria ainda maior, uma vez que a necessidade de especificação levaria ao estudo de inúmeras variáveis contábeis e de mercado, além do fluxo de caixa gerado pelo ativo que, pela diferença de informações, não estariam disponíveis ao mesmo tempo para gestores e investidores. Assim se explica a existência de inúmeros modelos de avaliação do valor fundamental da ação, os quais se baseiam no desconto de dividendos e de fluxos de caixa da firma ou do acionista, entre outros (Cuthbertson & Nitzche, 2004). Neste trabalho, porém, apenas o valor fundamental da ação obtido através do desconto de dividendos é abordado, comumente denominado de fórmula de valoração racional (RVF).

A fórmula de valoração racional é suportada pela teoria das expectativas racionais (Muth, 1961) e, neste contexto, não apresentaria consistência na presença de assimetria da informação nos mercados financeiros, como demonstrado fartamente pela literatura (Miller & Modigliani, 1961), em especial pelo fato de a determinação da política de dividendos não estar obrigatoriamente associada aos lucros obtidos pelas corporações. Por essa razão, a aplicação de RVF implica na necessidade, até intuitiva, da adoção de

dividendos e taxas de descontos inconstantes no tempo, o que agrega dificuldade operacional que pode ser intransponível. Neste trabalho, procura-se testar se as taxas de desconto de dividendos variam no tempo e se a estimativa de tais taxas, através de um método original, faria com que os dividendos pudessem explicar o preço de uma ação.

Os referidos testes são realizados através de técnicas econométricas de séries temporais de cointegração com a utilização do polinômio temporal de Chebyshev (Bierens & Martins, 2010).

A discussão do tema de valoração da ação possui relevantes desdobramentos. A eventual apuração e utilização de taxas de desconto variáveis no tempo que pudessem fazer com que o valor fundamental estivesse próximo do preço da ação podem contrariar estudos que admitem a limitada racionalidade dos investidores, abrir nova forma de teste da eficiência informacional e, ainda, indicar a importância da informação contábil diante de possíveis diferenças entre valor e preço.

O estudo foi realizado para os dados agregados de preço e dividendos do mercado acionário norte-americano, no período de 1871 a 2010. Em suma, os resultados indicaram que as taxas de desconto variam no tempo e que o valor fundamental da ação não se iguala ao seu preço em todo o período, mas especialmente a partir de 2000. Desta forma, os resultados são consistentes ao estudo de Bierens e Martins (2010) e não consistentes à teoria de expectativas racionais de Muth (1961), possibilitando considerações importantes relativas aos períodos de maior e menor desigualdade.

O trabalho é desdobrado em referencial teórico, onde se explicita a literatura revisada sobre os principais conceitos do estudo, seguido de metodologia, com os aspectos metodológicos específicos, e de resultados e considerações finais, nos quais são apresentados os principais resultados comparados com a literatura e as considerações deles decorrentes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Expectativas Racionais.

A Teoria das Expectativas Racionais e da Movimentação de Preços (RE) desenvolvida por John F. Muth (1961) suporta este trabalho. A hipótese de expectativas racionais (REH), que suporta a teoria, declara que a informação é escassa e o sistema econômico geralmente não a desperdiça; a forma com que as expectativas são formadas depende especificamente da estrutura do sistema relevante que descreve a economia e que a previsão pública não possui efeitos substanciais na operação do sistema econômico (Muth, 1961). Assim, especificamente para o presente trabalho, o preço de uma ação representaria o conjunto das informações sobre os benefícios futuros dela advindos. A movimentação do preço, então, deveria se dar apenas pela chegada de informações novas ao mercado.

A RE teve um profundo efeito na teoria econômica, sendo consenso que necessitaria ainda de um fundamento estratégico (Reny & Perry, 2006). Milgron (1981) analisou a RE e mecanismos de negociação de mercado, concluindo

do inexistir tensão entre coleta de informações e eficiência informacional. A RE também foi analisada no efeito das mudanças em políticas econômicas sobre as expectativas de produção e inflação, observando-se eventual violação da teoria para a produção (Ball & Croushore, 2003), para resolver o problema da regressão infinita das expectativas (Binder & Pesaran, 1998), na análise da persistência de choques de produção com o relaxamento das premissas de REH (Bonfim & Diebold, 1997), com a introdução de aprendizado racional no arbitramento ou rejeição de padrões de preços (Brav & Heaton, 2002), com a indicação de má-especificação de modelos dos agentes (Bray & Savin, 1986), com âncoras nominais adotadas pelos governos (Bruno & Fischer, 1990), com a volatilidade de ações sendo associada à falha na formação de expectativas (Burkley & Harris, 1997), na comparação entre surveys realizadas com donas de casa e analistas econômicos (Carroll, 2003), na configuração dos prêmios de seguros (Cummins & Outreville, 1987), com o investimento em ações não se consti-

tuindo em proteção contra inflação monetária (Danthine & Donaldson, 1986), entre outros estudos.

2.2 Cointegração.

O relacionamento de longo prazo entre preços e dividendos pode ser estimado através das técnicas econométricas de cointegração. A estimativa decorrente deste método corresponde à taxa de desconto aplicada sobre dividendos para a apuração do valor fundamental da ação.

A cointegração oferece significado para a regressão de duas ou mais variáveis não estacionárias individualmente (Wooldridge, 2008), e cuja combinação pode tornar possível a eliminação da não estacionariedade (Asteriou & Hall, 2007), demonstrando, portanto, a existência de um vetor que procede a transformação da estacionariedade (Engle & Granger, 1987; Johansen, 1991) e elimina o problema de regressões espúrias. As medidas de cointegração mais utilizadas (Gregory, Haug, & Lomuto, 2004) são as representadas pelos testes Dickley e Fuller aumentado (*Augmented Dickey Fuller* - ADF) (Engle & Granger, 1987), \hat{Z}_α (Phillips & Ouliaris, 1990) do traço (TR) e máximo autovalor ou máxima verossimilhança (MAX) (Johansen, 1988, 1991) e de Reinsel e Ahn (Gregory et al., 2004).

