

A TURBULÊNCIA DAS FINANÇAS MODERNAS: SERÁ O FIM DO COMPORTAMENTO ALEATÓRIO E O SURGIMENTO DO COMPORTAMENTO DETERMINÍSTICO DO CAOS?

AUTORES

TIAGO ALVES COSTA

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
tiagomestreadm@hotmail.com

RUBENS FAMÁ

Universidade de São Paulo
rfama@usp.br

RESUMO

O presente trabalho procura mostrar a turbulência que o paradigma mais importante das finanças modernas passa atualmente: a hipótese de mercados eficientes (HME). Tal teoria afirma que os mercados são eficientes na medida em que as séries dos retornos (ações e outros ativos de risco) possuem uma variação aleatória ou “random walk” de forma que qualquer tentativa de previsão dos comportamentos dos ativos fracassaria impossibilitando qualquer investidor ganhar do mercado. Muitos trabalhos têm sido feitos para atestar tal hipótese e muitos têm conseguido, porém, após a década de 80 começaram a surgir muitos trabalhos negando tal hipótese e esse fenômeno ocorreu por conta da evolução tecnológica e computacional. Dessa forma surgem duas correntes para lidar com a crise. A primeira tenta salvar o paradigma atual. Essa corrente é baseada nos modelos ARMA (Autoregressive Movable Average) e ARCH (Autoregressive Conditional Heteroscedasticity). A segunda tenta por fim no paradigma e propor um novo. Este trabalho mostra a turbulência e as duas correntes propostas. A conclusão é de que pode haver espaço para as duas correntes sem eliminar o fato de que a segunda poderá no futuro prevalecer dada a evolução tecnológica. Sendo a ciência e a humanidade beneficiárias de tal crise.

Palavras-chave: teoria do caos, HME, hipótese de mercados eficientes, modelos estocásticos.

THE TURBULENCE OF THE MODERN FINANCE: IT WOULD BE THE END OF THE RANDOW WALK AND THE RISING OF DETERMINISTIC BEHAVIOR OF CAOS?

ABSTRACT

This paper work looks for showing the turbulence that the most important paradigm of modern finance is passing currently: the hypothesis of efficient markets (HME). That theory says that markets are efficient as the series of returns (stocks e others financial assets) possess a random walk behavior, so that any attempt of forecast the behavior of the assets would fail disabling any investor to win from stock market. Many works have been made in the decade of 80, after that, they do not confirm the hypothesis of an efficient market. In this way, two chains appear to deal with the turbulence. The first one tries to save the current paradigm. This chain is founded on ARMA (Autoregressive Movable Average) and ARCH (Autoregressive Conditional Heteroscedasticity). The second tries to put an end in it and to consider a new one. This

chain is founded on deterministic behavior. This work shows the turbulence and the two current proposals. The conclusion is that it might have space for the two chains without eliminating the fact that the second one will be able in the future to take advantage due the technological evolution. Being science and the humanity beneficiaries of such a crisis.

INTRODUÇÃO

Um dos principais paradigmas da moderna teoria de finanças diz respeito à teoria dos mercados eficientes (HME). Tal teoria afirma que os mercados são eficientes na medida em que as séries dos retornos (ações e outros ativos de risco) possuem uma variação aleatória ou “random walk” de forma que qualquer tentativa de previsão do comportamentos dos ativos fracassaria impossibilitando qualquer investidor ganhar do mercado. Esse fenômeno ocorreria porque os retornos dos títulos estariam atrelados às inúmeras variáveis tipicamente imprevisíveis. Essa premissa é base para a formulação de conceitos importantes que norteiam as finanças modernas: modelos de precificação de ativos como o *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) e a análise de portfólio de Markowitz.

