

Memória de Longo Prazo nos Retornos Acionistas dos Índices de Referência da *Euronext*, Implicações para a Hipótese de Mercados Eficientes e Contributo Fractal para Aperfeiçoamento do *Capital Asset Pricing Model*

Luís Miguel Pereira Gomes

Tese de Doutoramento em Gestão

Orientação: Doutor Vasco Jorge Salazar Soares

Dezembro de 2012



UNIVERSIDADE PORTUGALENSE

Luís Miguel Pereira Gomes

**MEMÓRIA DE LONGO PRAZO NOS RETORNOS ACIONISTAS DOS ÍNDICES
DE REFERÊNCIA DA *EURONEXT*, IMPLICAÇÕES PARA A HIPÓTESE DE
MERCADOS EFICIENTES E CONTRIBUTO FRACTAL PARA
APERFEIÇOAMENTO DO *CAPITAL ASSET PRICING MODEL***

Dissertação de Doutoramento em Gestão

Dezembro de 2012

Trabalho realizado sob orientação do Professor Doutor Vasco Jorge Salazar Soares



MEMÓRIA DE LONGO PRAZO NOS RETORNOS ACIONISTAS DOS ÍNDICES DE REFERÊNCIA DA
EURONEXT, IMPLICAÇÕES PARA A HIPÓTESE DE MERCADOS EFICIENTES E CONTRIBUTO
FRACTAL PARA APERFEIÇOAMENTO DO *CAPITAL ASSET PRICING MODEL*

RESUMO

Não existe uma definição única de processo de memória de longo prazo. Esse processo é geralmente definido como uma série que possui um correlograma decaindo lentamente ou um espectro infinito de frequência *zero*. Também se refere que uma série com tal propriedade é caracterizada pela dependência a longo prazo e por não periódicos ciclos longos, ou que essa característica descreve a estrutura de correlação de uma série de longos desfasamentos ou que é convencionalmente expressa em termos do declínio da lei-potência da função auto-covariância.

O interesse crescente da investigação internacional no aprofundamento do tema é justificado pela procura de um melhor entendimento da natureza dinâmica das séries temporais dos preços dos ativos financeiros. Em primeiro lugar, a falta de consistência entre os resultados reclama novos estudos e a utilização de várias metodologias complementares. Em segundo lugar, a confirmação de processos de memória longa tem implicações relevantes ao nível da (1) modelação teórica e econométrica (i.e., dos modelos *martingale* de preços e das regras técnicas de negociação), (2) dos testes estatísticos aos modelos de equilíbrio e avaliação, (3) das decisões ótimas de consumo / poupança e de portefólio e (4) da medição de eficiência e racionalidade. Em terceiro lugar, ainda permanecem questões científicas empíricas sobre a identificação do modelo geral teórico de mercado mais adequado para modelar a difusão das séries. Em quarto lugar, aos reguladores e gestores de risco importa saber se existem mercados persistentes e, por isso, ineficientes, que, portanto, possam produzir retornos anormais.

O objetivo do trabalho de investigação da dissertação é duplo. Por um lado, pretende proporcionar conhecimento adicional para o debate da memória de longo prazo, debruçando-se sobre o comportamento das séries diárias de retornos dos principais índices acionistas da *EURONEXT*. Por outro lado, pretende contribuir para o aperfeiçoamento do *capital asset pricing model (CAPM)*, considerando uma medida de risco alternativa capaz de ultrapassar os constrangimentos da hipótese de mercado eficiente (*EMH*) na presença de séries financeiras com processos sem incrementos independentes e identicamente distribuídos (*i.i.d.*).

O estudo empírico indica a possibilidade de utilização alternativa das obrigações do tesouro (*OT's*) com maturidade de longo prazo no cálculo dos retornos do mercado, dado que o seu comportamento nos mercados de dívida soberana reflete a confiança dos investidores nas condições financeiras dos Estados e mede a forma como avaliam as respetivas economias com base no desempenho da generalidade dos seus ativos.

Embora o modelo de difusão de preços definido pelo movimento Browniano geométrico (gBm) alegue proporcionar um bom ajustamento das séries temporais financeiras, os seus pressupostos de normalidade, estacionariedade e independência das inovações residuais são adulterados pelos dados empíricos analisados. Por isso, na procura de evidências sobre a propriedade de memória longa nos mercados recorre-se à *rescaled-range analysis* (R/S) e à *detrended fluctuation analysis* (DFA), sob abordagem do movimento Browniano fracionário (fBm), para estimar o expoente Hurst H em relação às séries de dados completas e para calcular o expoente Hurst “local” $H(t)$ em janelas móveis. Complementarmente, são realizados testes estatísticos de hipóteses através do *rescaled-range tests* (R/S), do *modified rescaled-range test* ($M - R/S$) e do *fractional differencing test* (GPH).

Em termos de uma conclusão única a partir de todos os métodos sobre a natureza da dependência para o mercado acionista em geral, os resultados empíricos são inconclusivos. Isso quer dizer que o grau de memória de longo prazo e, assim, qualquer classificação, depende de cada mercado particular. No entanto, os resultados gerais maioritariamente positivos suportam a presença de memória longa, sob a forma de persistência, nos retornos acionistas da Bélgica, Holanda e Portugal. Isto sugere que estes mercados estão mais sujeitos a maior previsibilidade (“efeito José”), mas também a tendências que podem ser inesperadamente interrompidas por descontinuidades (“efeito Noé”), e, por isso, tendem a ser mais arriscados para negociar. Apesar da evidência de dinâmica fractal ter suporte estatístico fraco, em sintonia com a maior parte dos estudos internacionais, refuta a hipótese de passeio aleatório com incrementos i.i.d., que é a base da *EMH* na sua forma fraca.