Todavia, é necessária a utilização de mecanismos de correção de erros dos vetores de cointegração (VECM), os quais representam que uma parte do desequilíbrio do relacionamento entre variáveis em um período é corrigida no período seguinte (Engle & Granger, 1987), para que relacionamentos de curto e longo prazo entre variáveis possam ser captados pelos modelos (Asteriou & Hall, 2007; Cuthbertson & Nitzche, 2004; Engle & Granger, 1987) e que sejam incorporadas vantagens de correção de desequilíbrios, eliminação de regressões espúrias, melhor seleção de modelos específicos e prevenção do crescimento de erros nas relações de longo prazo aos modelos de cointegração (Asteriou & Hall, 2007).

Ainda assim, os mecanismos de correção de erros assumem como premissa vetores de cointegração que não variam conforme o tempo (TI VECM) (Bierens & Martins, 2010), o que significa a possibilidade de não capturarem adequadamente quebras estruturais existentes em séries temporais de longo prazo, caracterizando má-especificação de modelos (Martins, 2005). Para que as quebras estruturais sejam reconhecidas, os vetores devem variar no tempo, abrindo espaço para o estudo de mecanismos de correção de erros dos vetores de cointegração variáveis no tempo (TV VECM) (Bierens & Martins, 2010).

2.3 TV VECM.

Como ressaltado no tópico anterior, o relacionamento de longo prazo entre preço e dividendos não se mantém o mesmo ao longo do tempo, estando sujeito, em primeiro lugar, à correção de erros decorrentes de possíveis resíduos e, depois, à variação intrínseca das taxas de desconto estimadas. A correção de erros é tratada por modelos próprios, para os quais a taxa seria constante, enquanto a variação intrínseca necessita de especificação que contemple vetores variáveis no tempo.

Os vetores de cointegração variáveis no tempo (TV VECM) constituem o objeto de diversos estudos. Há modelos que permitem a variação sazonal do vetor de cointegração, denominado cointegração periódica (Boswijk & Franses, 1995), a cointegração fracional, com o fracionamento dos vetores em subespaços ortogonais de cointegração (Chen & Hurvich, 2006), subespaços dos interceptos para o alcance de variáveis não observáveis (Deschamps, 2003), média, espaço e quantil no delineamento de subespaços de cointegração (Granger, 2010), através da utilização da cadeia de Markov (Hall, Psaradakis, & Sola, 1997), com regressão canônica de cointegração (Kim & Lee, 2001), com a utilização de desvios em relação à raiz unitária no teste de *spreads* de taxas de juros (Lanne, 2000), sem o conhecimento prévio das memórias de séries temporais em componentes fracionalmente integrados (Marmol & Velasco, 2004), de cadeia de Markov combinado com simulação de Monte Carlo (Koop, Leon-Gonzalez, & Strachan, 2008), de pré-filtragem e pré-estimação dos modelos com coeficientes variando no tempo (Park & Hahn, 1999), por máxima verossimilhança para estimar o *Capital Asset Pricing Model* - CAPM (Engel & Rodrigues, 1989), de teste de transitoriedade com quebras estruturais permanentes (Engle & Smith, 1999), de sistemas discretos de tempo nos erros gerados (Phillips, 1991) e de taxa de desconto variante no tempo para estudar falha da cointegração (Timmermann, 1995). Levantamento dos modelos de cointegração e ECM (*Error Correction Model*) demonstra a superioridade explanatória de TV VECM (Chan, Koop, Leon-Gonzalez, & Strachan, 2010). Após estudos com o polinômio temporal de Chebyshev (Boyd, 2000) para o teste de raízes unitárias de séries temporais (Bierens, 1982, 1997), outros estudos consideraram o referido polinômio nos testes MAX, TR e LR (*Likelihood Ratio*) para o estudo de TV VECM (Martins, 2005; Bierens & Martins, 2010), sendo finalmente TV VECM objeto de estudo com a utilização do modelo generalizado de heteroscedasticidade autorregressiva (GARCH - *Generalized Auto Regressive Conditional Heteroskedasticity*) (Williams & Ioannidis, 2010).

2.4 Chebyshev.

Como se observa, uma das formas de se estimar taxas de desconto que variam no tempo é aquela em que são aplicadas técnicas de cointegração combinadas com o polinômio temporal de Chebyshev. De uma só vez, o polinômio permite a estimativa do relacionamento de longo prazo, a correção de erros e a variabilidade dos vetores no tempo, sendo de fácil aplicação. Tal fato faz com que este trabalho se utilize de tal técnica, usada inicialmente por Bierens e Martins (2010).

O polinômio temporal de Chebyshev (CTP), demonstrado em (1) e na Figura 1, é considerado adequado para resolver problemas dependentes do tempo, ou intervalos finitos, que podem ser escalonados ou traduzidos, onde $x \in [-1, 1]$, com a expansão de CTP sendo considerada idêntica aos coeficientes do cosseno de Fourier (Boyd, 2000).

Bierens (1982) utilizou inicialmente CTP no desenvolvimento de testes de má-especificação, considerando-o

como não muito refinado, mas com a vantagem da simplicidade computacional. Em outro trabalho, Bierens (1997) ressaltou que, devido à propriedade de ortogonalidade, o CTP é recomendável para a solução de funções com tendência não linear e que qualquer função de tempo pode ser arbitrária e poderosamente aproximada por uma função linear de CTP. Em tal trabalho, desenvolveu aplicações de ADF com variações no tempo, considerando a hipótese alternativa de que as séries temporais são estacionárias em alguma função arbitrária e determinística do tempo. Martins (2005) explicitamente utiliza CTP para a tentativa de captação do tempo nos parâmetros de VECM, tornando possível a utilização de MAX, TR e LR diretamente, com valores críticos de LR desenvolvidos através de simulação

para diferentes tamanhos de amostras, e sem recorrer a outros efeitos não diretamente relacionados ao tempo, como, por exemplo, a utilização das variáveis em nível transformadas pelos respectivos logaritmos naturais. Bierens e Martins (2010) aperfeiçoaram alguns aspectos do trabalho de Martins (2005) e validaram a utilização de CTP na captação da variabilidade no tempo dos parâmetros de regressões de séries temporais cointegradas e seus respectivos mecanismos de correção, ou seja, a cointegração e VECM variáveis em diversos períodos de tempo.

