

2

REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Risco

Para Brigham e Ehrhardt (2006) risco pode ser definido como perigo, exposição à perda ou dano. Portanto, risco é a chance de que algum evento desfavorável ocorra.

De acordo com Bernstein (1997) desde o Renascimento o tema começou a ser estudado, numa tentativa de entender os riscos envolvidos ao se desafiar as crenças já sedimentadas na sociedade à época.

Dando um grande salto no tempo e restringindo o espectro ao segmento financeiro, a noção de risco como hoje entendida encontra seus fundamentos nos trabalhos de Markowitz (1952, 1959), que introduziram: (a) o critério de se avaliar o risco de uma carteira a partir da variância de seus retornos e (b) a importância da diversificação como estratégia para redução do risco. Essas duas importantes contribuições deram origem à Moderna Teoria das Carteiras e são a base da maioria dos modelos de gestão de risco desenvolvidos desde então.

Algumas das hipóteses assumidas pelo modelo de Markowitz acerca do investidor são que:

- (a) suas decisões de investimento se baseiam nos níveis de risco e retorno esperados. Dessa forma, as curvas de utilidade dos investidores são funções dos retornos esperados e da variância dos retornos;
- (b) o risco que estimam para cada carteira é uma função da variabilidade dos retornos esperados; e
- (c) apresentam comportamento racional, uma vez que maximizam a utilidade esperada em determinado período e exibem utilidade marginal decrescente da riqueza.

O modelo básico de Markowitz pode ser resumido por:

$$E = \sum_{i=1}^n w_i \mu_i \quad (2)$$

$$V = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij} \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (4)$$

$$w_i \geq 0$$

onde E é o retorno esperado da carteira, V é a variância da carteira, w_i é a participação de cada ativo, μ_i é o retorno esperado de cada ativo e σ_{ij} é a covariância entre o par de ativos se (i) for diferente de (j) ou a variância entre o par de ativos se (i) for igual a (j).

A partir da estrutura construída por Markowitz foi possível um substancial avanço no estudo de finanças, com a construção de modelos que ao permitirem comparações de forma mais objetiva facilitaram o apreçamento de ativos e portfólios e contribuíram para o desenvolvimento dos mercados financeiros e de capitais.

O mais notório desses modelos é o CAPM, cuja criação é atribuída pela maioria dos pesquisadores a Sharpe (1964), mas parte da academia entende que Lintner (1965a,b) e Mossin (1966) desenvolveram de forma paralela estudos no mesmo sentido. O CAPM é um modelo simples e intuitivo, que fornece diretrizes fortes e que podem ser testadas. Daí a sua difusão e utilização até hoje pelos agentes de mercado.

Da mesma forma que no modelo de Markowitz, os retornos esperados e a variância ocupam papel central no CAPM. Sob o CAPM, a variância é a única medida de risco com que os investidores deveriam se preocupar. De forma objetiva, a equação do modelo é especificada como:

$$E(R_i) = R_f + \beta_i (E(R_m) - R_f) \quad (5)$$

sendo $E(R_i)$ o retorno esperado do ativo, R_f o retorno do ativo sem risco, $E(R_m)$ é o retorno esperado do mercado e β_i é o beta do ativo (a covariância entre os retornos do ativo e do mercado, sobre a variância dos retornos de mercado).

O CAPM também se ampara em algumas premissas teóricas para ter sustentação, mas que são criticadas pelos pesquisadores, algumas das mais importantes são que:

- (a) os investidores focam em um período e buscam maximizar a utilidade esperada de sua riqueza com base apenas nos retornos esperados e na volatilidade;
- (b) os investidores podem emprestar ou tomar emprestada uma quantia ilimitada de recursos à taxa livre de risco;
- (c) não há custos de transação, nem impostos; e
- (d) os investidores têm expectativas homogêneas.

Algumas dessas premissas encontram resistências teóricas e/ou não são comprovadas empiricamente pelos dados de mercado. Diversas alternativas de modelos financeiros surgiram como propostas para sanar as deficiências do CAPM. Dois exemplos importantes são a *Arbitrage Pricing Theory* (APT) (Ross, 1976) e o Modelo de Três Fatores de Fama e French (1992, 1993).

