

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA



Idryan Edmund Nangoi

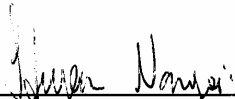
Utilização do VaR para Análise de Carteiras de Investimento

*Trabalho de Graduação
2004*

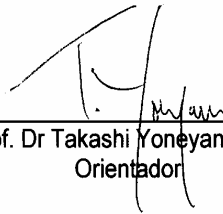
*Infra Estrutura
Aeronáutica*

UTILIZAÇÃO DO VAR PARA ANÁLISE DE CARTEIRAS DE INVESTIMENTO

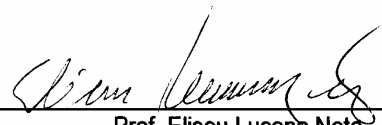
Essa publicação foi aceita como Relatório Final de Trabalho de Graduação



Idryan Edmund Nangoi
Autor



Prof. Dr Takashi Yoneyama - Ita
Orientador



Prof. Eliseu Lucena Neto
Coordenador do Curso de Infra-Estrutura Aeronáutica

São José dos Campos, 19 de novembro de 2004

IDRYAN EDMUND NANGOI

**UTILIZAÇÃO DO VAR PARA ANÁLISE DE CARTEIRAS DE
INVESTIMENTO**

Orientador
Prof. Dr Takashi Yoneyama - ITA

Divisão de Infra Estrutura Aeronáutica

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
CENTRO TÉCNICO AEROESPACIAL
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

2004

À minha família, dedico este trabalho, fruto de anos de dedicação e empenho em uma das melhores instituições de ensino deste grandioso país.

À minha gatinha, que, com muita paciência, caminhou comigo à reta final.

Agradecimentos

Foram dedicados seis meses de pesquisa e empenho para a confecção deste que considero a prova final de que estou preparado para ingressar no concorrido mercado de trabalho. Muitas pessoas me ajudaram e apoiaram não apenas ao longo da realização deste trabalho, mas ao longo de árduos anos de nesta instituição de prestígio. Entre elas meus companheiros de quarto Carvalhal, Eduardo, Piauí, Queijo e Tales. Agradeço também ao amigo Bauru, que me ajudou nas infinitas noites de gagá para as provas e relatórios.

Agradeço aos companheiros de estágio Marcos Muzzette, Marcus Lee Lau e Orlando Padeiro e aos chefes Rogério Santa Fé Zacarias, José Paulo Frazilho e Marcos Tadashi Watanabe. Com eles, muito aprendi nos primeiros meses de minha vida profissional.

Agradeço ao meu orientador, Takashi Yoneyama, pela ajuda dada para a realização deste que é uma das provas de que meu esforço e dedicação no ITA serão os impulsores para minha vida profissional.

Agradeço minha namorada e sua família, que teve compreensão e paciência comigo nos finais de semana sacrificados aos estudos.

Principalmente, gostaria de agradecer àqueles que mais me apoiaram na minha educação e desenvolvimento do meu caráter, meus pais e minhas irmãs. Aos quais dedico este trabalho e meu inestimável carinho. Sem minha família eu não chegaria tão longe.

Que Deus abençoe a todos.

Resumo

Este trabalho de graduação tem como objetivo estudar a metodologia de cálculo do Value at Risk, usado para mensurar riscos de mercado financeiro. Esse estudo passa pela análise do perfil do investidor e pela análise de carteiras de investimento para finalmente mostrar os passos para a determinação do VaR e determinar o grau de aceitação desse para o investidor, que com esse número poderá decidir sobre o investimento ou sobre as estratégias da carteira.

Abstract

This graduation project proposes to study the Value at Risk methodology, used to measure the financial market risks. The application looks through the investor profile analysis and investment portfolios analysis to indicate the steps of calculation of the VaR and determinate a rating of approval for the investor. The objective is to provide a better idea of the strategies of the portfolios.