$$P_{0,T}(t) = 1, P_{i,T}(t) = \sqrt{2} \cos\left(i\pi \frac{(t-0.5)}{T}\right),$$

$$t = 1, 2, \dots, T, \quad i = 1, 2, 3, \dots$$

1

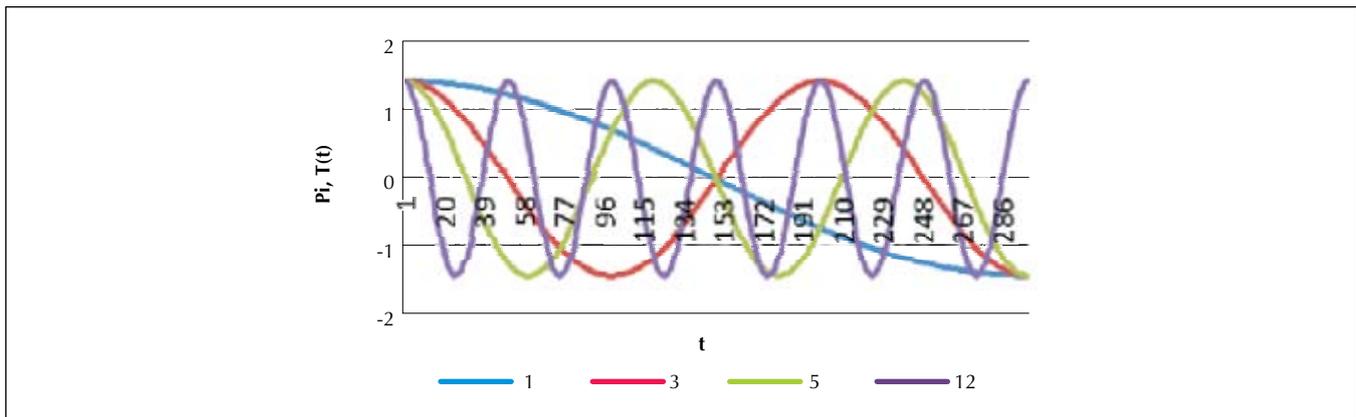


Figura 1 Polinômio temporal de Chebyshev para $T = 298$ e $i = 1, 3, 5$ e 12

2.5 RVF.

O CTP foi utilizado para o desenvolvimento de algoritmos na solução de sistemas super identificados de equações lineares (Abdelmalek, 1976), na solução de equações não lineares na dimensão de um espaço (Berzins & Dew, 1981), no desenvolvimento de algoritmo para restrições lineares com matrizes deficientes em posto ou mal condicionadas (Branigan, 1981), com singularidade logarítmica em estimativas de coeficientes de regressão (Chawla, 1967), em método de solução numérica de equação de condução de calor (Dew & Scraton, 1972) e em equações diferenciais parciais parabólicas em região que permita a transformação em equações quadráticas ou cilindro circular (Dew & Scraton, 1975).

Ainda, o CTP foi utilizado na melhor aproximação para todos os conjuntos de polinômios e alternância da curva de erros e unicidade (Dunham, 1972), na interpolação de polinômios com a conversão de expressões em programação de álgebra não linear (Elanagar & Khamayseh, 1997), no desenvolvimento de algoritmo de modificação de base monomial para encontrar os zeros de CTP e extensão para outras bases (Grant & Ghiatis, 1983).

Por fim, em testes de má-especificação baseados em CTP possuindo validade concorrente (Hong & White, 1995; Bierens, 1982), na solução de equações dinâmicas baseadas em retardamento temporal (Hsu & Chou, 2007), na solução de infinitas composições de pontos do triângulo formado pelas raízes de uma unidade (Ivanov, Rivlin, & Saff, 1990), no desenvolvimento de modelo de partições

suaves de blocos a partir de um conjunto (Mansour, 2009), no uso da forma baricêntrica da fórmula de interpolação de Lagrange e na conferência das diferenças divididas (Salzer, 1971), na solução de equações integrais e diferenciais numericamente lineares e não lineares (Sweilam & Khader, 2010), no desenvolvimento de algoritmo para a solução de sistema super determinado de equações lineares complexas (Watson, 1988) e para acelerar a convergência de soluções iterativas de equações simultâneas levantadas na solução de equações parcialmente diferenciais (Wrigley, 1963).

Os modelos de valor presente e de precificação de ativos têm significativa relevância como objeto de estudos em finanças. Campbell e Shiller (1987a, 1987b), em seminários trabalhos, estudaram cointegração para preços de ações, títulos da dívida pública, dividendos e lucro por ação, sendo que a taxa ou fator de desconto $\delta/1-\delta$ foi obtida através do vetor de cointegração entre preços e dividendos, com outro fator podendo ser a média, observando o resultado de que as taxas de juros de curto e longo prazos são cointegradas, com a persistência de distúrbios entre preços e ações e dependência do fator de desconto utilizado e de que a média móvel dos lucros de períodos longos têm poder explanatório na regressão contra preços de ações. Scott (1985) compara estimativas através de dois métodos para a proposição de teste que considera facilmente adaptável para dividendos de longo prazo. West (1987) desenvolve teste para identificação de bolhas especulativas, concluindo pela rejeição da hipótese nula de inexistência de tais bolhas.

Também West (1988) sustenta a rejeição de RVF quantitativa e estatisticamente significantes, através da análise da relação entre as variâncias de preços e dividendos. Chow (1989) observa a rejeição de REH, concluindo que os dados em RVF não são explicados por RE. DeJong e Whiteman (1991) sustentam a impossibilidade de existência de cointegração entre preços de ações e dividendos. Froot e Obstfeld (1991) procuram detectar a indução de desvios persistentes em RVF decorrentes de bolhas intrínsecas no mercado norte-americano, relacionando as bolhas ao dividendo agregado e a variáveis exógenas macroeconômicas. Lee (1995) atribui a volatilidade dos preços das ações ao somatório dos choques transitórios e permanentes aos dividendos. Donaldson e Kamstra (1996) sustentam a inexistência de especulação na crise americana de 1929, através de metodologia de heteroscedasticidade condicional

autorregressiva (ARCH), de média móvel autorregressiva (ARMA) e redes neurais artificiais. Timmermann (1996) atribui o excesso de volatilidade ao fenômeno denominado valor presente com aprendizado ou algo como RVF com aprendizado. Chow e Liu (1999) sustentam que a memória sobre mudanças de dividendos pode explicar a volatilidade dos preços das ações.

