

2

Moderna Teoria de Finanças, Mercado de Capitais Brasileiro e Gráficos de Controle

Até o final da década de 50 as finanças eram baseadas na contabilidade e no direito, limitando-se às análises de demonstrações financeiras e à natureza dos títulos de crédito. No final dos anos 50 e início dos anos 60 surgiram os trabalhos de Markowitz, Modigliani & Miller e Sharpe que deram origem à chamada “Moderna Teoria de Finanças”. Este capítulo apresenta as origens das discussões a respeito das teorias vigentes em finanças, pois se pretende introduzir todos os conceitos fundamentais para o uso da ferramenta proposta neste trabalho. Adicionalmente é feito um breve resumo sobre o único trabalho sobre o uso de gráficos de controle aplicado a finanças e um resumo sobre os principais indicadores criados para avaliação de performance de carteiras e fundos de investimento.

2.1. Introdução

Uma das decisões mais importantes que empresários, gestores e as demais pessoas físicas devem tomar no dia-a-dia são as decisões de investimento. Estas, normalmente, são tomadas no sentido de se otimizar recursos financeiros. Um dos mercados que apresenta a possibilidade de geração de ganhos a curto prazo é o mercado de ações que, por esse motivo, fascina muitos a ingressar em seu mundo sem uma avaliação adequada.

A teoria econômica tradicional descreve o comportamento do consumidor racional como avesso a riscos, mas muitas vezes os analistas parecem esquecer disto e concentram-se apenas no estudo dos retornos financeiros em detrimento de sua qualidade. Isto pode ser percebido e observado especialmente nos períodos em que se vivenciam fases de alta das Bolsas de Valores, num cenário em que a mídia reforça as oportunidades que este tipo de investimento oferece já que sua rentabilidade apresenta-se superior às demais opções existentes.

Diversos estudos empíricos a respeito de mercado de capitais apontam que:

- séries temporais financeiras têm como comportamento esperado uma assimetria (retornos muito negativos são mais freqüentes que os muito positivos);
- períodos de alta volatilidade geralmente são precedidos de grandes retornos negativos;
- observações remotas ocorrem com freqüência maior do que a esperada;
- períodos voláteis normalmente começam com grandes retornos negativos e existe correlação negativa entre Y_t^2 (quadrado do retorno na data t) e Y_{t-1} (retorno na data t-1);
- períodos relativamente voláteis se alternam com períodos mais tranqüilos.

Estas características são fortes indícios de que modelos lineares não são adequados para descrever séries financeiras. Franses & Dijk argumentam que raramente se consegue uma previsão precisa para séries do mercado financeiro e afirmam que é possível prever o sinal do retorno futuro esperado com relativa segurança. Indicam que os retornos passados servem como variáveis explicativas para os retornos atuais, mas a maior parcela da informação relevante para previsão são os retornos mais recentes. Propõem, ainda, um debate: retornos muito negativos são atípicos ou ocorrem naturalmente?

Tentando diminuir a ilusão que os investidores possam sofrer, o intuito deste trabalho, como já foi anteriormente explicitado, será apresentar uma ferramenta que possa ajudar o aplicador comum a enxergar e decidir nos dois momentos cruciais quando se pensa em aplicações de renda variável: a hora de comprar e a hora de vender títulos. Para tal decisão, será proposta a utilização de gráficos de controle.

2.2. CAPM

O “Capital Asset Pricing Model” (CAPM), ou modelo de precificação de ativo financeiro, surgiu na década de 60 como uma evolução da teoria de carteiras de Markowitz. Conforme descrito por Copeland, Koller & Murrin (2002), o CAPM postula que o custo de oportunidade do capital ordinário seja igual ao

retorno sobre os títulos livres de risco adicionado ao risco sistêmico da empresa (β) ajustado pelo prêmio de risco. A equação do capital ordinário (K_s) é:

$$K_s = R_f + [E(r_m) - R_f] \beta$$

onde:

R_f : Taxa de retorno livre de risco

$E(r_m)$: Taxa de retorno prevista para a carteira do mercado como um todo

$E(r_m) - R_f$: Prêmio de risco

β : Risco sistêmico do capital ordinário

A forma apresentada acima é "ex-ante", ou seja representa a expectativa de rentabilidade de um título em função do risco que o mesmo oferece (medido pelo β). De acordo com Mandelbrot & Hudson (2004, p.65), "O conceito é inequívoco. Ele [o CAPM] diz que quanto maior for o risco, maior será a remuneração esperada. Também diz que o maior risco que se enfrenta como investidor no mercado de ações é o estado geral da economia, que se reflete no desempenho do mercado. E ainda preceitua que os investidores racionais não se interessam por uma ação que afundará na primeira recessão, logo no momento em que também eles correm o risco de demissão, portanto, para comprar tal ação, espera-se que sua alta nos bons tempos mais do que compense as perdas nos maus tempos. E agora um aspecto prático que ajuda a explicar por que essa fórmula tornou-se tão popular no mundo das finanças. Ela absorve todos os cálculos tediosos de Markowitz referentes à composição de carteiras e os reduz a uns poucos. Desenvolve uma previsão para o mercado como um todo e depois estime o β de cada ação que se queira considerar."

Apesar da simplicidade do modelo representar uma grande evolução, talvez a maior qualidade do mesmo seja sua validade para qualquer ativo que se queira precificar. O CAPM tem como característica servir como ferramenta não apenas para o mercado de ações, mas também como ferramenta de análise de projetos e cálculo de valor presente, provavelmente, esta seja a razão de sua imensa popularidade.

