



Autor: Capitão-de-Corveta (Intendente da Marinha)
Eduardo Rocha de Freitas

ARTIGO SELECIONADO

INCORPORANDO A GESTÃO DO RISCO ÀS APLICAÇÕES FINANCEIRAS DO FUNDO NAVAL. PASSO INICIAL: ESCOLHA DE UMA METODOLOGIA DE CÁLCULO PARA O RISCO DE MERCADO.

1 INTRODUÇÃO

Qual o risco das operações financeiras do Fundo Naval? Qual a aplicação mais arriscada? Em quanto aumenta ou diminui o risco do fundo, com a aquisição de determinado papel? Existe espaço para ampliar a volatilidade das aplicações financeiras do fundo sem comprometer sua rentabilidade?

Estas foram algumas das questões que motivaram a incorporação da Gestão baseada no Risco às aplicações financeiras do Fundo Naval.

É claro que até chegar a esse ponto, muito já tinha sido feito no passado.

Na verdade, o processo iniciou-se em dezembro de 1988 com a Portaria Ministerial que autorizou os fundos de interesse da defesa a aplicarem seus recursos no mercado financeiro. A partir de 2005, a Diretoria de Finanças da Marinha (DFM), incluiu em suas diretrizes a qualificação e aprimoramento técnico do pes-

soal responsável pelo Fundo Naval.

No primeiro semestre de 2006, a DFM implantou uma mesa de operações financeiras, possibilitando o acesso a algumas das melhores plataformas de informações do mercado: a Agência Estado e a Bloomberg International. Em 2010, ocorreu a reestruturação da Divisão do Fundo Naval com a criação da Seção de Análise de Risco e da Divisão de Estudos Econômicos. Finalmente, no segundo semestre de 2012, a Seção de Análise de Risco passou a ser subordinada à Divisão de Estudos Econômicos.

No que tange à Seção de Análise de Risco, esta foi criada com o intuito de analisar o risco de crédito das operações do fundo, ou seja, mensurar a possibilidade de default ou inadimplência de uma contraparte (instituição financeira) do fundo.

Para tanto, utiliza-se da análise fundamentalista sobre os demonstrativos contábeis e

financeiros para estimar a capacidade de crédito dos emissores e, das informações sobre os ratings de crédito proferidos pelas agências especializadas (Standard & Poor's, Moody's, Risk-Bank, dentre outras).

Isto permite classificar as instituições financeiras de acordo com os padrões estabelecidos pela Junta Administrativa do Fundo Naval (JAFN), por exemplo: de 1ª linha, ou grande porte; de 2ª linha, ou de porte médio, etc.

Contudo, a Seção de Análise de Risco não efetuava nenhuma análise sobre o risco de mercado, ou seja, o risco relacionado à taxa de juros, às oscilações no câmbio e aos índices de inflação.

2 A METODOLOGIA VALUE AT RISK

Dentre as metodologias de cálculo de risco, optou-se pelo Value at Risk (VaR), que foi originalmente desenvolvida pelo Banco J. P. Morgan a partir de 1994 e tornou-se padrão de referência internacional para o cálculo do risco de mercado das instituições bancárias e financeiras a partir de 1999 por intermédio da popularização, pela internet, do software Riskmetrics®.

Conceitualmente, segundo Jorion (2003) o VaR é a maior perda esperada, em termos monetários para uma determinada carteira ou ativo, a valor presente, dado um nível de significância, dentro de um horizonte de tempo e em condições normais de mercado.

Ainda de acordo com Jorion (2003), a principal vantagem da metodologia VaR e um dos principais fatores de sua disseminação, deve-se ao fato de o VaR resumir, em um único número, o risco de mercado de uma determinada posição. Esta simplificação da medida de perda potencial em um único valor monetário, tornou o VaR de fácil leitura e interpretação.

O VaR passou a ser peça fundamental de análise e mensuração do risco, nos instrumentos de regulação internacionais(1) e difundiu-se como metodologia de risco para o mercado de ações, derivativos e opções, além de passar a ser utilizada como instrumento de Gestão de Risco por empresas não financeiras (PETROBRÁS, VALE, etc.).

Desta forma, segundo Holton (2002) surgiram metodologias específicas para o cálculo do VaR, principalmente a partir do desenvolvimento da Teoria das Carteiras de Markowitz.