Muitos trabalhos até meados da década de 70 procuraram evidenciar tal teoria e com sucesso o fizeram. Porém, com a evolução tecnológica e computacional na coleta, armazenagem e análise de dados fizeram com que a situação destas pesquisas se invertesse na década de 80, ou seja, muitas delas começaram a encontrar anomalias que não eram previstas e justificadas pela teoria dos mercados eficientes, dada a profundidade e eficiência com que as pesquisas eram executadas a partir desta década. DA COSTA Jr., LEAL e LEMGRUBER (2006) fazem uma boa ilustração ao comparar a situação das finanças modernas com a astronomia, pois, com a invenção do telescópio, que permitiu a observação mais adequada do universo, muitas teorias já explicitadas sobre o cosmos caíram por terra graças à observação de inúmeras irregularidades.

Para essa encruzilhada a qual a moderna teoria de finanças se encontra, pode haver três saídas já propostas por Kuhn (1970:84). O autor afirma que quando uma ciência enfrenta uma crise como essa, há três caminhos à seguir. O primeiro é a explicação pelas teorias vigentes do fenômeno que colocou em xeque o paradigma. O segundo é a impossibilidade de explicação onde se transfere o problema para as gerações futuras na esperança de que esta tenha um ferramental melhor para solucionar o problema. O terceiro é a criação de um novo paradigma que explique o fenômeno, ou fenômenos e uma inevitável batalha para sua aceitação.

Os atuais pesquisadores têm tentado o primeiro e o último caminho. Tem aqueles que através de modelos lineares e não lineares tentam explicar os fenômenos encontrados de forma a se manter o paradigma atual. Por outro lado, há aqueles que começaram a propor novos modelos baseados na teoria do caos (modelos determinísticos) de forma a substituir o atual paradigma.

Com isso o objetivo do presente trabalho fica definido como:

Apontar o atual fenômeno ocorrido na década de 80;

Mostrar os modelos estocásticos que tentam manter o atual paradigma de pé;

Mostrar como os modelos determinísticos se encaixam na tentativa de virar um novo paradigma, ou propor um novo.

Para tanto, o trabalho irá apresentar quatro seções: a hipótese do mercado eficiente e as teorias oriundas dessa hipótese, evidência da disparidade de resultados de pesquisas na década de 70 e 80, os modelos estocásticos lineares e não lineares, a teoria do caos e o mercado financeiro e por último as considerações finais.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Hipótese do mercado eficiente.

Uma das bases da moderna teoria de finanças é a teoria dos mercados eficientes. Inicialmente evidenciada, mas não proposta, por BACHELIER (1900) que defendeu que os rendimentos das ações ou qualquer outro ativo de risco segue um percurso aleatório ou “random walk” porque tais retornos dependeriam de inúmeras variáveis tipicamente imprevisíveis.

Tal idéia teve um impacto gigantesco na ciência das finanças, pois, ao afirmar se que os títulos possuem um comportamento imprevisível e aleatório permite-se também afirmar que os títulos possuem um valor intrínseco, ou um valor justo, e que esse valor variaria de forma positiva e negativa ao sabor do mercado de forma imprevisível. Ora, tal variação pode ser encarada estatisticamente como desvios do valor intrínseco e a média de tais desvios fornece o desvio padrão e a variância. Em outras palavras, as medidas centrais da estatística como a média e a mediana de tal variação aleatória pode ser considerada o valor de um determinado ativo.

A idéia de que um título possui um valor justo e que pode ser calculado gerou múltiplos desenvolvimentos em finanças, mas os mais importantes foram a Teoria de Seleção de Carteiras proposta por Markowitz e a Teoria de Precificação de Ativos (CAPM) proposta por Sharpe, ambos ganhadores de prêmio Nobel por tais trabalhos.

MARKOWITZ (1952) propõe a seleção de uma carteira de ativos de forma que os retornos sejam maximizados e os riscos minimizados. Em outras palavras, seu modelo propõe que uma carteira de ativos terá o retorno correspondente a média ponderada (dada a participação de cada ativo na carteira) de cada ativo ou passivo participante da carteira, porém, a volatilidade, considerada como a medida estatística variância (média dos desvios do caminho aleatório vista anteriormente), será menor do que a média de seus componentes individuais. Resumindo, o que ele propõe é um modelo que diversifica uma carteira onde os retornos são maximizados em relação ao risco que é minimizado, de tal forma que essa relação entre risco e retorno seja melhor do que a mesma relação de seus ativos isoladamente. Em outras palavras, ele mostra que não colocar os “ovos numa mesma cesta” é a melhor opção.