Por outro lado, a razão de sua popularidade também é seu maior alvo de críticas. A simplicidade da idéia de que o β é a única razão que diferencia as rentabilidades dos ativos é considerada por muitos pesquisadores uma hipótese fraca o que os leva a ser extremamente descrentes com relação à sua validade.

2.3. Críticas ao CAPM

Apesar da ampla gama de pessoas que utilizam o CAPM para a tomada de decisões no mercado financeiro, é inegável que este modelo apresenta distorções em relação ao mundo real, principalmente no que tange aos seus pressupostos originais. Muitos autores (como por exemplo, Khotari, Shanken & Sloan, 1995), embasados pela idéia de profecias auto-realizáveis, acreditam que, apesar dos problemas, sua ampla utilização é suficiente para torná-lo uma excelente ferramenta.

No entanto, na prática, o que se verifica é que há fortes indícios de problemas de especificação do CAPM. Diversos acadêmicos (Fama, French – 1996 - e Banz – 1981 - por exemplo) dedicaram-se a estudar os problemas em torno deste modelo e indicar algumas possíveis soluções para corrigi-lo. Ou, então, simplesmente apontam evidências empíricas para tornar evidente a necessidade de uma nova modelagem. Nesta seção serão apresentados estes estudiosos cujas críticas ao CAPM tornaram-se as mais famosas.

2.3.1. Miller & Scholes

Já em 1972 Miller & Scholes investigam possíveis problemas de viés na estimativa de parâmetros do CAPM. Apesar de seu artigo não apresentar uma crítica específica aos pressupostos do modelo, investigam, através de uma abordagem ora empírica, ora teórica, como os dados reais podem comprometer a estimativa de parâmetros da equação do retorno esperado dos ativos.

Iniciaram sua sondagem com a replicação do trabalho de 1965 de Lintner¹, utilizando séries temporais para se efetuar o cálculo dos β 's das ações. Com o resultado, calcularam a seguinte equação de *cross-section* para os ativos:

$$\begin{array}{rcll} \tilde{R}_i & = & \gamma_0 & + & \gamma_1 \beta_i & + & \gamma_2 s^2(e_i) \\ \gamma_i & = & 0,127 & & 0,042 & & 0,310 \\ & & (0,006) & & (0,006) & & (0,026) \\ t & = & 21,31 & & 7,4 & & 11,76 \end{array}$$

¹ Lintner, J.; "Security Prices Risk and Maximal Gains from Diversification" – Journal of Finance, XX, dezembro de 1965.

onde:

R_i : retorno do ativo i ;

β_i : beta estimado pela equação do CAPM para ativo i ;

$S^2(e_i)$: variância do erro estimado pela equação do CAPM para o ativo i .

Assim como no trabalho anterior, encontraram uma estimativa para γ_0 bastante superior ao esperado (esperava-se chegar a um valor próximo a 0,028, a rentabilidade do ativo livre de risco, segundo a teoria que embasa o CAPM), além de um valor para γ_1 diferente do prêmio de risco vigente (0,165). Com isto, os autores passaram a investigar as possíveis fontes de viés nas medidas de risco e retorno, medidas estas que separaram em dois grupos, a saber: falha na equação de estimação e falha no uso das variáveis representativas do retorno e do risco.

Com relação à equação de estimação, foram investigadas as hipóteses de: erro na suposição de que a renda fixa permaneceria constante, inexistência de linearidade da relação risco-retorno e possíveis distorções decorrentes de heterocedasticidade. No que diz respeito às variáveis, foram avaliadas as seguintes alternativas: erros de medida de β_i , erros na escolha do índice para representação do portfólio de mercado, uso do risco residual como substituto da covariância e falta de independência entre os momentos da amostra.

De acordo com os exames apresentados, Miller & Scholes (1972) concluem que os resultados encontrados para a estimativa da equação do CAPM não podem ser aceitos como definitivos. Os testes e as discussões apresentadas mostraram que muitos dos problemas relatados devem-se a procedimentos de teste utilizados. As distorções parecem ser inevitáveis quando se utiliza um modelo onde há duas regressões (uma temporal e outra do tipo "cross-section") interligadas, onde o resultado da primeira influencia o da segunda. Os cálculos realizados indicam que os problemas de viés encontrados parecem ser da mesma magnitude da divergência entre os coeficientes observados e seus valores previstos. No entanto, os testes efetuados não são capazes de indicar a "verdadeira" relação entre risco e retorno. Nem tampouco foram suficientes para indicar se os retornos são proporcionais ao risco não diversificável, conforme sugerem algumas versões do modelo de média e variância.

2.3.2. Banz

Banz (1981), por sua vez, faz uma crítica a respeito da simplicidade do CAPM. O autor baseia suas suspeitas nas descobertas que, à época, sugeriam a existência de outros fatores relevantes na determinação do preço de um ativo. Até então o principal argumento a favor do uso do CAPM era que os erros de estimação referiam-se à falta de mercados eficientes. Foi investigada a relação entre o valor de mercado das ações de uma firma e seu retorno.