Como se observa da literatura revisada sobre os principais conceitos deste trabalho, trata-se de aplicação original de modelo aos dados do mercado acionário norte-americano. Embora Bierens e Martins (2010) tenham também aplicado o modelo aqui utilizado, a evidência empírica teve como base a paridade do poder de compra de países europeus. Campbell e Shiller (1987a, 1987b) destacaram a dependência dos resultados ao fator de desconto utilizado, não usando metodologia em que os vetores variassem no tempo.

3 METODOLOGIA

3.1 Modelagem.

Admitindo-se dividendos e taxas de desconto constantes (Cuthbertson & Nitzche, 2004), o preço de uma ação é equivalente ao valor presente de seus dividendos, o que implica em RVF demonstrada em (2), onde P_t representa o valor fundamental da ação; E_t , o operador de esperança matemática baseado no conjunto de informações Ω_t ; δ^t , a taxa constante de desconto; e D_{t+i} , os dividendos proporcionados pela ação, aplicável a vários tipos de investidores (Cuthbertson & Nitzche, 2004).

$$P_t = E_t \left[\sum_{i=1}^{\infty} \delta^i D_{t+i} \right] \quad 2$$

Substituindo (2) e escrevendo de forma compacta, obtém-se (3), que pode ser considerada não operacional (Cuthbertson & Nitzche, 2004), onde o valor fundamental da ação P_t corresponde ao somatório dos resultados da aplicação das taxas de desconto exponencialmente acumuladas $\prod_{i=1}^j \delta_{t+i}$ a todos os dividendos futuros D_{t+j} .

$$P_t = E_t \left[\sum_{j=1}^{\infty} \left[\prod_{i=1}^j \delta_{t+i} \right] D_{t+j} \right] \equiv E_t \sum_{j=1}^{\infty} \delta_{t,t+j} D_{t+j} \quad 3$$

Para contornar a possível falta de operacionalização, devem-se testar hipóteses sobre as previsões de dividendos e taxas de desconto dos investidores e/ou modelos econômicos que alcancem mudanças estruturais em séries temporais (Bierens & Martins, 2010), como proposto em (4), onde a representação de TV VECM, sem interceptos e tendências, com erros seguindo a distribuição de Gauss, com T sendo igual ao número de observações, $\Pi_t' Y_{t-1}$, o produto dos desequilíbrios ocorridos no nível da variável defasada no período anterior e $\sum_{j=1}^{p-1} \Gamma_j \Delta Y_{t-j}$, o somatório dos produtos de desequilíbrios ocorridos nas diferenças da variável em todos os períodos (Martins, 2005), mas que não permitiria a aplicação direta de testes.

$$\Delta Y_t = \Pi_t' Y_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \Gamma_j \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t, \quad t=1, \dots, T \quad 4$$

A aplicação direta de testes e estatísticas usuais de cointegração pode ser resolvida em (4) com a utilização do polinômio temporal de Chebyshev (CTP) (Boyd, 2000) e a conseqüente transformação em (5), auxiliando a operacionalizar (3).

$$\Delta Y_t = \alpha \left(\sum_{i=0}^m \xi_i P_{i,T}(t) \right)' Y_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \Gamma_j \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad 5$$

Neste trabalho, a realização dos testes de hipóteses decorrentes da aplicação de (5) e da operacionalização de (3) são os principais objetivos, ou seja, a validação do modelo para captação da variabilidade no tempo dos vetores de cointegração e a utilização dos estimadores correspondentes para a apuração da taxa de desconto que possa permitir a apuração do valor fundamental da ação.

3.2 Aspectos Básicos.

O principal objetivo deste trabalho é o de testar a racionalidade dos agentes econômicos na formação dos preços de ações norte-americanas, com os testes das hipóteses nulas de TI VECM (6) e de desigualdade entre preço e valor fundamental das ações (8). Ou seja, pretende-se averiguar se o preço da ação no mercado norte-americano pode ser previsto através de seus dividendos, o que corresponde à fórmula de valoração racional. Todavia, pretende-se aplicar a fórmula de valoração racional com taxas de retorno supostamente inconstantes ou variáveis em diferentes períodos e a serem estimadas através de técnicas econométricas aplicáveis a séries temporais, com a inclusão de CTP como variável restrita ao modelo.

As variáveis são os dados agregados de preços e dividendos de corporações utilizados por Shiller (2005) e disponibilizados eletronicamente¹, relativas aos anos de 1871 a 2010.

¹ Disponível em: www.econ.yale.edu/~shiller/data.htm, acessado em 07 de março de 2011.

Tabela 1 Valores críticos de LR_{tv}

m	10%	5%	1%
1	4,790	6,275	9,530
2	8,149	10,015	14,173
3	11,181	13,197	18,042
4	14,059	16,400	21,193
5	17,059	19,452	24,749
10	31,247	34,608	40,850
15	45,621	49,515	56,899
25	76,331	81,177	91,638

Fonte : Bierens e Martins (2010)

H_0 : TI VECM **6**

H_1 : TV VECM **7**

Depois de testada a hipótese nula de TI VECM e a solução matricial com os estimadores obtidos em tal processo, compara-se o valor presente da média móvel de dividendos com o preço da ação em cada mês. A hipótese nula H_0 , neste caso, é a de desigualdade entre o preço e o valor fundamental da ação, como expresso em (8) com a hipótese alternativa H_1 sendo a de identidade entre ambos, conforme (9).

H_0 : $P_t \neq E_t \sum_{j=1}^{\infty} \delta_{t,t+j} D_{t+j}$ **8**

H_1 : $P_t \equiv E_t \sum_{j=1}^{\infty} \delta_{t,t+j} D_{t+j}$ **9**

A contribuição importante do tema estudado é a tentativa de validação do modelo, possibilitando a realização de pesquisas sobre TV VECM, como aquelas propostas por Williams e Ioannidis (2010).

4 RESULTADOS

4.1 Estatística Descritiva.

Inexistem problemas aparentes nos dados. Apenas a variável preço é não estacionária, o que não afeta a premissa de cointegração (Granger, 1981). O critério de informação Bayesiano de Schwartz indica dois períodos para a melhor escolha de defasagem VAR, com um vetor de cointegração entre preço e dividendos, conforme demonstram as Tabelas 2 a 5.