SHARPE (1964), LINTNER (1965) e MOSSIN (1966) inspirados no estudo de Markowitz desenvolveram o modelo de precificação de ativos mais utilizados hoje em dia, o CAPM ou *Capital Asset Pricing Model*. Tal método permite o cálculo do valor de um título com risco dado o nível de risco (β). Ele pressupõe que o retorno de um ativo é o retorno de um ativo considerado livre de risco mais um prêmio pelo risco (obtido com a diferença do título sem risco por um portfólio de mercado) ponderado pelo nível de

risco do ativo (β). Esse modelo é altamente discutido hoje em dia dada a seu número elevado de pressupostos que fogem, e muito, da realidade, porém, tal fato não tira a credibilidade da metodologia, pois, segundo o próprio SHARPE (1964) o teste de uma teoria não podem ser suas suposições mas as suas implicações para o mundo. E ainda, não há outra teoria de precificação de ativos que possa ser considerada alternativa. Portanto, o modelo CAPM é amplamente utilizado e aceito pelo mercado e pela comunidade científica ainda nos dias de hoje.

Mas só foi em 1970 com Fama, um dos precursores da Teoria do Mercado Eficiente, que tal teoria foi formalizada como a de um mercado que reflete rapidamente todas as informações disponíveis. Dessa forma, os próprios preços dos ativos forneceriam sinais para o investidor alocar seus recursos FAMA (1970). VAN HORNE (1995, p. 51) apresenta definição semelhante, ele afirma que os preços dos ativos refletem um consenso sobre todas as informações relevantes e disponíveis sobre a economia e os preços se ajustariam rapidamente. Ainda BREALEY e MYERS (1992, p. 289) dizem que em mercados eficientes a compra ou venda de qualquer título pelo preço vigente no mercado não será uma transação com VPL positivo.

Sendo assim, concluindo de acordo com BRUNI e FAMÁ (1998, p. 72), haveria um preço normal para os títulos no mercado que representariam seu valor intrínseco e que esse valor ficaria flutuando de forma imprevisível (random walk), e quando ocorressem informações relevantes esse valor mudaria de forma previsível, mas as suas flutuações não. Em outras palavras, cada título teria um valor intrínseco e apresentaria retornos normais (flutuações imprevisíveis) e quando ocorressem informações relevantes ocorreriam retornos anormais, mas em seguida esse retorno anormal deixaria de existir e voltaria a apresentar os mesmos retornos normais em volta de um novo valor intrínseco.

Evidência da disparidade de resultados de pesquisas na década de 70 e 80

Diante do fortalecimento e divulgação da HME, tornou-se evidente a necessidade de pesquisas para testá-la. Uma enxurrada de pesquisas nessa linha foram feitas a partir de década de 60.

FAMÁ e BRUNI (1998) através de levantamento bibliográfico identificaram uma série de estudos favorecendo e desfavorecendo a hipótese de mercados eficientes. A tabela abaixo mostra os trabalhos que favoreceram a HME.

Autores	Objetivo	Considerações dos autores
Bachelier (1900)	Analisar o comportamento do preço de mercadorias (commodities).	Foi, possivelmente, o primeiro trabalho sobre o comportamento aleatório dos preços dos ativos e mercados eficientes. Após estudar os mercados de capitais franceses do século passado, detectou a impossibilidade de efetuar boas previsões sobre os preços dos ativos.
Ball e Brown (1968)	Analisar a velocidade de ajustamento dos preços a novas informações.	As informações são rapidamente ajustadas, mesmo antes da divulgação oficial.
Brito (1985)	Verificar a eficiência dos preços no mercado futuro nacional.	Os resultados indicaram que os mercados futuros vinham mantendo um processo eficiente de formação de preços.