Os resultados que foram alcançados sugerem que, para o período de 1936 a 1975, as firmas menores apresentaram, em média, maiores retornos ajustados ao risco do que as firmas maiores, fato este caracterizado como o "efeito tamanho". No entanto, o autor ressalta que "como os resultados do estudo não são baseados em um modelo teórico particular de equilíbrio, não é possível determinar de forma conclusiva se o valor de mercado 'per se' importa ou se ele é apenas um substituto para verdadeiros fatores adicionais desconhecidos correlacionados com o valor de mercado." (p.4)

Com a estimação de uma equação alternativa ao CAPM (com mais um fator que incluísse o prêmio de risco do valor de mercado do ativo), foi encontrado um novo parâmetro estatisticamente significativo, indicando fortes evidências de má especificação do CAPM, o que poderia explicar, inclusive, o problema de heterocedasticidade anteriormente relatado.

Adicionalmente, os resultados apontaram para uma clara ineficiência de uma equação linear, conforme descrito no CAPM. As evidências do trabalho de Banz apontam para o fato de que o modelo CAPM realmente apresenta omissão de variáveis. No entanto, por se tratar de um estudo empírico, não é apresentada uma fundamentação teórica para o efeito tamanho, não sendo possível definir se este é realmente relevante, ou se é um substituto para um ou mais fatores ainda desconhecidos e correlacionados ao tamanho.

2.3.3. Reinganum

Contrariando a teoria financeira, as pesquisas empíricas sugerem que o lucro corporativo e o tamanho de firma podem ser importantes na identificação de carteiras com retornos 'anormais', que variam desde um pequeno percentual até quase 40%. É este fenômeno que Reinganum (1981) investiga.

Conforme estudo de Latané e Jones², não foi possível gerar retornos anormais sistematicamente através da construção de carteiras, mas, no mesmo período, as razões lucro/preço (L/P) poderiam ter sido usadas para criar carteiras que, sistematicamente, geraram retornos ‘anormais’ entre 6% e 7% por trimestre. Destaca-se que, além disso, estes retornos ‘anormais’ persistiram por pelo menos mais dois trimestres. As evidências apontaram para o fato de que o retorno ‘anormal’ de firmas com baixo valor de mercado ser talvez mais intenso que a anomalia da relação L/P.

A evidência, desta forma, parece apontar para algo de errado no CAPM. Com base na relação L/P é possível montar carteiras com lucros extraordinários que persistiram por 6 ou 7 trimestres. Isto parece apontar para uma falha na especificação do CAPM que estaria errado, ou para uma ineficiência de mercado, ou ambos.

Assim, este estudo sugere, fortemente, que o CAPM de um período apresenta falhas de especificação. O grupo de fatores omitido do modelo de preço de equilíbrio parece estar mais relacionado ao tamanho da firma do que à razão L/P. A falha na especificação, no entanto, não parece ser devido à ineficiência de mercado, mas em função de omissão de fatores de risco do modelo CAPM. Adicionalmente, depois de controlar retornos de acordo com os efeitos de L/P, um forte efeito com tamanho da firma ainda parece existir, enquanto o contrário não ocorre. Ou seja, depois de controlar retornos para valores de mercado, um efeito devido à razão L/P desaparece. Apesar das duas variáveis gerarem lucros ‘anormais’ separadamente, ambas parecem estar relacionadas ao mesmo grupo de fatores omitido do CAPM, e este grupo parece estar mais relacionado com o tamanho da firma do que com a relação L/P.

Por fim, o autor conclui que modelos alternativos do equilíbrio de CAPM devem ser considerados e testados, uma vez que o modelo uniperiódico parece apresentar evidências empíricas de inadequação para a representação do equilíbrio do mercado de capitais.

² Latané, H.A., Jones, C. P.; “Measuring and Using Standardized Unexpected Earnings”, American Finance Association, Annual Meeting in New York, 1977. e Latané, H.A., Jones, C. P.; “Standardized Unexpected Earnings – A progress Report”, Journal of Finance, Dezembro de 1977.

2.3.4. Basu

Estudos empíricos a respeito da relação entre lucratividade, tamanho da firma e retorno de ações apresentaram algumas anomalias a respeito do preço do patrimônio de empresas. Mais especificamente, em estudos da década de 70, Basu³ (1975, 1977) observa que carteiras com alta (ou baixa) lucratividade e listadas na NYSE parecem apresentar maiores (menores) taxas de retorno absoluta e ajustada ao risco, se comparadas a carteiras com ações selecionadas aleatoriamente. Isto sugere uma violação de que o CAPM possui validade descritiva e que a expectativa de preços na NYSE é consistente com a hipótese de eficiência de mercado.

A proposta do artigo é reexaminar a relação entre rentabilidade (razão L/P), tamanho da firma e retornos de ações listadas na NYSE com uma metodologia diferente e verificar se os resultados anteriormente encontrados por Reinganum (1981) se repetem. A maior diferença para o trabalho anterior consiste na utilização de um método para controlar o efeito do risco sobre o retorno, tendo sido considerado não apenas o risco sistemático, mas também o nível total de risco, pois se levanta a hipótese de que a falta deste procedimento pode ter levado a resultados tendenciosos no estudo de Reinganum (1981).

Os dados estudados indicaram que as variáveis valor de mercado e rentabilidade pareciam estar negativamente relacionadas. Além disso, os resultados apontaram para uma consistência da proposição de que, apesar de lucratividade e anomalias de valores de mercado parecerem estar inter-relacionados, o efeito decorrente do tamanho da firma parece menos relevante do que o efeito da relação L/P.

Adicionalmente, testes foram realizados para se detectar possíveis reflexos das informações de fechamento anual de balanço. Verificou-se que as anomalias de rentabilidade são mais bem explicadas em termos de falhas na especificação do CAPM do que em termos de eficiência da informação no mercado de capitais.