Tabela 2 Média e desvio padrão

P		D	
média	d.p.	média	d.p.
385,79208	384,68848	12,35205	5,698750

Tabela 3 Teste ADF

P		D	
t adf	p-valor	t adf	p-valor
-0,5218	0,8900	-2,8883	0,0500 *

* - significativa a 10%

3.3 Aplicação de Modelos.

Os modelos e testes ADF, MAX, TR e LR foram aplicados através de dois softwares de econometria. Com o denominado *OxMetrics 5.10* foram obtidos os coeficientes dos vetores de cointegração e mecanismos de correção de erros. Com o software *EasyReg International*, desenvolvido por Herman J. Bierens e pela *Pennsylvania State University*² e disponibilizado gratuitamente², foram realizados os testes ADF, HQC (*Hanna Quin Information Criteria*), BIC (*Schwarz Bayesian Information Criteria*), MAX, TR, LR e LR_{tv}.

A determinante para a escolha do software *OxMetrics* foi a obtenção dos coeficientes dos vetores de cointegração e dos mecanismos de correção de erros. Neste, foram utilizados os modelos de equações múltiplas de séries temporais do módulo *PC GIVE*, com a seleção das variáveis de preços e dividendos, de constantes sazonais e das combinações das variáveis com CTP como novas variáveis restritas ao modelo.

Para o *EasyReg International*, a escolha se deu pela perfeita parametrização e adoção de CTP e dos testes de hipótese nula de TI VECM com os valores críticos LR_{tv}, uma vez que o software foi desenvolvido por Bierens, um dos autores de trabalho sobre o tema (Bierens & Martins, 2010). As estatísticas foram obtidas pela utilização do item *Johansen's cointegration analysis*, constantes no menu, *multiple equations models*, com a seleção das variáveis de preços e dividendos, a indicação do modelo com interceptos e *dummies* sazonais com restrições de cointegração impostas ao parâmetro do intercepto, cálculo e escolha da defasagem VAR, do número de vetores de cointegração e do número máximo de polinômios CTP.

Outros modelos poderiam ter sido aplicados nos testes de hipótese de não-estacionariedade dos dados, com possibilidade de geração de resultados mais adequados para amostras grandes (Pantula & Fuller, 1993) ou mesmo especificamente para CTP (Bierens, 1982; 1997). Todavia, por questões operacionais, optou-se por utilizar os descritos anteriormente.

Tabela 4 Escolha de defasagens VAR pelos critérios de informação HQC e BIC

VAR	
HQC	BIC
2	2

Tabela 5 Testes MAX e TR para posto de cointegração

posto	MAX	TR
1	2,50	2,50

4.2 TV VECM.

A taxa média de desconto para a frequência de Shiller situou-se em 0,046159 ao mês, como demonstra a Tabela 6, sendo positiva em toda a extensão e não apresentando valores contra intuitivos. Analisando-se a Figura 2, observa-se o momento máximo da taxa, no entorno de 1930.

² Disponível em: <http://econ.la.psu.edu/~hbierens/OLDERVER.HTM>, acessado em 24 de abril de 2011.

Tabela 6 Taxa média de desconto ou retorno

média	d.p.	máximo	mínimo
0,046159	0,0182803	0,165598	8,3E-05

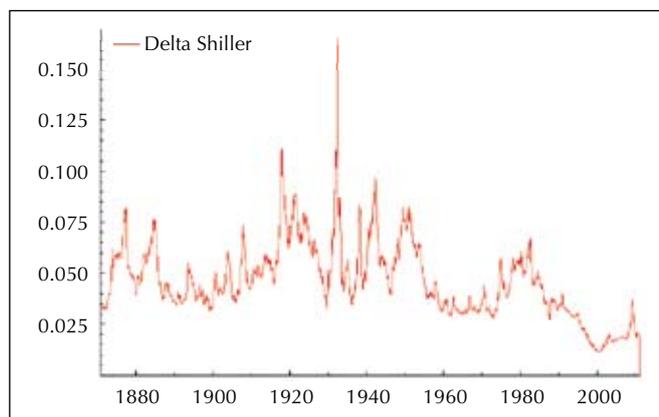


Figura 2 Taxas de desconto ou retorno

Tabela 7 Estatística LR para frequência Shiller

m=1			m=2			m=3			m=4			m=5		
LR	p-valor													
7,7500	0,0208	**	10,4600	0,0334	**	11,2200	0,0817	*	15,9500	0,0431	**	23,3800	0,0094	***
m=6			m=7			m=8			m=9			m=10		
LR	p-valor		LR	p-valor		LR	p-valor		LR	p-valor		LR	p-valor	
25,5800	0,0123	**	31,9600	0,0041	***	37,8800	0,0016	***	46,1300	0,0003	***	47,8400	0,0005	***
m=11			m=12			m=13			m=14			m=15		
LR	p-valor		LR	p-valor		LR	p-valor		LR	p-valor		LR	p-valor	
48,8600	0,0008	***	51,9400	0,0008	***	60,4700	0,0001	***	70,3900	0,0000	***	77,9900	0,0000	***

*** - significativa a 1%. ** - significativa a 5%. * - significativa a 10%.

4.3 RVF.

Sem problemas aparentes nas taxas de desconto ou retorno, passa-se ao teste da segunda hipótese nula do trabalho, pela comparação entre o valor fundamental e o preço da ação. Conforme se observa da Figura 3, a hipótese nula de desigualdade entre valor fundamental e preço da ação não pode ser rejeitada para todo o período analisado, eis que há significativa diferença entre valor e preço a partir do meio da década de 90 e que é acentuada até 2000, e a referida diferença não pode ser atribuída à extensão da série de dividendos utilizada na apuração do valor fundamental.