Fama, Fisher, Jensen e Roll (1969); Grinblatt, Masulis e Titman(1984), Leite (1990)	Estudar o efeito de splits das ações nos preços.	Apesar de alguns autores terem encontrado retornos anormais após o split e isso, aparentemente, representar uma característica de ineficiência, foram feitas ponderações sobre o aspecto informacional do split - que indicaria melhorias nos fluxos de caixa futuros, ou melhorias na liquidez dos ativos.
Jensen (1968), Kim (1978), Bogle e Twardowski (1980), Kon e Jen (1979).	Verificar a performance de fundos mútuos.	De acordo com a hipótese de eficiência dos mercados não seria possível a obtenção contínua, por parte dos gestores de fundos, de performances superiores - o que foi verificado pelos autores [segundo Brealey e Meyers (1992, p. 295)].
Kerr (1988)	Estudar no Brasil o efeito do vencimento de opções sobre o preço das ações no mercado à vista.	Não se poderia rejeitar a hipótese segundo a qual o vencimento no mercado de opções não tem influência sobre os preços do mercado à vista. Por outro lado, os preços das ações menos líquidas parecem sofrer alguma influência do vencimento do mercado de opções.
Pettit (1972); Foster (1973); Kaplan e Roll (1972); Mandelker (1974); Pattel e Wolfson (1984); Dann, Mayers e Raab (1974)	Analisar o efeito de informações contábeis publicadas.	Os preços rapidamente se ajustaram às novas informações.
Scholes (1972)	Estudar a capacidade do mercado em absorver grandes emissões de ações sem alterações significativas dos preços.	Verificou que a capacidade seria praticamente ilimitada.
Scholes (1972) ^a ; Kraus e Stoll (1972) ^a ; Mikkelsen e Partch (1985) ^a	Analisar o efeito nos preços da negociação de grandes blocos de ações.	O caráter informacional da negociação acarretou a diminuição dos preços analisados, reflexo da informação decorrente da negociação
Sunder (1973 e 1975); Ricks (1982), Biddle e Lindahl (1982)	Verificar se alterações no tratamento contábil dos estoques (alterações de LIFO para FIFO) seriam adequadamente refletidas nos preços das ações.	Apesar de uma diminuição do lucro por ação (no caso de troca de FIFO por LIFO), os investidores estariam corretamente preocupados com os fluxos de caixa futuros.
Thorstensen (1976) ^{Treynor (1972)}	Analisar o comportamento aleatório do índice Bovespa. Analisar o efeito de maquiagens contábeis no preço das ações.	Verificou o Ibovespa mostrava um comportamento coerente com o rumo aleatório. Os investidores saberiam conhecer as maquiagens, removendo seus efeitos dos preços das ações. A eficiência dos mercados seria assegurada.
Working (1934)	Estudar as séries históricas dos preços das ações	De forma similar a Bachelier, encontrou um comportamento aleatório das séries. Em expressão do autor, cada série parecia "errática, quase como se o Demônio do Azar tirasse um número aleatório todas as semanas [...] e o acrescentasse ao preço corrente para determinar o preço da semana seguinte".

TABELA 1 – Trabalho empíricos que atestaram a eficiência de mercado.

FONTE – Extraída e adaptada de BRUNI e FAMÁ (1998).

Pode se verificar que apenas três trabalhos são posteriores à 1985, os demais são anteriores. A seguir uma tabela contendo trabalhos empíricos negando a hipótese de mercado eficiente.

