

## 2 Referencial Teórico

A relação entre risco e retorno é intuitivamente direta, pois, partindo da premissa que os investidores são avessos ao risco, quanto maior o nível de risco incorrido, maior deve ser o retorno esperado. Em seu trabalho seminal, Markowitz (1952) revolucionou a forma como pensar esta relação. Seu modelo propunha a formação de carteiras por meio da minimização do risco para determinado nível de retorno esperado, método este que ficou conhecido como maximização de média-variância (MMV). Ainda, trouxe embasamento teórico para o conceito de diversificação que há muito já era utilizado.

Markowitz (1952) concluiu que, a partir dos retornos esperados dos ativos de risco, seus desvios-padrão e as correlações entre os ativos, é possível encontrar uma solução matemática para a determinação de pesos dos ativos que maximize o retorno esperado para determinado nível de risco. Se a solução deste problema for expandida para diversos níveis de risco, seus pontos formam uma linha conhecida como fronteira eficiente.

A maximização da média-variância foi considerada o modelo teórico padrão para decisões de investimento e rendeu um prêmio Nobel a Markowitz em 1990. Contudo, também foi alvo de críticas. Merton (1980) e Michaud (1989) relatam os problemas da MMV em função da maximização do erro em função da estimação dos retornos, dado a quantidade e qualidade de informação disponível ou utilização de médias históricas para determinar retornos esperados. Além disso, Fama (1965) e outros autores não encontraram evidências acerca da normalidade dos retornos, premissa utilizada ao incorporar o desvio-padrão como estimador do risco dos ativos.

### 2.1. Modelo CAPM

A fronteira eficiente foi o ponto de partida para Sharpe (1964) desenvolver seu modelo de precificação de ativos. Ao incorporar as taxas livres de risco como alternativa para alocação de recursos, Sharpe argumentou que, em um mercado

em equilíbrio, a alocação de recursos mais eficiente para cada nível de risco seria composta pelo ativo livre de risco e a carteira formada no ponto da fronteira eficiente em que a reta tangencia a fronteira eficiente a partir da rentabilidade do ativo livre de risco ( $R_f$ ). Esta reta ficou conhecida como Security Market Line (SML) e a carteira posicionada na fronteira eficiente e na SML foi nomeada Carteira de Mercado, pois representa a alocação ótima dentre todos os ativos disponíveis, financeiros e não-financeiros.

A partir do artigo de Markowitz, Sharpe (1964) e Lintner (1965) desenvolveram individualmente modelos similares para precificação de ativos, que mais tarde foi batizado de *Capital Asset Pricing Model*, ou Sharpe-Lintner CAPM. A hipótese fundamental do CAPM pressupõe que um prêmio pelo risco do investidor seja determinado a partir de sua exposição ao risco sistemático, representado pela carteira de mercado. Assume-se que todos os investidores mantêm portfólios diversificados, dessa forma, somente há compensação de retorno pela contribuição do ativo ao risco sistemático da carteira.

O modelo estabelece a relação entre o excesso de retorno esperado de uma ação ao excesso de retorno da carteira de mercado, ambos em relação à remuneração de um ativo livre de risco. O modelo se apresenta da seguinte forma:

$$E[R_i] = R_f + \beta_i(E[R_m] - R_f) + e_i \quad (1)$$

Onde:

$E[R_i]$  retorno esperado do ativo  $i$

$R_f$  retorno do ativo livre de risco

$E[R_m]$  retorno esperado da carteira de mercado

$\beta_i$  constante que mede a variação esperada do retorno do ativo  $i$  ( $R_i$ ) ao excesso de retorno de mercado ( $R_m - R_f$ ), definida pela fórmula:

$$(\text{cov}R_i, R_m) / \text{Var } R_m \quad (2)$$

$e_i$  componente aleatório do comportamento da ação, independente de  $R_m$ , de valor esperado  $E(e_i)=0$

Para avaliação dos retornos realizados, podemos reorganizar a equação (1) e adicionar o parâmetro  $\alpha_i$ , conhecido como  $\alpha$  de Jensen, referente ao excesso de retorno não explicado pelo mercado, e assim os parâmetros podem ser estimados

sob a forma de uma regressão linear. Se a precificação dos ativos e o modelo de mercado obedecerem aos pressupostos,  $\alpha_i$  será igual a zero.

$$R_{it} - R_{ft} = \alpha_i + \beta_i(R_{mt} - R_{ft}) + e_{it} \quad (3)$$

Diversos estudos seguiram na tentativa de aperfeiçoar o modelo CAPM. Lintner (1969) focou em um modelo para estimação do retorno em termos reais, Black (1972) desenvolveu uma versão em que não é possível tomar emprestado à taxa livre de risco, Kraus e Litzenberger (1976) consideram o terceiro momento da distribuição dos retornos, enquanto Markowitz (1990) desenvolve uma versão com restrições a vendas a descoberto.

A validade do CAPM vem sendo objeto de estudo em finanças desde sua criação. Black, Jensen e Scholes (1972) testaram o modelo básico no período de 1926 a 1966 com ativos da NYSE e encontraram uma relação positiva entre o excesso de retorno e o beta, bem como sua linearidade.

Fama e French (1992), no entanto, afirmam que a relação entre beta e o retorno médio desaparece para os papéis negociados na NYSE em um período mais recente, entre 1963 e 1990. Neste artigo eles verificam que, ao invés do beta, os retornos são melhor explicados pelo tamanho das empresas e pela relação *book-to-market*.