Atendendo a isso, propõem-se contributos para aperfeiçoamento do *CAPM*, através da proposta de uma nova “*fractal capital market line*” (*FCML*) e de uma nova “*fractal security market line*” (*FSML*). A nova proposta sugere que o elemento de risco (para o mercado, para o portefólio e para um ativo) seja dado pelo expoente H de Hurst para desfasamentos de longo prazo dos retornos acionistas. O expoente H mede o grau de memória de longo prazo nos índices acionistas, quer quando as séries de retornos seguem um processo i.i.d. não correlacionado, descrito pelo gBm (em que $H = 0.5$, confirmando-se a *EMH* e adequando-se o *CAPM*), quer quando seguem um processo com dependência estatística, descrito pelo fBm (em que $H \neq 0.5$, rejeitando-se a *EMH* e desadequando-se o *CAPM*).

A vantagem da *FCML* e da *FSML* é que a medida de memória de longo prazo, definida por H , é a referência adequada para traduzir o risco em modelos que possam ser aplicados a séries de dados que sigam processos i.i.d. e processos com dependência não linear. Então, estas formulações contemplam a *EMH* como um caso particular possível.

LONG-TERM MEMORY IN STOCK RETURNS OF *EURONEXT* MAIN INDEXES, IMPLICATIONS
FOR THE EFFICIENT MARKET HYPOTHESIS AND FRACTAL CONTRIBUTION FOR THE
IMPROVEMENT OF *CAPITAL ASSET PRICING MODEL*

ABSTRACT

There is not a single definition for long term process memory. That process is normally defined as a series which has a correlogram decaying slowly or an infinite spectrum of *zero* frequency. It is also referred that a series having such property is characterized by the long term dependence and not by periodical long cycles, or that such characteristic describes the correlation structure of a series of long lags or it is conventionally expressed in terms of the power-law decay of the autocovariance function.

The growing interest of international research towards a deepening study of such domain is justified by the search for a better understanding of the dynamic nature of time series of financial assets prices. First of all the lack of consistency between results claims new studies and surveys, as well as using different complementary methodology. Secondly, the confirmation of long term memory processes has got relevant implications at the level of (1) theoretical and econometric modeling (i.e. of martingale models of asset prices and technical trading rules), (2) of statistic testing to pricing models, (3) of optimum consumption / savings decisions and of portfolios and (4) of measuring efficiency and rationality. Thirdly, there still remain empirical scientific questions about the identification of the most suitable general theoretical paradigm to model the series' diffusion. Fourthly, to regulators and risk capital managers it is important to know if there are persistent markets and so, inefficient, which can therefore produce abnormal returns.

The working purpose of this research dissertation is double. In the one side, it aims to provide additional knowledge for discussion of long term memory, devoting a daily behavior of returns series of *EURONEXT* main stock indexes. On the other side, it aims to provide for the improvement of capital asset pricing model (*CAPM*), considering an alternative risk measure capable of overcoming the constraints of the efficient market hypothesis (*EMH*) in the presence of financial series with not independent and identically distributed (*i.i.d.*) processes.

The empirical study indicates the possibility of alternative use of Government Bonds with long term maturities in calculation of market returns, since their behavior in the sovereign debt markets reflects the investors' trust in the financial conditions of the states and measures the way how investors evaluate the respective economies based on the performance of generality of their assets.

Although the price diffusion model defined by the geometric Brownian motion (gBm) claims to provide a good adjustment of financial time series, its assumptions of normality, stationarity and independence of residual innovations are adulterated by the empirical data analyzed. Thus, in the search for evidence about long term memory in the markets, the dissertation resorts to *rescaled-range analysis* (R/S) and *detrended fluctuation analysis* (DFA), on the approach of fractional Brownian motion (fBm), to estimate the Hurst exponent H in relation to the complete data series and to calculate the “local” Hurst exponent $H(t)$ in moving time windows. In addition, hypothesis statistical tests are implemented through *rescaled-range tests* (R/S), *modified rescaled-range test* ($M - R/S$) and of *fractional differencing test* (GPH).

In terms of a unique conclusion from the overall methods on the nature of dependence to the stock market In general, the empiric results are inconclusive. That means the long term memory degree and so any classification, depends on each particular market. Notwithstanding, the majority of positive general results support the presence of long run memory, under the persistence form, stock returns in Belgium, Netherlands and Portugal. That suggests that those markets are more subject to a greater predictability (“Joseph effect”), but also to tendencies that can be unexpectedly interrupted by discontinuity (“Noah effect”), and, for that reason, tend to be riskier to trading. Despite the evidence of the fractal dynamics having a weak support, in harmony with most of the international studies, it refutes the hypothesis of random walk with i.d.d. increments, which is the basis of the *EMH* in its weak form.

Having that in mind, contributions for *CAPM* improvement are suggested, through the proposal of a new “*fractal capital market line*” (*FCML*) and a new “*fractal security market line*” (*FSML*). The new proposal proposes that the element of risk (for market and for an asset) will be provided by the Hurst exponent H for long term lags of stock returns. The H exponent measures the long term memory degree in stock indexes, whether when the returns series follows a non-correlate i.d.d. process, described by gBm (in which $H = 0.5$, being confirmed the *EMH* and being appropriate the *CAPM*), or when follows a process with statistical dependence, described by fBm (in which $H \neq 0.5$, rejecting the *EMH* and misadjusting the *CAPM*).

The advantage of *FCML* and *FSML* is that the long term memory measure, defined by H , is the adequate reference to express the risk in models that might be applied to data series that follow i.d.d. processes and processes with nonlinear dependence. So, these formulations contemplate the *EMH* as a possible particular case.