Então, com base nas características peculiares da carteira do Fundo Naval, dentre as metodologias de estimação do Value at Risk, surgiu à necessidade de encontrar aquela que melhor se adapte à realidade do fundo, levando em consideração: a praticidade de cálculo, as necessidades computacionais envolvidas e os resultados alcançados.

A tabela a seguir apresenta as principais metodologias de VaR estudadas, destacando-se sua classificação em paramétricas e não-paramétricas(2).

Metodologia	Classificação
Simulação Histórica pesos fixos	Não-Paramétrica
Simulação Histórica com suavização	
Simulação de Monte Carlo	
Auto-regressiva condicional por regressão quantílica	Paramétrica
Delta-normal	
Delta-normal com suavização	
Delta-gama-normal	Paramétricas específicas para renda fixa
Delta-gama-normal com expansão de Taylor	
Dois fatores	

Elaboração: Autor

3 ETAPAS DE ESCOLHA DA METODOLOGIA DE CÁLCULO DO RISCO DE MERCADO

A escolha da metodologia mais robusta e mais aderente às características da carteira do Fundo Naval passou por algumas etapas bem definidas:

1ª etapa: criação de um banco de dados

Foi necessário elaborar um banco de dados que registrasse os retornos diários e os patrimônios líquidos investidos nos Fundos Admiral e

Acanthus(3), nas aplicações em Cota Única do Tesouro (APLIFIN)(4) e nas operações de curto prazo via mesa de operações financeiras(5).

2ª etapa: distribuição empírica dos retornos

Esta etapa consistiu em plotar, em histogramas gerados pelo software livre R!® os retornos diários migrados do banco de dados para cada fundo exclusivo, para as aplicações via mesa de operações e para os recursos mantidos no APLIFIN.

3ª etapa: testes de aderência

Os testes de aderência buscavam encontrar uma distribuição teórica que se ajustasse à distribuição dos retornos empíricos de cada modalidade de aplicação do fundo. Uma vez estatisticamente comprovada a aderência a uma distribuição conhecida, o VaR calculado seria paramétrico. Sendo estatisticamente inviável a aderência a uma distribuição conhecida, o VaR calculado seria não-paramétrico.

Foram utilizados os testes de Shapiro-Wilk (1965) para a distribuição normal e o teste qui-quadrado para a distribuição normal, exponencial, triangular, log-normal, t-student, qui-quadrado e uniforme.

A hipótese de aderência foi rejeitada por ambos os testes para todas as distribuições.

4ª etapa: calculando o VaR para metodologias não-paramétricas(6)

A conclusão da etapa anterior foi que o VaR da carteira do Fundo Naval deveria ser calculado por uma metodologia não-paramétrica.

A primeira metodologia aplicada foi a Simulação Histórica a pesos fixos. De acordo com Silva (2010) a hipótese teórica por detrás desta metodologia argumenta que "a distribuição passada explica o comportamento futuro". Por se tratar de pesos fixos, cada retorno histórico possui o mesmo valor (peso) na amostra. Os retornos passados são estatisticamente ordenados e, sobre estes, se calcula o percentil correspondente ao nível de significância do VaR diário procurado.

A Simulação Histórica com suavização exponencial(7) parte da essência teórica do método anterior, entretanto, sua diferença consiste em atribuir pesos diferentes, valorizando os retornos recentes e minimizando a participação dos retornos mais antigos. Cada distribuição de retornos foi suavizada exponencialmente, utilizando-se o parâmetro $\lambda = 0,94$ como fator de decaimento(8).

Outra metodologia testada utilizou a Simulação de Monte Carlo que, de acordo com Jorion (2003) é a mais abrangente metodologia de estimação de risco de mercado. Foram gerados no computador dez mil cenários de retornos probabilísticos. Para tanto, foi escolhido como padrão estocástico a distribuição de frequência real dos dados históricos suavizados. Definiu-se então, como o valor estimado para o VaR, o valor médio encontrado para o retorno, dado o nível de significância, a partir dos cenários definidos na hipótese probabilística.

Engle e Manganelli (2004 apud LIMA, 2010) desenvolveram um modelo que não necessita de hipóteses paramétricas para a distribuição dos dados para o cálculo do VaR, podendo ser aplicado em distribuições assimétricas com caudas pesadas. Esta metodologia intitulada "auto-regressiva condicional por regressão quantílica" foi aplicada a seguir.