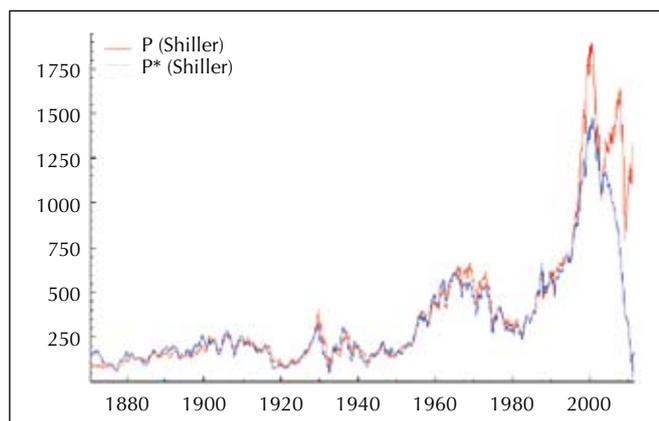


Figura 3 Valor Fundamental da ação (P*) e preço (P)

A hipótese nula de constância dos vetores de cointegração foi rejeitada de forma significativa em todos os polinômios utilizados, de m=1 a m=15, conforme demonstra a Tabela 7, com os resultados analisados em relação aos valores críticos de LR_{tvc} de Bierens e Martins (2010). Tal resultado é extremamente relevante para os estudos sobre o mercado acionário norte-americano, sugerindo robusta validação do modelo de Bierens e Martins (2010) para os dados agregados de frequência mensal aqui utilizados. Portanto, rejeitada a primeira hipótese nula do trabalho.

Portanto, a hipótese nula de desigualdade entre valor fundamental e preço da ação, segunda deste trabalho, também não pode ser rejeitada em relação à frequência de Shiller, de forma inconsistente ao referencial teórico deste trabalho de RE de Muth (1961).

4.4 Comparação.

O resultado observado na Figura 3 é semelhante ao obtido por Campbell e Shiller (1987a) até 1980. No entorno de 1930, o preço supera o valor fundamental. Todavia, no referido trabalho, de 1960 a 1980, o valor fundamental não mais ultrapassou o preço da ação, ao contrário do resultado aqui observado. De 1980 até 1995, o valor fundamental e o preço da ação apresentam alguns momentos de igualdade, conforme demonstra a Figura 4. Portanto, embora a segunda hipótese nula do trabalho não seja rejeitada, os resultados sugerem a validação e o poder explanatório do modelo utilizado.

O histórico oferecido por Granger (2010) indica a tendência de estudos de TV VECM. Em Bierens e Martins (2010), o modelo foi utilizado na paridade do poder de compra. Neste, a utilização de MAX, TR e LR com CTP em variáveis em nível permitiu captar a variabilidade dos vetores para série mensal de preço e dividendos, o que sugere a validação do modelo e de LR_{tvc} (Bierens & Martins, 2010) e reforça a referida tendência.

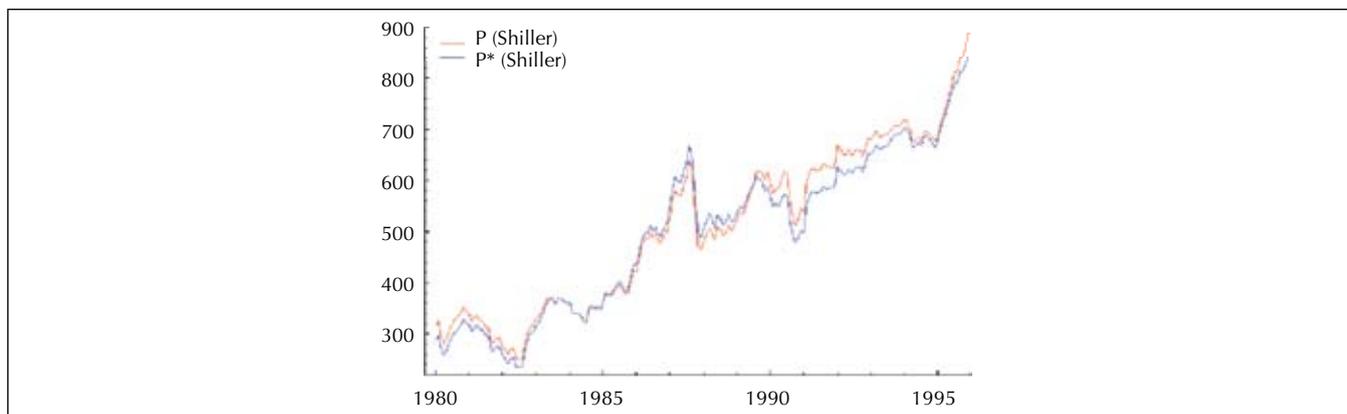


Figura 4 Valor fundamental da ação (P^*) e preço (P), de 1980 a 1995

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, os resultados demonstram a validação de um modelo inovador e original de analisar séries temporais e também a desigualdade entre valor fundamental e preço da ação para o mercado acionário norte-americano. Tal demonstração suscita importantes considerações.

Quanto ao modelo, fronteiras de pesquisa ainda não exploradas podem ser ultrapassadas, como, por exemplo, a análise das decisões de investimento, de financiamento e de distribuição de resultados das corporações, considerando variáveis de ações, dívida, estrutura de capital e assimetria de informação, no nível da empresa, uma vez que restou demonstrada a qualidade da utilização de variáveis em nível, no lugar de diferenças ou transformações e, principalmente, a habilidade de captação de mudanças estruturais suaves e contínuas em séries temporais, abrindo nova perspectiva para as pesquisas em finanças corporativas. Especificamente, a utilização de variáveis em nível permite que os modelos capturem as características próprias da variável e não sejam afetados por possíveis resíduos advindos de sua variação de um período para outro ou de sua transformação em logaritmo natural, a qual conduz equivocadamente variáveis não estacionárias para a condição de estacionárias, o que implica em significativa distorção da

aplicação dos testes de cointegração.

Também os testes de racionalidade de bolhas especulativas podem ser estendidos, tendo em vista que a desigualdade de valor fundamental e preço da ação pode se dever a decisões racionais, que agora podem melhor se incorporar ao modelo aqui utilizado. Possivelmente, o limite da oscilação dos vetores tenha sido alcançado, restando a hipótese de racionalidade de movimentos especulativos para explicar a referida desigualdade.

O papel da qualidade e disponibilidade da informação contábil são, neste sentido, ressaltados, uma vez que o período de desigualdade entre preço e valor fundamental coincide com aquele em que se ampliaram esforços de harmonização contábil internacional, com o objetivo de averiguar seu impacto na assimetria da informação.

Por outro lado, quanto ao período de aparente igualdade entre valor fundamental e preço da ação, deve-se investigar se tal resultado decorreu exclusivamente do modelo utilizado ou a este fato somar-se-iam má especificação de modelos utilizados em estudos anteriores e a possibilidade de outros modelos com vetores oscilando no tempo obterem resultado semelhante.