Autores	Objetivo	Considerações dos autores
Banz (1981)	Estudar os retornos de ações de empresas com baixo valor relativo de mercado.	Os retornos seriam estatisticamente superiores, indicando ineficiência do mercado. Entretanto, outros autores argumentam que após a consideração dos custos de transação envolvidos esses retornos anormais desapareceriam.
Beneish e Whaley (1996) _g	Estudar o efeito da participação da ação na carteira teórica do S&P 500 e seu retorno.	Os resultados indicaram retornos anormais para ações participantes da carteira teórica do índice.
Bernard e Thomas (1990)	Analisar a reação dos preços em relação a novas informações tornadas públicas.	Os resultados indicaram que os preços reagiriam demoradamente a anúncios de lucros das empresas
Brock, Lakonishok e LeBaron (1992)	Testar as principais técnicas da análise gráfica	Verificaram que seria possível a obtenção de retornos anormais e estatisticamente significantes mediante o uso da análise técnica.
Capaul, Rowley e Sharpe (1993), Sanders (1995), Chisolm (1991)	Estudar a performance de estratégias baseadas em valor em diferentes países	De modo geral, para diversos estudados, as estratégias de valor possibilitariam a obtenção de retornos anormais.
DeBondt e Thaler (1985), Clayman (1987)	Estudar o princípio estatístico de reversão à média nos mercados de capitais	De acordo com os resultados encontrados os mercados apresentariam uma forte reversão à média, característica marcante de ineficiência.
Dreman (19??)	Analisar os efeitos da divulgação de lucros	Concluiu que haveria uma ineficiência no mercado na análise dessas informações
Fama e Frincha (1992)	Testar a hipótese conjunta de eficiência e CAPM.	Não encontrou relação significativa entre retornos e riscos. Por outro lado, variáveis relacionadas a valor (book/market) estariam fortemente associadas aos retornos.
Harvey (1991)	Analisar retornos de ações em países diferentes.	Indicou que haveria uma certa variação comum de retornos entre países, o que tornaria os retornos relativamente previsíveis.
Haugen e Jorion (1996), Dyl (1973), Branch (1977), Keim (1983), Reinganum (1983), Roll (1983).	Estudar os retornos das ações em diferentes meses do ano.	Os resultados indicaram que, de forma persistente, as ações apresentariam retornos anormais em janeiro.
Hensel e Ziemba (1996)	Analisar os retornos do S&P 500 nas mudanças dos meses.	Os retornos encontrados foram significativamente superiores à média, o que indicaria uma ineficiência de mercado.
Jaffe (1974), Seyhun (1986), Finnerty (1976), Lakonishok e Lee (19??)	Estudar os retornos obtidos por detentores de informações privilegiadas (insiders traders).	Encontraram performances superiores, o que indica que na forma forte não existe eficiência dos mercados.
Keim (1986)	Analisar os retornos das ações ao longo dos meses	O mês de janeiro apresentou retornos anormais, indicando ineficiência dos investidores (e dos mercados) em arbitrar as oportunidades.
Keim e Stambough (1986), Chen (1991)	Estudar a previsibilidade dos retornos.	Resultados indicaram que os retornos dos ativos analisados poderiam ser previstos.
Lakonishok, Vishny e Shleifer (1993)	Analisar estratégias de investimento baseadas em índices de valor.	As estratégias empregadas possibilitaram a obtenção de retornos anormais.
Lo e Mackinlay (1988), Conrad e Kaul (1988), French e Roll (1986)	Analisar a autocorrelação dos retornos diários das ações.	Os resultados dos autores indicaram que pode haver um nível relativamente pequeno de autocorrelação negativa nos retornos diários do mercado de ações. Entretanto, representaria uma parcela muito pequena da variância total dos retornos das ações.
Niederhoffer e Osborne (1966)	Analisar a performance de especialistas atuantes na NYSE.	Detectou performances superiores consistentes, o que negaria a eficiência dos mercados.
O'Shaughnessy (1997),	Estudar a associação entre retornos e a relação preço sobre lucros.	Seria possível obter retornos superiores com base em ações de baixo P/L.