Seu embasamento teórico sugere que a volatilidade dos retornos dos ativos financeiros possui algum comportamento auto-regressivo. O VaR, que é diretamente afetado pela volatilidade dos retornos, também possui um comportamento auto-regressivo em sua série temporal. Para seu cálculo, faz-se necessário a existência de uma base de dados com valores anteriores estimados para o VaR, conforme descrito na fórmula a seguir: $VaR(\alpha) = \beta_0 + \sum \beta_1.VaR(t-1) (\alpha) + Y_j X(t-j)$, onde (β_0, β_1 e Y_j) são parâmetros desconhecidos a serem estimados na regressão e X_t representa o tempo "t" das variáveis observadas.

5ª etapa: Backtesting

Segundo Silva (2010), Backtesting é um procedimento estatístico de avaliação que se utiliza de da-

dos reais, coletados posteriormente à aplicação do modelo, para aferição sobre sua adequabilidade.

De acordo com Machry (2003), é um arcabouço estatístico formal que consiste em verificar se as perdas reais estão alinhadas com as perdas projetadas. Quando aplicado ao VaR, deve-se avaliar se a estimativa de perda máxima possui aderência à carteira e ao comportamento do mercado.

Foram quatro os modelos de Backtesting aplicados: Modelo de Cobertura Incondicional (Kupiec), Modelo de Cobertura Condicional (Christoffersen), a Função de Perda (Lopez) e, o indicador de eficiência (Lima).

O modelo de Kupiec (1995 apud LIMA, 2010) é conhecido como Modelo de Cobertura Incondicional e foi a técnica pioneira na avaliação de modelos de VaR. Consiste em avaliar a frequência em que ocorrem as violações, e se estas estão em níveis aceitáveis. Os críticos deste modelo argumentam que ele tem uma "grande probabilidade de não rejeitar um modelo de VaR que não seja adequado para um determinado portfólio (Erro tipo II)" (LIMA, 2010, p.37).

O modelo de Christoffersen (1998) é conhecido como Modelo de Cobertura Condicional. Este destaca os modelos de VaR que além de apresentarem grandes quantidades de violações, demonstram violações em sequência, indicando a possibilidade de que um evento específico possa causar as exceções, o que segundo Jorion (2003) torna este modelo interessante para períodos de stress.

A Função de Perda, desenvolvida por Lopez (1998), avalia a magnitude das violações. Não sendo um teste estatístico, a função de perda compara diferentes modelos de estimação do VaR, elegendo como melhor aquele que possuir o menor valor. "Portanto, nem sempre um modelo de previsão do VaR com maior quantidade de violações será necessariamente o pior modelo" (LIMA, 2010, p. 39).

Com base no trabalho de Gaglianone (2007 apud LIMA, 2010), Lima (2010) utiliza como backtesting um indicador de eficiência, calculado por intermédio de uma regressão quantílica,

que avalia a qualidade de toda distribuição de probabilidade do VaR, em comparação com a distribuição dos retornos efetivamente observados. Destaca-se que não é necessário conhecer o modelo ou qualquer hipótese adicional sobre a distribuição de retorno e VaR para calcular este indicador.

4 CONCLUSÃO: METODOLOGIA ESCOLHIDA PARA O CÁLCULO DO VAR DA CARTEIRA DO FUNDO NAVAL

O backtesting não foi conclusivo sobre a supremacia de uma metodologia sobre as demais. Desta forma, os recursos computacionais envolvidos foram decisivos na escolha. Assim sendo, a Seção de Análise de Risco, atualmente utiliza a Simulação Histórica com suavização exponencial para estimativa do VaR diário da carteira do Fundo Naval.

Uma vez implantada uma metodologia de risco no Fundo Naval, as informações de VaR geradas diariamente compõem uma base de dados, no intuito de construir uma série temporal de observações. Com um maior número de retornos diários da carteira, pode-se verificar a aderência da distribuição diária dos retornos à curva normal ou, aplicar novamente a metodologia auto-regressiva condicional por regressão quantílica com base em dados reais, a fim de estimar valores mais consistentes.

Contudo, uma vez reconhecidas as limitações das estimativas de VaR, a avaliação do risco deve ser sempre complementada com a análise do cenário econômico-financeiro, a fim de tentar encontrar informações sobre possibilidades de perdas ou ganhos potenciais da carteira.

Notas de final de texto:

(1) O VaR é o padrão de mensuração de risco para instrumentos de regulação financeira para Basileia I, II e III, bem como, para o Banco Central do Brasil.

(2) A diferença entre as metodologias paramétricas e não-paramétricas consiste em considerar, ou não, como hipótese de trabalho, que a distribuição da variável aleatória "retornos da

carteira" possa ser parametrizada.