Empiricamente o que se verificou foi que o retorno das ações da NYSE parece estar relacionado à rentabilidade e tamanho da empresa. Empresas com elevada razão L/P parecem ter apresentado, na média, maiores retornos

³ Basu, S.; "The Information Content of Price-earnings Ratios", *Financial Management*, summer, 1975 e Basu, S.; "Investment Performance of Common Stocks in Relation to Their Price-earnings ratios: A test of the Efficient Market Hypothesis", *Journal of Finance*, junho de 1977.

ajustados ao risco do que as firmas com baixa razão L/P. Este efeito L/P permanece significativo mesmo após o controle do tamanho na montagem dos portfólios através da aleatorização desta variável na montagem das carteiras. No entanto, quando a aleatoriedade é feita para a relação L/P, não se encontra o efeito tamanho.

Adicionalmente, análises sobre o possível efeito da interação entre a relação L/P e valor de mercado de empresas sugere que tamanho da empresa exerce efeito indireto no retorno ajustado ao risco das companhias da NYSE. Além disso, a anomalia de L/P não se deve à ineficiência de informações do CAPM, sendo mais plausível admitir a hipótese de falhas na especificação.

Concluindo, nem a razão L/P nem o tamanho da firma podem ser considerados a causa do retorno esperado, mas a evidência parece apontar para a idéia de que as duas variáveis são substitutas para algum outro fator ainda não indicado.

2.3.5. Fama & French

Fama & French (1992 e 1996) talvez sejam os autores cujos trabalhos ficaram mais famosos por contestar o CAPM. Em 1992 publicaram um artigo cujo objetivo era analisar o papel conjunto do β , tamanho da empresa, P/L (relação preço/lucro), alavancagem e BE/ME (relação valor contábil/valor de mercado) na determinação dos retornos médio para as ações listadas na NYSE, AMEX e "National Association of Securities Dealers Automated Quotation" (NASDAQ).

Os resultados obtidos mostram que existe forte evidência do efeito tamanho no retorno esperado, enquanto que em relação ao β , essa evidência não é clara, contradizendo o modelo de Sharpe-Lintner-Black (CAPM). Adicionalmente, a relação retorno médio e L/P apresentou formato de U (indicando uma possível correlação entre as variáveis, apesar de não linear), além de ter sido encontrada evidência de forte relação positiva entre o retorno médio e a relação BE/ME (estatisticamente mais forte do que a relação entre tamanho e retorno)⁴.

⁴ O autor conclui que a relação entre L/P e o retorno médio é devido à correlação positiva entre L/P e BE/ME

Apesar de Fama & French terem testado o possível efeito da variável alavancagem sobre o retorno, encontraram sinais distintos para a alavancagem financeira (ativo/ME) e alavancagem contábil (ativo/BE), tendo concluído que esse efeito deve-se à forte correlação do retorno com o indicador BE/ME. Assim, os autores concluem que, de todos os parâmetros utilizados para analisar o retorno médio, o de maior peso é a relação BE/ME.

Mais tarde, em um artigo de 1996, Fama & French, rebatendo as críticas que receberam pelo artigo de 1992, reafirmam a idéia de que, mesmo que β seja um risco relevante para explicar $E(R_i)$ e o prêmio de risco apresente uma relação positiva com β , ainda assim estas relações não garantem a adequação do CAPM. Além disso, ao se introduzir variáveis não correlacionadas com β , mas que conseguem descrever parte do comportamento do retorno do ativo, haveria uma maior aproximação da realidade, limitando as discrepâncias já apontadas, anteriormente, por diversos autores.

Concluindo, French e Fama argumentam que o β , sozinho, não é suficiente para descrever o retorno médio, como prega a modelagem do CAPM. Variáveis não relacionadas ao β , como tamanho e a relação BE/ME, entre outras, também são importantes para descrever o retorno médio e devem ser consideradas num modelo de previsão.

2.3.6. Khotari, Shanken & Sloan

O objetivo do artigo de Khotari, Shanken & Sloan (1995) foi reexaminar se os β s explicam a variação "cross-section" no retorno médio no período pós 1940 tão bem quanto num período maior após 1926. Esse artigo tinha, ainda, o objetivo de verificar se a relação BE/ME inclui a variação "cross-section" no retorno médio.

Foram apresentadas evidências de que o retorno médio reflete uma compensação substancial para o risco β , desde que os β s sejam medidos em intervalos anuais. Naturalmente isso não representa que o β seja responsável por toda a variação "cross-section" nos retornos esperados como está implícito na CAPM. Embora haja controvérsias em relação ao efeito do índice BE/ME, os resultados mostraram que existe um efeito de tamanho.

No entanto, a falta de uma investigação mais detalhada não permitiu concluir se os desvios encontrados refletem imperfeições dos modelos adotados na definição do índice de mercado, as limitações de estimativas de β s a partir de séries temporais ou outras inadequações fundamentais no CAPM.

Na verdade, diante da falta de evidências contrárias, Khotari, Shanken e Sloan argumentam que o CAPM continuaria válido, mesmo diante das evidências empíricas apontadas por outros autores.

2.3.7. Braga & Leal

O objetivo do artigo de Braga & Leal (1990) foi verificar a existência de desempenho ajustado ao risco para as ações com valor patrimonial elevado em relação ao valor de mercado (BE/ME alto) no mercado brasileiro.

Para a construção das carteiras, os autores adotaram a metodologia de Barros & Neves⁵ para analisar o índice de Sharpe de carteiras de valor e de crescimento sem adotar análise de regressão. Foram observadas somente as variáveis B/M e o tamanho das empresas para formar as carteiras.