Reinganum (1997), Jacobs e Levy (1987)	Testar os retornos de pequenas grandes e pequenas e analisar os retornos ocorridos no mês de janeiro.	Encontraram que os retornos das ações de empresas com os mais baixos valores de mercado estariam fortemente concentrados em janeiro.
Shiller (1981), Galdão (1998)	Estudar a eficiência com base nas volatilidades dos ativos.	As conclusões indicaram que a variância dos preços das ações seria grande demais para mercados eficientes.
Lakonishok e Levi (1982), Jaffe e Westerfield (1985), Lakonishok e Smidt (1988), Aggarwal e Rivoli (1989), Lakonishok e Maberly (1990), Louvet e Taramasco (1990), Lee, Pettit e Swankoski (1990), Ho (1990), Hamon e Jacquillat (1991), Leal e Sandoval (1994), French (1980)	Analisar os retornos das ações durante os diferentes dias da semana	De modo geral encontram que os retornos durante as segundas-feiras seriam significativamente mais baixos que durante os outros dias da semana
Basu (1977), Rosemberg e Marathe (1977), Ball (1978), Litzemberger e Ramaswamy (1979), Sittaman (1980), Chan Hamao e Lakonishok (1981), Reinganum (1981), Stambaugh (1982), Basu (1983), Lakinishok e Shapiro (1984), Rosemberg, Rei e Lanstein (1985), Amihud e Mendelson (1986, 1991), Lakonishok e Shapiro (1986), Bahndari (1988).	Analisar a associação entre riscos sistemáticos (betas), retornos e outras variáveis.	De acordo com hipótese conjunta (CAPM e mercados eficientes) a única variável significativa em relação aos retornos observados deveria ser o risco sistemático. Entretanto, em todos os estudos mencionados foram encontrados outros fatores que, sistematicamente, estariam associados aos retornos das ações como: o valor de mercado da empresa, o endividamento, a relação entre valor patrimonial sobre valor de mercado, a relação lucro sobre preço, o rendimento dos dividendos, a liquidez do ativo, a relação fluxo de caixa sobre preço, o crescimento das vendas passadas e a variância individual do ativo.

TABELA 2 – Trabalho empíricos que negaram a eficiência de mercado.

FONTE – Extraída e adaptada de BRUNI e FAMÁ (1998).

É possível notar a presença de cerca de 40 trabalhos realizados após 1985 que negam a HME. Em outras palavras a quantidade de trabalhos que negam tal hipótese é muito grande e está presente após 1985 aproximadamente. Fica claro que a quantidade de trabalhos que atestam a HME é pouca e mais antiga se comparada com a quantidade de trabalhos que negam tal hipótese.

A existência de tais trabalhos atesta que com a evolução da tecnologia, formas de cálculos mais complexas e difíceis puderam ser executadas, o que permitiu a realização de metodologias de pesquisa mais sofisticadas que tendem a negar a HME. É como a invenção do telescópio para a astronomia citada anteriormente. Dada tal situação onde o “random walk” não se confirma tornam-se necessárias novas explicações para tal situação. Daí surgem duas correntes distintas:

Corrente dos processos estocásticos (processos aleatórios) que afirma que os mercados são eficientes;

Corrente determinística que afirma que o mercado é ineficiente caracterizado por uma dependência caótica e não-linear.

Os modelos estocásticos lineares e não lineares

Os modelos lineares são também conhecidos como modelos *Autoregressive Movable Average (ARMA)* que propõe a previsão dos rendimentos dos títulos propondo uma dependência linear entre os rendimentos de diferentes títulos. O CAPM é um modelo ARMA, pois ele prega que valor de um determinado título é dado por um título livre de risco mais um prêmio pelo risco ponderado por um coeficiente beta β . O modelo ARMA assume que a volatilidade (o padrão de desvios dos rendimentos) é constante ao longo do tempo. Tal pressuposto é a fragilidade do modelo, uma vez que tal volatilidade constante é difícil de provar uma vez que a todo tempo no mercado de capitais os títulos apresentam períodos de elevadas altas seguidos por períodos de elevadas baixas.

EAGLE (1982) propõe uma alteração ao modelo ARMA adicionando a ele uma forma de modelizar a variância e não apenas os rendimentos. Tal modelo chamado de *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (ARCH)* afirma que a variância pode ser medida através da volatilidade das autocorrelações dos retornos ao longo do tempo. Em outras palavras, a variância (risco) de hoje estaria associada à variância de períodos imediatamente anteriores (curto prazo), ou seja, correlacionada (essa variação da variância chama-se heterocedasticidade).