Referências

- Abdelmalek, N. (1976). The discrete linear one-sided Chebyshev approximation. *Journal of Applied Mathematics*, 18 (1), 361-370.
- Asteriou, D., & Hall, S. (2007). *Applied econometrics: a modern approach using Eviews and Microfit* (Revised ed.). New York: Palgrave Macmillan.
- Ball, L., & Croushore, D. (2003). Expectations and the effects of monetary policy. *Journal of Money, Credit and Banking*, 35 (4), 473-484.
- Berzins, M., & Dew, P. (1981). A generalized Chebyshev method for nonlinear parabolic equations in one space variable. *Journal of Numerical Analysis*, 1981 (1), 469-487.
- Bierens, H. (2011). *Easyreg International*. Recuperado em 24 abril, 2011, de <http://econ.la.psu.edu/~hbierens/OLDERVER.HTM>.
- Bierens, H., & Martins, L. (2010). Time-varying cointegration. *Econometric Theory*, 2010 (1), 1-38.
- Bierens, H. J. (1982). Consistent model specification tests. *Journal of Econometrics*, 20 (1), 105-134.
- Bierens, H. J. (1997). Testing the unit root with drift hypothesis against nonlinear trend stationarity, with an application to the US price level and interest rate. *Journal of Econometrics*, 81 (1), 29-64.
- Binder, M., & Pesaran, M. (1998). Decision making in the presence of heterogeneous information and social interactions. *International Economic Review*, 39 (4), 1027-1052.
- Bonfim, A. N., & Diebold, F. (1997). Bounded rationality and strategic complementarity in a macroeconomic model: policy effects, persistence and multipliers. *The Economic Journal*, 107 (444), 1358-1374.
- Boswijk, H., & Franses, P. (1995). Periodic cointegration: representation and inference. *The Review of Economics and Statistics*, 77 (3), 436-454.
- Boyd, J. (2000). *Chebyshev and Fourier Spectral Methods*. (2nd ed.). Mineola: Dover Publications.
- Brannigan, M. (1981). Theory and computation of best strict constrained Chebyshev approximation of discrete data. *Journal of Numerical Analysis*, 1981 (1), 169-184.
- Brav, A., & Heaton, J. (2002). Competing theories of financial anomalies. *The Review of Financial Studies*, 15 (2), 575-606.
- Bray, M., & Savin, N. (1986). Rational expectations equilibria, learning, and model specification. *Econometrica*, 54 (5), 1129-1160.
- Bruno, M., & Fischer, S. (1990). Seigniorage, operating rules, and the high inflation trap. *The Quarterly Journal of Economics*, 105 (2), 353-374.
- Burkley, G., & Harris, R. (1997). Irrational analysts' expectations as a cause of excess volatility in stock prices. *The Economic Journal*, 107 (441), 359-371.
- Campbell, J., & Shiller, R. (1987a). Cointegration and tests of present value