Jagannathan e Wang (1996) pontuam que, apesar de diversos estudos terem verificado que a versão de Sharpe-Lintner não foi capaz de explicar retornos realizados, ainda é o modelo bastante utilizado pelos seguintes motivos: os demais modelos propostos não oferecem melhores resultados empíricos; o embasamento teórico do CAPM possui um apelo intuitivo, ao contrário dos outros modelos; e a importância econômica das evidências empíricas contra o CAPM são ambíguas.

## 2.2. Estabilidade dos Betas

Para analisar o CAPM empiricamente é necessário assumir algumas premissas. Uma das premissas normalmente utilizadas é a da estabilidade dos betas dos ativos ao longo do tempo. Jagannathan e Wang (1996) afirmam que esta premissa não é razoável, uma vez que o risco relativo ao fluxo de caixa de uma empresa pode variar conforme os ciclos de negócio. De fato, Fabozzi e Francis (1978) e Cohen et al. (1983) encontraram evidências de que o risco sistemático

estimado com séries históricas não é estável ao longo do tempo e, portanto, não é adequado para prever os valores de estimadores futuros.

Por outro lado, Blume (1971) e Levy (1971) testaram a estabilidade dos betas no mercado acionário americano e observaram que o beta de uma carteira é mais estável ao longo do tempo do que o beta de um título individual e que à medida que mais ativos são adicionados à carteira a estabilidade do beta aumenta.

Scott e Brown (1980) afirmam que a estimação de betas viesados e instáveis podem ser decorrentes da quebra de hipóteses do método dos mínimos quadrados ordinários: resíduos autocorrelacionados e correlação intertemporal entre os retornos do mercado e resíduos. Por fim sugerem que a correção destes problemas econométricos podem resultar em estimativas de betas mais estáveis.

Cohen et al. (1983) observaram que os estudos que afirmam que o beta é instável para ativos individuais utilizam uma estimativa padrão do beta por regressão linear, e que esta estimativa pode ser viesada. O problema foi denominado de viés de efeito-intervalo, em que ajustes nos preços dos ativos sofrem algum atraso e são corrigidos a medida que o intervalo é aumentado.

Guan et al. (2007) replicaram o estudo de Fama e French (1992) e verificaram que os betas utilizados eram altamente não-estacionários, portanto a baixa explicação dos betas nos retornos *cross-section* pode ter sido devida a erros na estimação dos betas. Além disso, concluem que os resultados obtidos por Fama e French não contradizem o CAPM, pois as variáveis idiossincráticas (tamanho, *book-to-market* e preço/lucro) são outra forma de explicar os retornos esperados.

Assim, o aumento da explicação dos retornos por estas variáveis, em detrimento do beta, ocorre em função do erro na estimação do beta. Por fim, concluem que, conforme esses erros são eliminados ou reduzidos, aumenta a significância do beta. Os autores afirmam que é mais seguro utilizar betas individuais ao invés de betas de portfólios para testar a capacidade de explicação de retornos do beta.

Para Silva et al. (2009) apud Araujo, Oliveira e Silva (2012), a utilização de versões condicionais do CAPM seria mais adequada quando as variáveis macroeconômicas são inconstantes. Desta forma, generalizações do modelo poderiam capturar variações nos retornos em função de novas informações. Portanto, informações disponíveis em  $t-1$  seriam determinantes para o risco sistemático.

Nesta linha, Ang e Lyon (2013) avaliaram os efeitos da crise de 2008-2009 em betas de diferentes setores e de títulos de dívida. Estudos prévios mostraram variações significativas nos betas em momentos de alta volatilidade (Arisoy, et al. (2011)). Os autores encontraram que para a maioria dos setores os betas no período pós-crise não eram significativamente diferentes daqueles observados no período pré-crise. Além disso, registraram que nos setores em que os betas alteraram-se ao entrar na crise, em sua maioria reverteram aos níveis pré-crise.

No Brasil, Cecco (1986) testou a estabilidade do beta na Bovespa no período de 1970 a 1980 replicando os trabalhos de Blume (1971), Levy (1971), Klemkosky e Martin (1975). O autor concluiu que quanto mais ativos compusessem o portfólio e maior o período de estimação do beta, maior foi a estabilidade do beta. No entanto, não foi verificada evidência de estabilidade no caso de betas de ações individuais.

Ribenboim (1998) testou a validade dos modelos CAPM e CAPM condicional em que o beta varia ao longo do tempo. Ribenboim concluiu que o CAPM é aceito, mas com a ressalva do viés causado pela hipótese de retornos normalmente distribuídos. Para o CAPM condicional, o modelo foi aceito para o grupo de ações mais negociadas no mercado e rejeitado para o grupo de ações com menos liquidez.

Carareto (2004) testou o modelo CAPM e a estabilidade dos betas para uma amostra de cinco empresas com grande representatividade no índice Ibovespa entre os anos 1994 e 2001, com dados diários. Seus resultados não rejeitaram a hipótese de que os betas seriam significativos, contudo o  $R^2$  observado apresentou-se baixo para as cinco empresas, indicando baixo poder de previsão. Com relação à estabilidade dos betas, esta não foi rejeitada para as empresas e o período analisado.

Lima, Laurini e Minardi (2009) avaliaram se houve quebra estrutural do beta no mercado brasileiro no período de 1995 a 2006, com uma amostra de 92 ações contra o Ibovespa e o MSCI Brasil. Utilizaram como método os testes de quebras de Chow, Andrews e Andrews e Ploberger. Os resultados mostram que o coeficiente beta é altamente instável, em todos os testes utilizados.