Enquanto que o modelo ARMA propõe uma linearização dos rendimentos, o modelo ARCH propõe uma relação não linear. Os dois modelos têm em comum o fato de assumirem a eficiência de mercado e por serem modelos estocásticos também assumem que a previsão dos rendimentos é impossível à longo e médio prazos, pois, as autocorrelações em médio e longo prazo são nulas.

Em outras palavras, ambos os modelos são tentativas de se manter o atual paradigma de pé, pois, se as autocorrelações são nulas os movimentos são aleatórios uma vez que não dependem de seu estado passado.

A Teoria do Caos: o pontapé que tenta derrubar a HME.

A Teoria do Caos ao contrário dos modelos citados anteriormente assume que há autocorrelações entre os rendimentos em longo prazo. Em outras palavras os rendimentos de hoje dependem dos rendimentos de vários anos atrás e até mesmo do primeiro rendimento de quando o título começou a ser negociado. Isso significa um golpe fatal na HME, pois, assumir essa autocorrelação em longo prazo significa assumir que os rendimentos não são aleatórios, ou seja, o “random walk” tão necessário à HME não existe para a Teoria do Caos.

Tal teoria prega que para um dado sistema S (por exemplo, os rendimentos de um determinado título) há uma evolução no tempo e que para cada instante há um conjunto de magnitudes que determinam S . Para cada instante e suas magnitudes é dado o nome de espaço de fase. Entendendo as magnitudes que determinam S em um determinado momento, pode se saber a situação de S . Ou seja, entendendo as magnitudes x_0 , pode se conseguir y_0 em t_0 . Assim sendo, para cada fase s_0 , s_1 e s_1 há x_0 , x_1 e x_2 que determinam y_0 , y_1 e y_2 para cada t_0 , t_1 e t_2 respectivamente. Tal sistema denomina-se sistema discreto que permite estabelecer uma relação linear para cada espaço de fase. Em outras palavras, cada espaço de fase é independente do espaço anterior ou posterior.

Porém, tal linearização não é comum. O mais comum é o sistema ser determinístico ao invés de ser linear. Ser determinístico significa que cada espaço de fase do sistema S é determinado pelo seu espaço imediatamente anterior e pelas condições iniciais de S . Ao se conhecer essas duas condições e mais a sua lei de evolução é possível determinar o estado de S em qualquer tempo, até mesmo num futuro distante. Nota-se que os sistemas determinísticos não assumem a teoria do “random walk”.

O problema de tal teoria reside no fato de se conhecer as condições iniciais. É virtualmente impossível se conhecer as condições iniciais de um sistema com precisão absoluta. Um exemplo ilustrativo: para se conhecer a altura final que uma criança chegará à fase adulta é necessário saber a sua altura e massa atual no momento do nascimento. A dificuldade é obter o momento exato, pois, a criança está sempre crescendo, ou seja, um segundo depois do nascimento ela já tem uma massa e uma altura diferente. É necessário conhecer a sua altura no momento zero com precisão de várias casas decimais (para ser absoluta essa medição teria que ser atômica) e o mesmo vale para a massa no momento zero. Essas pequenas variações (que podem ser consideradas ridículas para leigos) se acumularão ao longo do tempo e a falha na previsão da altura final poderá chegar há vários centímetros para mais ou para menos, o que tornaria a previsão completamente distorcida.

Pode se dizer que essa impossibilidade inutilize a Teoria do Caos para a criação de um novo paradigma para finanças, mas não é verdade. Mesmo que não se possa conhecer com exatidão as condições iniciais, a Teoria do Caos pode fornecer análises qualitativas que permitem prever em termo probabilísticos o espaço de fase que S se encontrará no futuro, ou ainda, mostrar a presença de atratores estranhos que controlam qualitativamente o comportamento de S . Por exemplo, a taxa de juros dos EUA pode ser um atrator estranho que abaixo de, diga-se, 3% faz um título reverter seu comportamento de queda para um comportamento de alta, mesmo que seja impossível prever seu valor.