A análise do risco total das carteiras indicou que a carteira formada exclusivamente com ações de valor é significativamente mais arriscada que a carteira formada com empresas em crescimento, de forma condizente com o resultado encontrado por French e Fama. O índice de Sharpe mostrou-se mais elevado para as carteiras de valor, ou seja, as ações que a compunham recompensaram melhor o risco. Os testes bivariados mostraram que entre as carteiras ordenadas pelo tamanho, os retornos das carteiras de maior valor são maiores do que os retornos das carteiras de crescimento, embora tal desempenho só seja estatisticamente significativo para as empresas maiores. Em relação ao risco, os autores não encontraram resultados conclusivos.

Os autores concluíram que, para o período de junho de 1991 a junho de 1998, as carteiras formadas por ações com alto valor de BE/ME apresentaram retornos reais e riscos maiores do que as carteiras formadas com ações de baixo BE/ME. Os autores encontraram, também, que o índice de Sharpe para ações com BE/ME elevado foi superior a esse índice encontrado para carteiras com BE/ME baixo. Ou seja, existiria uma recompensa maior pelo risco dessas

carteiras. Dessa forma, os autores recomendam que o prêmio de risco para as ações de alto BE/ME em relação às ações com baixo BE/ME deva ser incluído na avaliação de ações no Brasil.

2.3.8. Franses & Dijk

Franses & Dijk (2000), observando séries financeiras⁵ os autores perceberam que:

- séries temporais financeiras têm como comportamento esperado uma assimetria (retornos muito negativos são mais freqüentes que os muito positivos) – isto é confirmado quando medimos a curtose destas séries, que é sempre maior do que 3;
- períodos de alta volatilidade geralmente são precedidos de grandes retornos negativos e isto pode ser ratificado com a análise de skewness de séries financeiras que, em muitos casos, mostrou-se diferente de zero;
- observações remotas ocorrem com freqüência maior do que a esperada;
- períodos voláteis normalmente começam com grandes retornos negativos e existe correlação negativa entre Y_t^2 e Y_{t-1} ;
- períodos relativamente voláteis se alternam com períodos mais tranquilos.

Estas características são fortes indícios de que modelos lineares não são adequados para descrever séries financeiras. Adicionalmente, argumentam que raramente se consegue uma previsão precisa para séries do mercado financeiro, mas afirmam que é possível prever o sinal do retorno futuro esperado com relativa segurança. Indicam que os retornos passados servem como variáveis explicativas para os retornos atuais, mas a maior parcela da informação

⁵ Costa Jr., N. C. A., Neves, M.; “Variáveis Fundamentalistas e o Retorno das Ações”, Revista Brasileira de Economia, 54 (1), 2000.

⁶ Para chegar às conclusões apresentadas, os autores usam a hipótese de que o log do preço de ativos financeiros segue um passeio aleatório, ou seja, quando se usa modelos lineares, o preço de um determinado ativo é assumido como um martingale, ou seja, $E[\ln P_{t+1} / \Omega_t] = \ln P_t + \mu$, onde Ω_t indica toda a informação relevante disponível até t. A base de dados foi montada com dados diários ex-dividendos com $y_t = 100 (p_t^* - p_{t-1}^*)$, onde $p_t^* = \ln p_t$.

relevante previsão são os retornos mais recentes⁷. Propõem duas variáveis a serem investigadas no mercado financeiro: retorno e volatilidade.

Diferentemente dos autores citados anteriormente, estes pesquisadores abandonam a idéia de uma verificação empírica em prol do desenvolvimento de uma metodologia para modelagem de retornos e volatilidades em ambiente de mudança de regime.

Com relação ao retorno, o primeiro problema que aparece é escolher um único modelo dentre os diversos disponíveis, então a sugestão é restringir a investigação a modelos que assumem que os retornos seguem diferentes regimes⁸. Assim, sob cada regime, as séries temporais seguiriam modelos do tipo AR onde o parâmetro autorregressivo dependeria do regime em vigor. São investigados 4 possíveis tipos de modelo: SETAR (Self-Exciting Threshold Autoregressive), STAR (Smooth Transition AR), LSTAR (Logistic STAR) e MSW (Markov-Switching).

- **SETAR:**

$$y_t = \begin{cases} \phi_{0,1} + \phi_{1,1}y_{t-1} + \varepsilon_t & \text{se } y_{t-1} \leq c \\ \phi_{0,2} + \phi_{1,2}y_{t-1} + \varepsilon_t & \text{se } y_{t-1} > c \end{cases}$$

Neste caso, a borda, ou o ponto de mudança de regime, seria dada por Y_{t-1} .

- **STAR:**

$$y_t = (\phi_{0,1} + \phi_{1,1}y_{t-1})(1 - G(y_{t-1}; \gamma; c)) + (\phi_{0,2} + \phi_{1,2}y_{t-1})G(y_{t-1}; \gamma; c) + \varepsilon_t;$$

Bastante similar em relação à modelagem anterior, mas com a introdução suavização da mudança de regimes, representada por $G(\cdot)$, uma função contínua que muda suavemente do regime 0 para o regime 1 em função do crescimento de Y_{t-1} .