Mas antes do surgimento da APT e do Modelo de Três Fatores de Fama e French, a característica estática do CAPM já havia levado Merton (1973) a desenvolver um novo modelo, que leva em conta a natureza dinâmica das decisões financeiras e as correlações entre os retornos de diferentes ativos. O *Intertemporal Capital Asset Pricing Model* (ICAPM) pode ser representado matematicamente pela equação “ $E_t[R_{t+1}] = \mu + \gamma \sigma_t^2[R_{t+1}]$ ”, já exposta na introdução deste trabalho, onde foram definidos cada um de seus elementos e foram dados maiores detalhes sobre o modelo.

2.2. Intertemporal Capital Asset Pricing Model

O arcabouço teórico proposto por Merton em 1973 tem se mostrado resiliente por décadas, mas as investigações empíricas que tentam comprovar as conclusões do ICAPM têm apresentado resultados divergentes. French, Schwert e Stambaugh (1987), Baillie e DeGennaro (1990), Campbell e Hentschel (1992) encontram uma relação positiva e não significativa entre o retorno condicional e a variância condicional. Lembrando que essa relação é representada pelo coeficiente de aversão relativa ao risco (γ) da equação do ICAPM. Já Campbell (1987) e Nelson (1991) acham relações negativas e significativas entre o retorno condicional e a variância condicional. Outros autores chegam ainda a resultados conflitantes dependendo da metodologia utilizada; como Turner, Startz e Nelson (1989) e Glosten, Jagannathan e Runkle (1993).

Essa indefinição levou a pesquisas adicionais sobre o tema e metodologias mais sofisticadas foram desenvolvidas. Alguns desses trabalhos concluem que há relação positiva e significativa entre o risco e o retorno em termos empíricos; vide Ghysels et al (2005), Guo e Whitelaw (2006) e Bali e Engle (2010). Ghysels et al. (2005) introduzem um novo estimador para prever a variância condicional, que chamam de *mixed data sampling* (MIDAS). A partir dos resultados obtidos com o MIDAS os autores concluem que o ICAPM permanece válido: o modelo clássico de cálculo da variância condicional é que não permite que γ seja positivo e significativo de forma consistente nos testes empíricos.

Não obstante os avanços na comprovação do *trade-off* entre risco e retorno, deve-se fazer duas ressalvas: (a) apenas a partir de modelos mais complexos como o MIDAS se conseguiu comprovar essa relação usando-se a variância condicional estimada a partir de janelas mais curtas de dados históricos (menos de dois meses), a abordagem tradicional só funciona em alguns estudos com janelas de dados mais extensas (três ou mais meses); e (b) os retornos de mercado não podem ser explicados pela variância condicional no caso de grandes oscilações nos preços dos ativos, como sugerem Carr et al. (2002). Uma das alternativas para superar esses obstáculos é avaliar o risco por meio de outras medidas, como o Value at Risk (VaR).

2.3.

Value at Risk e Retornos de Mercado

Jorion (1997) define o VaR como a perda máxima esperada num determinado horizonte e considerado certo nível de confiança. Dessa forma, ao se usar um nível de confiança de 95% e focando o VaR de um dia conclui-se que há apenas 5% de probabilidade de que a perda no próximo dia de negociação supere o VaR estimado. Essa simplicidade e poder de síntese fazem o VaR ser um dos instrumentos de controle de risco mais utilizados pelas tesourarias de grandes instituições financeiras e não financeiras.

Bali et al. (2009) analisam se o VaR e outras medidas de *downside risk* podem ser utilizadas para determinar a relação risco-retorno. Eles encontraram uma relação positiva e significativa entre os VaRs dos índices da Bolsa de Valores de New York (NYSE), do Standart and Poors (S&P500) e da Nasdaq e seus retornos em excesso (R_{t+1}). O estudo deixou claro que no caso do mercado norte-americano o VaR é uma medida de risco mais eficiente do que a variância condicional para explicar o retorno de mercado.

Bali et al. (2009) apontam diversos motivos que fundamentam a utilização do VaR para identificar se existe vínculo entre o risco e o excesso de retorno de mercado. Um dos pontos é a existência de uma categoria de investidores que ao decidir sobre os ativos que comporão seus portfólios analisam não apenas o *trade-off* risco-retorno, mas também o potencial de grandes perdas que o investimento carrega. Assim, por mais excepcional que seja o retorno condicional vinculado a determinado ativo, se o risco associado indicar que há elevada probabilidade de perdas catastróficas esses investidores tendem a não alocar capital nesse ativo. Roy (1952), Levy e Sarnat (1972), dentre outros, classificam esses investidores como *safety-first investors*.