Além disso, com a evolução das tecnologias computacionais as condições iniciais poderão ser previstas com maior precisão de tal forma que o efeito sobre as condições finais seja menor.

De acordo com DA COSTA Jr., LEAL, LEMGRUBER (2006), a Teoria do Caos tem duas aplicações em finanças. A primeira significa verificar se o sistema caótico explica certas situações de evolução de um determinado comportamento financeiro. A segunda consiste em verificar a presença do caos em um sistema real. Há vários teste para se fazer tal verificação como, por exemplo, o teste de Brock, Dechert e Scheinkman (estatística BDS).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dada as pesquisas após 1985 que não comprovam a HME, as finanças modernas passa por um período de turbulências, pois, a HME é o pilar central de tal ciência. Assim sendo, surgem duas correntes distintas para solucionar o problema. A primeira é aquela que tenta provar a eficiência de mercado (os modelos ARMA e ARCH). A segunda é a corrente que tenta derrubar o paradigma HME e propor um novo baseado na inexistência do comportamento aleatório.

Ao contrário do que possa parecer, tal turbulência é saudável para a ciência das finanças, pois, estimulará seu progresso. Tal crise é metodológica e ambas as correntes podem encontrar seu campo de aplicação, cabendo ao cientista escolher a metodologia mais adequada dependendo da situação e objeto de estudo.

Há ainda que se levar em conta a evolução tecnológica que pode tornar a Teoria do Caos um modelo cada vez mais utilizado que poderá questionar mais uma vez a HME. Porém, é impossível estabelecer uma probabilidade para tal situação ficando por conta do futuro o destino das duas correntes.

Mas uma coisa parece evidente, a ciência das finanças será beneficiada independentemente do cenário que vier a ocorrer, uma vez que, ou o paradigma atual será salvo, ou um novo paradigma será proposto, ou ainda, haverá a utilização de dois paradigmas dependendo da situação a ser estudada.

BIBLIOGRAFIA

BACHELIER, L. *Théorie de la Speculation*. Annales de Lécole Normale Supérieure, p. 21-86. 1900.

BREALEY, R. A.; MYERS, S. C. *Principles of Corporate Finance*. 7. ed. New York: McGraw-Hill/Irwin, 2003.

DA COSTA Jr, N. C. A; LEAL, R. P. C; LEMGRUBER, E F. *Mercado de Capitais – análise empírica no Brasil*. 1. ed. 2. reimpressão. São Paulo: Editora Atlas, 2006.

EAGLE, R. F. *Autoregressive Conditional Heterocedasticity With Estimates of The Variance of U.K Inflation*. *Econométrica* 50. p. 987-1008. 1982.

FAMÁ, R.; BRUNI, A. L. *Eficiência, Previsibilidade dos Preços e Anomalias em Mercados de Capitais: Teoria e Evidência*. Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo: v. 1, n. 7, abril/junho, 1998.

KUHN, T. S. *The structure of scientific revolutions*. 2. ed. Chicago: The University of Chicago Press, 1970.

LINTNER, J. The valuation of risk assets and the selection of risk investments in stock portfólios and capital budgets. *Review of Economics and Statistics*, Cambridge, v. 47, n. 1, p. 13-37, Feb. 1965.

MARKOWITZ, H. *Portfolio Selection*. *Journal of Finance* 7. p. 77-91. March 1952.

MOSSIN, J. *Equilibrium in a capital asset market*. *Econometrica*, Chicago, v. 34, p. 768-783, Oct. 1966.

SHARPE, W. F. *Capital asset prices – a theory of market equilibrium under conditions of risk*. *The Journal of Finance*, Oxford, v. 19, n. 3, p. 425-442, Sept. 1964.

VAN HORNE, J. C. *Financial management and policy*. 10 ed. New Jersey: Prentice Hall, 1995.