- **LSTAR:**

$$y_t = (\phi_{0,1} + \phi_{1,1}y_{t-1})(1 - G(y_{t-1}; \gamma; c)) + (\phi_{0,2} + \phi_{1,2}y_{t-1})G(y_{t-1}; \gamma; c) + \varepsilon_t;$$

$$\text{e } G(\cdot) = \frac{1}{1 + \exp(-\gamma [y_{t-1} - c])}$$

⁷ Como as séries financeiras normalmente têm memória curta, no caso de usarmos um modelo AR(p) para representar uma série, deveríamos esperar que, no caso dos retornos, p seja pequeno e, no caso das volatilidades, p seja grande.

⁸ De acordo com a investigação apresentada, no mercado de ações, cada dia da semana segue um regime específico.

Esta metodologia, na verdade, representa um caso particular do modelo STAR, onde parâmetro γ determinaria quão suave seria a mudança entre os regimes.

▪ **MSW:**

Neste caso, o regime poderia ser determinado por variáveis não observáveis que são associadas a probabilidades que seguem um processo de Markov.

Escolhida a modelagem do retorno, o segundo passo seria definir modelos para previsão de volatilidade com mudança de regime. Normalmente, para descrever a volatilidade, os modelos mais populares seriam os modelos GARCH. Mas o modelo GARCH tradicional não captura algumas propriedades importantes, como os efeitos diferenciados dos choques positivos e dos choques negativos (para este modelo apenas o tamanho do choque seria relevante, sendo irrelevante o seu sinal). Assim, são apresentadas variantes não lineares de GARCH de modo a incorporar a assimetria dos choques sobre a volatilidade e captar a correlação entre o retorno e a volatilidade.

A idéia é relaxar a hipótese de que ε_t tem variância constante (homocedasticidade). O primeiro modelo investigado é o GARCH (Generalized autoregressive conditional heterocedasticity model) de ordem 1 (se ε_{t-1} é grande, ε_t esperado também é grande, ou seja, grandes choques tendem a ser seguidos por grandes choques):

$$E[\varepsilon_t^2 | \Omega_{t-1}] = h_t \text{ e } h_t = w + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1}$$

No entanto, as avaliações empíricas sugerem que, para o mercado de ações, períodos voláteis, muitas vezes, são iniciados por um grande choque negativo. Para capturar esta assimetria, sugere-se usar um modelo EGARCH (Exponencial GARCH) ou GJR-GARCH.

Para testar um possível comportamento não linear do modelo GARCH, os autores sugerem:

- a. iniciar com um modelo GARCH e depois verificar a assimetria de componentes não lineares;
- b. testar H_0 de homocedasticidade contra H_1 de ARCH assimétrico (usa-se uma variável dummy para capturar choques positivos e

negativos para examinar se o efeito de choques positivos ou negativos sobre a variância condicional depende do seu tamanho).

2.3.9. Mandelbrot & Hudson

Tendo iniciado sua vida acadêmica na década de 60, Mandelbrot é um dos maiores críticos com relação à aplicação da teoria convencional para os mercados financeiros. Sua linha de pesquisa deu origem a um novo ramo da matemática conhecido por geometria fractal. Este ramo, extremamente motivador para alguns, não será alvo de estudo neste trabalho, mas os motivos pelos quais vem sendo desenvolvido juntam-se às principais evidências em favor de um novo rumo para que se possa explicar e prever com maior precisão o comportamento dos ativos financeiros.

Mandelbrot & Hudson (2004), argumentam:

“Os pressupostos da teoria financeira ortodoxa são pelo menos tão absurdos, se considerados isoladamente. Vejamos alguns:

1. Pressuposto: As pessoas são racionais e seu único objetivo é ficarem ricas. (...)
2. Pressuposto: Todos os investidores são iguais. (...)
3. Pressuposto: A mudança de preços é praticamente contínua. (...)
4. Pressuposto: As mudanças de preços seguem um movimento [geométrico] browniano.”⁹

Com relação a cada um dos pressupostos, os autores fazem um paralelo entre como cada um deles é descrito pela literatura convencional e como, empiricamente, têm se comportado.

Com relação ao primeiro pressuposto, a teoria do prospecto vem ganhando força para explicar o comportamento real do investidor, já que é usual encontrar, no mercado financeiro, contradições com relação à racionalidade esperada para o investidor. Sobre este aspecto, Shefrin & Statman (*Apud* Macedo Jr., 2003, p.09), já teriam observado que os investidores tendem a reter por muito tempo ações com prejuízo e a vender muito rapidamente ações com lucro. Ou seja, o investidor médio tenderia a ter um comportamento de aversão

⁹ In Mandelbrot & Hudson (2004), pp. 78-81

a risco diante de um mercado de risco em alta, e um comportamento de amante do risco diante de um cenário de queda de preços das ações. O conhecimento deste novo ramo da economia talvez seja fundamental para explicar o comportamento de determinadas estratégias geradas pela metodologia proposta neste trabalho.

No que diz respeito ao segundo pressuposto, reconhecer diferenças entre os investidores também pode explicar o motivo de determinadas estratégias funcionarem em algumas épocas e, em outras, fracassarem. Quanto ao terceiro pressuposto, os autores afirmam, em relação ao que se observa na realidade, que “Sem dúvida, os preços dão saltos – de maneira trivial e significativa.”¹⁰ Isto ratifica a necessidade de incluir uma modelagem que comporte mudanças de regime, conforme apontado por Franses & Dijk.

Finalmente, o quarto pressuposto, na prática, revela-se completamente equivocado já que diversos autores comprovaram, empiricamente, a ausência de independência nas séries de preços, a falta de estacionaridade dos dados de séries financeiras e a inexistência de normalidade no comportamento dos preços. Estes indícios, hipóteses básicas para garantir que as mudanças de preços apresentassem um comportamento similar ao do movimento browniano, reforçam a necessidade de se buscar alternativas à teoria convencional.