- models. *The Journal of Political Economy*, 95 (5), 1062-1088.
- Campbell, J., & Shiller, R. (1987b). Stock Prices, earnings, and expected dividends. *The Journal of Finance*, 43 (3), 661-676.
- Carroll, C. (2003). Macroeconomic expectations of households and professional forecasters. *The Quarterly Journal of Economics*, 118 (1), 269-298.
- Chan, J., Koop, G., Leon-Gonzalez, R., & Strachan, R. (2010). Time-varying dimension models. *Working Paper*, 1-33.
- Chawla, M. (1967). A note on the estimation of the coefficients in the Chebyshev series expansion of a function having a logarithmic singularity. *The Computer Journal*, 1967 (1), 413-419.
- Chen, W., & Hurvich, C. (2006). Semiparametric estimation of fractional cointegrating subspaces. *The Annals of Statistics*, 34 (6), 2939-2979.
- Chow, G. (1989). Rational versus adaptive expectations in present value models. *The Review of Economics and Statistics*, 71 (3), 376-384.
- Chow, Y., & Liu, M. (1999). Long swings with memory and stock market fluctuations. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 34 (3), 341-367.
- Cummins, J., & Outreville, J. (1987). An international analysis of underwriting cycles in property-liability insurance. *The Journal of Risk and Insurance*, 54 (2), 246-262.
- Cuthbertson, K., & Nitzche, D. (2004). *Quantitative financial economics: stocks, bonds and foreign exchange*. (2nd ed.). Chichester: John Wiley & Sons.
- Danthine, J.-P., & Donaldson, J. (1986). Inflation and asset prices in an exchange economy. *Econometrica*, 54 (3), 585-605.
- Dejong, D., & Whiteman, C. (1991). The temporal stability of dividends and stock prices: evidence from the likelihood function. *The American Economic Review*, 81 (3), 600-617.
- Deschamps, P. (2003). Time-varying intercepts and equilibrium analysis: an extension of the dynamic almost ideal demand model. *Journal of Applied Econometrics*, 18 (2), 209-236.
- Dew, P., & Scraton, R. (1972). An improved method for the solution of the heat equation in Chebyshev series. *Journal of Applied Mathematics*, 9 (1), 299-309.
- Dew, P., & Scraton, R. (1975). Chebyshev methods for the numerical solution of parabolic partial differential equations in two and three space variables. *Journal of Applied Mathematics*, 16 (1), 121-131.
- Donaldson, R., & Kamstra, M. (1996). A new dividend forecasting procedure that rejects bubbles in asset price: the case of 1929's stock crash. *The Review of Financial Studies*, 9 (2), 333-383.
- Dunham, C. (1972). Chebyshev approximation by $A+B^* \log(1+CX)$ II. *Journal of Applied Mathematics*, 10 (1), 369-372.
- Elanagar, G., & Khamayseh, A. (1997). On the optimal spectral Chebyshev solution of a controlled nonlinear dynamical system. *Journal of Applied Mathematics*, 58 (1), 147-157.
- Engel, C., & Rodrigues, A. (1989). Tests of international CAPM with time-varying covariances. *Journal of Applied Econometrics*, 4 (2), 119-138.
- Engle, R., & Granger, C. (1987). Co-Integration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econometrica*, 55 (2), 251-276.
- Engle, R., & Smith, A. (1999). Stochastic permanent breaks. *The Review of Economics and Statistics*, 81 (4), 553-574.
- Fama, E. F. (1970). Efficient capital markets: a review of theory and empirical work. *The Journal of Finance*, 25 (2), 383-417.
- Fama, E. F. (1991). Efficient capital markets: II. *The Journal of Finance*, 46 (5), 1575-1617.
- Froot, K., & Obstfeld, M. (1991). Intrinsic bubbles: the case of stock prices. *The American Economic Review*, 81 (5), 1189-1214.
- Granger, C. (1981). Some properties of time series data and their use in econometric model specification. *Journal of Econometrics*, 16 (1981), 121-130.
- Granger, C. (2010). Some thoughts on the development of cointegration. *Journal of Econometrics*, 158 (2010), 3-6.
- Grant, J., & Ghiatis, A. (1983). Determination of the zeros of a linear combination of Chebyshev polynomials. *Journal of Numerical Analysis*, 1983 (3), 193-206.
- Gregory, A., Haug, A., & Lomuto, N. (2004). Mixed signals among tests for cointegration. *Journal of Applied Econometrics*, 19 (1), 89-98.
- Hall, S., Psaradakis, Z., & Sola, M. (1997). Cointegration and changes in regime: the Japanese consumption function. *Journal of Applied Econometrics*, 12 (2), 151-168.
- Hong, Y., & White, H. (1995). Consistent specification testing via nonparametric series regression. *Econometrica*, 63 (5), 1133-1159.
- Hsu, M., & Chou, J. (2007). Solutions of TS fuzzy model based time-delay dynamic systems via Chebyshev series approach. *Journal of Vibration and Control*, 13 (95), 95-106.
- Ivanov, K., Rivlin, T., & Saff, E. (1990). The representation of functions in term of their divided differences at Chebyshev nodes and roots of unity. *Journal of London Mathematics Society*, 2 (42), 309-328.
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economics Dynamics and Control*, 12 (1), 231-254.
- Johansen, S. (1991). Estimation and hypothesis testing of cointegration. *Econometrica*, 59 (6), 1551-1580.
- Kim, H., & Lee, J. (2001). Quasi-fixed inputs and long-run equilibrium in production: a cointegration analysis. *Journal of Applied Econometrics*, 16 (1), 41-57.
- Koop, G., Leon-Gonzalez, R., & Strachan, R. (2008). Bayesian inference in the time varying cointegration model. *Working Paper*, 1-48.
- Lanne, M. (2000). Near unit roots, cointegration, and the term structure of interest rates. *Journal of Applied Econometrics*, 15 (5), 513-529.
- Lee, B. (1995). The response of stock prices to permanent and temporary shocks to dividends. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 30 (1), 1-22.
- Mansour, T. (2009). Smooth partitions and Chebyshev polynomials. *Bull. London Mathematics Society*, 41 (2009), 961-970.
- Marmol, F., & Velasco, C. (2004). Consistent testing of cointegrating relationships. *Econometrica*, 72 (6), 1809-1844.
- Martins, L. (2005). *Structural changes in nonstationary time series econometrics: time varying cointegration and modeling catastrophic events*. Thesis doctor of Philosophy in Economics, The Pennsylvania State University, Philadelphia.
- Milgron, P. R. (1981). Rational expectations, information acquisition and competitive bidding. *Econometrica*, 49 (4), 921-943.
- Miller, M. H., & Modigliani, F. (1961). Dividend policy, growth and valuation of shares. *The Journal of Business*, 34 (4), 411-433.
- Muth, J. (1961). Rational expectations and the theory of price movements. *Econometrica*, 29 (3), 315-335.
- Pantula, S. G., & Fuller, W. A. (1993). The large sample distribution of the roots of the second order autoregressive polynomial. *Biometrika*, 80 (4), 919-923.
- Park, J., & Hahn, S. (1999). Cointegrating regressions with time varying coefficients. *Econometric Theory*, 15 (1999), 664-703.
- Phillips, P. (1991). Error correction and long-run equilibrium in continuous time. *Econometrica*, 59 (4), 967-980.
- Phillips, P., & Ouliaris, S. (1990). Asymptotic properties of residual based tests for cointegration. *Econometrica*, 58 (1), 165-193.
- Reny, P., & Perry, M. (2006). Toward a strategic foundation for rational expectation equilibrium. *Econometrica*, 74 (5), 1231-1269.
- Salzer, H. (1971). Lagrangian interpolation at the Chebyshev points $x_{n,v} = \cos(VTT/AZ)$, $V = 0(1)/!$; some unnoted advantages. *The Computer Journal*, 15 (2), 156-159.
- Scott, L. (1985). The present value model of stock prices: regression tests and Monte Carlo results. *The Review of Economics and Statistics*, 67 (4), 599-605.
- Shiller, R. (2005). *Irrational exuberance*. (2nd ed.). New York: Broadway books.
- Shiller, R. (2005b). *Online data*. Recuperado em 7 março, 2011, de <http://www.econ.yale.edu/~shiller/data.htm>.
- Sweilam, N., & Khader, M. (2010). A Chebyshev pseudo-spectral method for solving fractional-order integro-differential equations. *Anzian Journal*, 2010 (1), 1-12.
- Timmermann, A. (1995). Cointegration tests of present value models with a time-varying discount factor. *Journal of Applied Econometrics*, 10 (1), 17-31.
- Timmermann, A. (1996). Excess volatility and predictability of stock prices in autoregressive dividend models with learning. *The Review of Economic Studies*, 523-557.
- Watson, G. (1988). A method for the Chebyshev solution of an overdetermined system of complex linear equations. *Journal of Numerical Analysis*, 1988 (8), 461-471.
- West, K. (1987). A specification test for speculative bubbles. *The Quarterly Journal of Economics*, 102 (3), 553-580.
- West, K. (1988). Dividend innovations and stock price volatility. *Econometrica*, 56 (1), 37-61.
- Williams, J., & Ioannidis, C. (2010). Vector error correction models with time varying second moments. *Working Paper*, 1-8.
- Wooldridge, J. (2008). *Introductory econometrics - a modern approach*. (2nd ed.). Stanford: Cengage Learning International.
- Wrigley, H. (1963). Accelerating the Jacobi method for solving simultaneous equations by Chebyshev extrapolation when the eigenvalues of the iteration matrix are complex. *The Computer Journal*, 1963 (1), 169-176.