Outra justificativa é que Carr et al. (2002) desenvolvem um modelo em tempo contínuo que permite avaliar se os retornos de mercado são difusos (pequenas variações no valor do portfólio) ou se são saltos (grandes variações inesperadas). Esses autores concluem então que os retornos de mercado tendem a ser processos de saltos puros de atividade infinita e variação finita, ou seja, as grandes variações respondem por parte substancial das oscilações de mercado.

Assim, o VaR é mais apto do que a variância condicional para capturar essas grandes e repentinas oscilações.

Harvey e Siddique (2000) mostram que os investidores avessos a risco preferem os ativos assimétricos à direita aos assimétricos à esquerda, devendo os últimos oferecer retornos maiores para que entrem nos portfólios. O excesso de curtose também afeta a atratividade dos ativos, sendo os leptocúrticos menos atraentes para o investidor avesso a risco. Assim, quanto mais leptocúrtico maior deve ser o retorno oferecido pelo ativo para entrar na carteira, vide Dittmar (2002) para diversas referências. Sendo o VaR uma medida de perdas que aumentam conforme as distribuições se tornam mais negativamente assimétricas e/ou leptocúrticas, infere-se que há relação positiva entre o VaR e os retornos exigidos pelos investidores para assumir posições nos ativos.

Ghysels et al. (2005) apontam que retornos obtidos em intervalos mais curtos (alta frequência) poderiam apresentar muitos ruídos, o que contraindica seu uso em estudos de médias condicionais, por isso optam pela frequência mensal para mensurar o lado esquerdo da equação do ICAPM (eq.1) por meio do MIDAS. Por outro lado, Merton (1980) argumenta que a maior frequência dos dados apresenta vantagens para se estimar a volatilidade, ou seja, é mais apropriada para se trabalhar o lado direito da equação 1. Seguindo esses autores, o retorno de mercado foi calculado mensalmente e o risco (representado pelo VaR) foi estimado a partir dos retornos diários.

French et al. (1987) propõem um sistema de janelas móveis de um mês para se estimar a variância, chegando a valores não significativos e às vezes negativos para a relação risco-retorno (γ). Ghysels et al. (2005) expandem para até seis meses os períodos das janelas móveis do método proposto por French et al. (1987), percebendo que o valor do coeficiente γ se eleva junto com o aumento do número de meses, até se tornar positivo e significativo para janelas de três ou quatro meses. A partir das janelas contendo cinco meses o coeficiente γ volta a se reduzir e deixa de ser significativo. Diante disto, eles concluem que o tamanho das janelas usadas na estimação da volatilidade tem um papel fundamental para se apurar o *trade-off* entre risco e retorno.

Neste trabalho o VaR não paramétrico foi apurado pelo método histórico, por meio da abordagem usada por Bali et al. (2009) para o mercado norte-

americano. Nessa linha, o VaR não paramétrico equivale à pior perda diária em termos percentuais sofrida pelo Ibovespa em determinado número de meses. Foram utilizadas janelas móveis de um a seis meses para estimar o VaR não paramétrico, com cada mês contendo 21 dias úteis.

Favre e Galeano (2002) aplicam correções pela assimetria e pelo excesso de curtose às estatísticas “z” obtidas da distribuição normal padronizada, usando os valores corrigidos de “z” para estimar o VaR paramétrico utilizado na otimização dos retornos de *hedge funds*. Essa metodologia se mostra interessante quando se necessita de uma distribuição teórica representativa de séries de retornos de ações e carteiras, pois é notório que essas séries não atendem ao critério de normalidade (curtose 3 e assimetria zero).

Ao estimar o VaR paramétrico neste estudo foi adotado o ajuste proposto por Favre e Galeano (2002) para capturar a assimetria e o excesso de curtose das distribuições empíricas e ajustar os valores padronizados de “z”. Sem essa pequena transformação não teria sentido investigar o comportamento dos retornos condicionais em relação ao VaR paramétrico como substituto da variância, já que no VaR paramétrico padronizado a única variável que oscila é a própria volatilidade: o “z” e o valor do portfólio são fixos para determinado nível de significância. O ajuste permite que o “z” também oscile e os resultados para o VaR paramétrico sejam diversos dos estimados pela metodologia padrão.