(3) O Fundo Naval opera, no longo prazo, no sistema de co-gestão, por intermédio de dois fundos exclusivos: um junto ao Banco do Brasil, denominado Fundo Admiral e outro junto à Caixa Econômica Federal, denominado Fundo Acanthus.

(4) O Tesouro Nacional remunera, por intermédio do Sistema Integrado de Administração Financeira (SIAFI), os recursos mantidos na Conta Única do Tesouro Nacional. Esta funcionalidade no SIAFI recebe o nome de APLICAFIN.

(5) Para papéis de curto e curtíssimo prazo, o Fundo Naval utiliza a estrutura da mesa de ope-

rações financeiras para cotar diretamente com bancos de 1º (preferência) e de 2º linha.

(6) Por intermédio do software livre R!® foram construídas as simulações históricas, as suavizações exponenciais, definidos os padrões estocásticos, gerados os cenários por Monte Carlo e, rodada a regressão quantílica para estimativas dos VaR.

(7) Também conhecido como alisamento exponencial ou EWMA (Exponentially Weighted Moving Average) Médias Móveis Exponencialmente Ponderadas.

(8) Parâmetro recomendado pela Riskmetrics®.

Referências:

CHRISTOFFERSEN, P. F. *Evaluating Interval Forecasts*. *International Economics Review*, v. 39, n. 4, *Symposium on Forecasting and Empirical Methods in Macroeconomics and Finance*, nov. 1998, p. 841-862. Disponível em: <http://www.ims.nus.edu.sg/Programs/econometrics/files/kw_ref_4.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2012.

DIRETORIA DE FINANÇAS DA MARINHA. *Diretrizes para Operações do Fundo Naval*. Rio de Janeiro. Memorando n.º. 1/2009. 4p.

GAGLIONE, W. P. *Evaluating Value at Risk models via quantile regressions*. *Ensaio em Macroeconometria e Finanças*. 2007. Tese de Doutorado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Economia da EPGE. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://virtualbobfgv.br/dspace/handle/10438/1066>>. Acesso em: 15 out. 2012.

HOLTON, G. A. *History of Value at Risk: 1922-1998*. Working Paper, July 25, 2002. Disponível em: <<http://www.stat.wharton.upenn.edu/~steele/Courses/434/434Context/RiskManagement/VaRHistory.pdf>>. Acesso em 28 set. 2012.

JORION, P. *Value at Risk: a nova fonte de referência para gestão do risco financeiro*. 2ª. ed. rev. e ampl. São Paulo, Bolsa de Mercadorias e Futuros, 2003. 487 p.

KLEIBER, C., ZEILEIS, A. *Applied Econometrics with R (Use R!)*. New York, Springer New York, 2008. 221p.

LIMA, W. B. *Avaliação dos modelos de valor em risco do fun-*

do de aplicação em cotas da PETROBRAS. 2010. 97 f. Dissertação (Mestrado profissionalizante em Economia) — Faculdade de Economia e Finanças IBMEC. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 26/fev/2010.

LOPEZ, J. A. *Methods for Evaluating Value at Risk Estimates*. *Research and Market Analysis Group, Federal Reserve Bank of New York*, 1998. Disponível em: <<http://www.newyorkfed.org/research/epr/98v04n3/9810lope.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2012.

MACHRY, M. S. *O uso do Value at Risk (VaR) como medida de risco para os fundos de pensão*. 2003. 130 f. Dissertação (Mestrado em Administração) — Fundação Getúlio Vargas, Escola de Administração de Empresas de São Paulo. São Paulo, São Paulo. 2003.

MINISTÉRIO DA FAZENDA. *Portaria n.º. 345 de 29/12/1998*. Brasília. 1998.

PETERNELLI, L. A., MELLO, M. P. *Conhecendo o R — Uma visão estatística*. Viçosa, Ed. UFV, 2007. 181p.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. *An analysis of variance test for normality (complete samples)*. In: *Biometrika* 52 (3-4): 591-611, 1965. Disponível em: <<http://10.1093/biomet/52.3-4.591>>. Acesso em 11 nov. 2012.

SILVA, W. V., et al. *Aplicação da Métrica Value at Risk a índices de bolsas de valores de países latino-americanos: um estudo utilizando os modelos de previsão de volatilidade EWMA, EQMA e GARCH*. *Revista Perspectiva*, Erechim, ano 34, n. 126, p. 19-32, jun. 2010.