2.3.10. Críticas de Roll

As críticas de Roll basicamente resumem-se às formas encontradas para verificação do CAPM. Como se tratava de um modelo genérico, Richard Roll concluiu que é muito difícil definir com exatidão a variável que poderia servir de *proxy* para representar o mercado na equação geral proposta. Este problema era tão maior quanto menos fossem as informações a respeito de determinado mercado e quanto menor fosse a eficiência do segmento que se pretendia avaliar. No mercado imobiliário, por exemplo, existem poucos estudos confiáveis sobre qual variável representaria a média de mercado.

Em outros mercados, no entanto, onde as informações, pelo menos teoricamente, são difundidas de modo mais universal, diversos autores propõem o uso de variáveis que possam resolver o problema da não observação do verdadeiro valor de retorno do mercado. No caso do mercado de ações, por

exemplo, normalmente se utiliza o índice da Bolsa de Valores como *proxy* para o movimento do mercado (no caso brasileiro usualmente se adota o Ibovespa, no americano o Dow Jones).

Mais recentemente, mesmo nos mercados onde a informação é ampla e irrestrita, ainda assim é possível encontrar distorções entre o modelo teórico do CAPM e a equação estimada a partir de dados observados. Roll e Ross (1995)¹¹ e Kandell e Stambaugh (1995)¹² *apud* Araujo et al. (2004) apontam a extensão das críticas de Roll indicando que, mesmo nos mercados mais eficientes, quando se utiliza um único índice para representar o mercado é inevitável encontrar problemas na escolha deste índice, causando distorções na estimativa dos verdadeiros parâmetros do CAPM.

É interessante destacar que as críticas de Roll se restringiram às variáveis escolhidas para testar empiricamente o CAPM. O autor não questiona a validade teórica do modelo, mas sua incapacidade de ser testado empiricamente, principalmente em mercados com algum grau relevante de ineficiência.

2.4.

O uso de Gráficos de Controle Aplicado a Finanças

A pesquisa bibliográfica do tema que se estudou neste trabalho revelou que, até 2004, não havia sido publicado nenhum trabalho acadêmico conjugando os temas finanças e gráficos de controle. Tampouco foram encontradas publicações que indicassem o uso de resíduos de filtros formados com modelos de séries temporais para a tomada de decisões com ativos de renda variável. Sendo assim, em 2004, Amaral propôs que os gráficos de controle fossem aplicados aos resíduos obtidos da série de retornos de preços de ações (de 1ª linha) modelada por uma equação auto-regressiva de 1ª ordem.

Na dissertação intitulada “Identificação de Momentos de Compra e Venda, à Vista, de Ações: Um Procedimento Alternativo Inspirado em Gráficos de Controle de Processos” desenvolveu-se uma nova ferramenta com o intuito de ajudar o investidor racional a escolher de forma mais criteriosa e eficiente os momentos mais indicados para se comprar ou vender ações. “O procedimento,

¹⁰ In MANDELBROT & HUDSON (2004), p. 80

¹¹ Roll, R. & Ross, S., “On the Cross-Sectional Relation between Expected Return and Betas”, *Journal Of Finance* 50, pp.185-224, 1995.

¹² Kandel, S. & Stambaugh, R.; Portfolio Inefficiency and the Cross-Section of Expected Returns, *Journal Of Finance* 50, pp.185-224, 1995.

inspirado nos gráficos de controle estatístico de processos, adota como sinais indicativos de momentos oportunos para compra e venda a ultrapassagem de certos limites pelos dados. Os dados monitorados são os resíduos resultantes da aplicação de modelos de séries temporais aos logaritmos dos retornos diários das cotações de fechamento dos ativos considerados.¹³ A idéia do autor foi comparar os resíduos obtidos depois da aplicação de um modelo do tipo AR(1) a limites de 3-sigma dos gráficos de controle de Shewhart, “partindo do princípio de que tendências de alta ou baixa fariam os erros de previsão (resíduos da série) aumentarem além de certos patamares”¹⁴.

Essa comparação foi feita porque, a partir dela, seria possível obter sinais de tendências de alta ou baixa dos retornos das ações. Para a operacionalização da idéia foram experimentados 420 pares de limites de compra e venda, a partir dos quais os resultados de retorno total e desvio-padrão foram levantados e comparados de forma relativa e com a ajuda de uma análise estatística a autora separou os pares mais eficientes.

Depois que foram encontrados os melhores valores, foi testado o resultado financeiro que estes pares mais eficientes teria gerado no último semestre de dados se seus limites de compra e venda tivessem sido utilizados por investidores. Com este procedimento foi verificado que dois pares de limites geraram lucro financeiro de forma mais consistente. Adicionalmente, comparando-se o resultado destes dois pares com alguns fundos de ação, verificou-se que o uso destas duas regras de entrada e saída do mercado teria gerado rentabilidades superiores.

2.5. Indicadores de Performance

Quando se deseja escolher uma opção ou uma regra de investimento é fundamental que se possa observar seu desempenho. Isto se deve ao fato do investidor tomar decisões no sentido de procurar maximizar sua riqueza correndo o menor risco possível. Assim, torna-se imprescindível avaliar se decisões de investimento foram tomadas corretamente e isso só é possível averiguar quando se aplicam indicadores de performance às decisões tomadas e se comparam seus resultados com outras opções disponíveis.

¹³ In AMARAL (2004), p.6

¹⁴ In AMARAL (2004), p.6

Desde a década de 50, com a introdução do modelo de média e variância de Markowitz, que os financistas procuram meios de se avaliar corretamente (e rapidamente) o retorno e o risco de suas estratégias de investimento. Assim, os principais indicadores de performance também precisam considerar em sua fórmula estas medidas para que estejam compatíveis com as exigências da moderna teoria de finanças.

Um dos primeiros indicadores de performance foi o índice de Sharpe, definido da seguinte forma:

$$IS_p = \frac{(\bar{R}_p - R_f)}{\sigma_p}$$

onde:

IS_p índice de Sharpe para a carteira ou fundo p

\bar{R}_p : retorno médio da carteira ou fundo p (segundo as práticas de mercado, em geral corresponde à taxa de retorno nominal mensal equivalente à média geométrica dos retornos diários de uma determinada carteira ou fundo);

R_f : retorno da renda fixa;

σ_p : desvio-padrão do retorno da carteira ou fundo p. (usualmente calculado como o desvio-padrão histórico de \bar{R}_p).

Um problema na utilização deste indicador é que ele não leva em consideração a correlação entre os ativos e, portanto, calcula o retorno adicional à renda fixa para cada unidade de risco total (incluindo risco de mercado e risco diversificável), o que pode ser questionável já que a performance não deveria ser avaliada em função de um risco que pode ser reduzido (o risco diversificável). Outro problema surge quando o retorno médio da carteira encontra-se inferior à renda fixa. Em termos matemáticos tem-se $IS_p < 0$, mas, em termos econômicos, não faz sentido falar em indicadores negativos nem tampouco “*rankear*” opções de investimentos a partir de indicadores negativos. Um terceiro problema é usar o indicador como uma *proxy* para escolha de investimento futuro: como o indicador se baseia, na prática, em dados históricos e não esperados, só faz sentido usá-lo como indicador de desempenho e não como base para tomada de decisões futuras.

Na tentativa de solucionar parte dos problemas referentes ao uso do índice de Sharpe surgiu o índice de Treynor:

$$IT_p = \frac{(\bar{R}_p - R_f)}{\beta_p}$$

onde:

IT_p índice de Treynor para a carteira ou fundo p

\bar{R}_p : retorno médio da carteira ou fundo p;

R_f : retorno da renda fixa;

β_p : β da carteira ou fundo p. (calculado pelo CAPM, corresponde ao risco de mercado ou risco sistemático, não diversificável).

Apesar de solucionar o problema quanto ao uso da medida relevante de risco, os demais problemas não deixam de existir.

Seguindo a mesma metodologia, foi criado também o índice de Jensen, que corresponde ao excesso de retorno obtido pelo fundo ou carteira após ajuste pelo risco de mercado:

$$\alpha_c = R_c - R_f - \beta_c (R_m - R_f)$$

onde:

α_c : índice de Jensen;

R_c : retorno da carteira ou fundo que se deseja avaliar;

R_f : retorno da renda fixa

β_c : beta da carteira ou fundo que se deseja avaliar

R_m : retorno de mercado

Na prática, α diz respeito ao retorno excedente em relação ao CAPM e corresponde à diferença absoluta entre o retorno da carteira e o retorno esperado pela linha do mercado de capitais.

Um indicador bastante interessante é o M^2 , criado na década de 90 por Modigliani&Modigliani, onde se tenta medir o excesso de retorno do fundo ou carteira em relação ao retorno de mercado como se ambos estivessem sujeitos ao mesmo risco, o risco de mercado:

$$M^2 = \frac{\sigma_m}{\sigma_c} R_c + (1 - \frac{\sigma_m}{\sigma_c}) R_f - R_m$$

onde:

M^2 : índice de Modigliani&Modigliani

σ_m : risco total do mercado (medido pelo desvio-padrão dos retornos do mercado);

σ_c : risco da carteira ou fundo (medido pelo desvio-padrão dos retornos da carteira ou do fundo);

R_c : retorno da carteira ou fundo que se deseja avaliar;

R_f : retorno da renda fixa;

R_m : retorno de Mercado.

Muitas são as opções quando se trata de avaliação de performance, mas é preferível que se escolha apenas uma que atenda às necessidades do avaliador

ou do investidor para que não se corra o risco de chegar a resultados conflitantes. A maior parte dos bancos de dados especializados divulgados em jornais de grande circulação entre investidores (por exemplo, Valor Econômico e Gazeta Mercantil) trabalha com o índice de Sharpe, acredita-se que devido à sua facilidade de cálculo. Este é, portanto, o indicador mais usualmente encontrado quando se trata de avaliar desempenho de ativos financeiros.

2.6. Considerações Finais

Depois dessa leitura dos principais artigos sobre o estudo de finanças modernas, fica evidente a necessidade latente de um novo modelo que sirva de guia para investidores em ativos de risco. O CAPM pode ter sido a base de toda a teoria válida para cálculo de valor presente e precificação de ativos na última metade do século XX, mas os fatos apontam para necessidade de se acabar com o monopólio criado em torno de sua aplicação. Essa é a principal motivação para a busca de novas metodologias que podem ajudar na árdua tarefa de ser bem-sucedido em aplicações de risco. A ferramenta que será apresentada nos capítulos seguintes pode não ser a resposta definitiva para o problema descrito, mas certamente pode ajudar a ampliar o estudo em torno da questão e levantar novos caminhos a serem seguidos neste início do século XXI.