Lista de Abreviaturas, Siglas e Símbolos

VaR – Value at Risk

ANDIMA – Associação Nacional das Instituições do Mercado Financeiro

BOVESPA – Bolsa de Valores de São Paulo

IBOVESPA – Índice da Bolsa de Valores de São Paulo

TR – Taxa Referencial

EWMA – Exponentially Weighted Moving Average

μ – média

Sumário

Foram abordados, inicialmente, alguns desastres financeiros que aconteceram no cenário internacional, os quais incentivaram diversas instituições financeiras a estudar métodos de mensuração do risco.

No capítulo seguinte, foram citados alguns itens usados em estatística, para dar uma noção do que é usado no cálculo do VaR e que podem ser usados para mensuração de outras metodologias de risco.

No capítulo 3, foram apresentados alguns instrumentos financeiros como ações, opções e contratos futuros, mas de forma a dar apenas uma noção do que sejam. Isso porque, esses são mais complexos e diversificados, exigindo do leitor uma pesquisa mais aprofundada para conhecimento mais específico. São apresentados também os conceitos de *duration* e avaliação a mercado, para determinação de um preço justo de negociação.

Em seguida, apresenta-se o risco e suas diversas classificações. Isso foi feito para mostrar que há diversos tipos de risco e que para cada um sugere-se uma metodologia de mensuração diferente, pois envolve diversos processos diferentes e, portanto, a tomada de informações para um banco de dados seria alterada.

O cálculo e a metodologia, do VaR começa no capítulo 5, onde foram apresentadas formas de mensuração, metodologias paramétricas e não paramétricas, os pontos fortes e fracos da utilização desse, os propósitos do VaR e alguma noção de teoria de carteiras criada por Markovitz. Sugeriu-se também a análise do perfil do investidor, pois diferentes metodologias de cálculo do risco não são suficientes para a tomada de decisão, dependendo do investidor.

Finaliza-se o trabalho com um exemplo de cálculo do VaR. Para tanto, tentou-se tornar esse o mais real possível, usando-se ativos reais e bastante negociados no mercado. Salientou-se também, que um estudo de um período passado não reflete com 100% de certeza o futuro. Buscou-se então formas de validar cenários como teste de estresse e *backing test*.

Não foi a intenção deste trabalho, a criação de um manual de aplicação para o mercado financeiro, mas foi apenas um estudo preliminar para conhecimento da metodologia mais usada no mercado financeiro para mensuração de riscos de mercado.

Índice

Resumo.....	0
Abstract.....	0
Lista de Abreviaturas, Siglas e Símbolos.....	0
Sumário.....	0
Capítulo 1 - Introdução.....	1
Banco Barings.....	2
Metallgesellschaft.....	3
Capítulo 2 - Alguns Conceitos Básicos de Estatística.....	4
Variância.....	4
Desvio Padrão.....	4
Distribuição Normal.....	4
Correlação.....	5
Capítulo 3 - Alguns Conceitos Financeiros.....	6
Ações.....	6
Derivativos.....	6
Opções.....	7
Duration.....	9
Avaliação a Mercado.....	10
Capítulo 4 - Risco.....	13
Tipos de Risco.....	13
Capítulo 5 - Value at Risk.....	17
Pontos Fortes do VaR.....	18
Pontos Fracos do VaR.....	19
VaR Paramétrico.....	20
VaR não Paramétrico.....	21
Determinando Cenários.....	21
Simulação Histórica.....	22
Comparação entre Metodologias de VaR.....	23
Capítulo 6 - Exemplos de Mensuração do VaR.....	24
VaR de uma Carteira de Ações.....	24
Teste de Estresse.....	30
Capítulo 7 - Conclusões.....	32
Referências Bibliográficas.....	33
FOLHA DE REGISTRO DO DOCUMENTO.....	34

Capítulo 1 - Introdução

O presente trabalho teve como objetivo a análise e modelagem do risco de mercado com a metodologia VaR – *Value at Risk*. A princípio, esse estudo foi motivado por um estágio proporcionado pelo Banco Santander Brasil S/A, despertando ao autor deste trabalho, o gosto pela área de finanças. Com o interesse em conhecer os fatores que implicavam os ganhos e perdas sofridos pelas instituições financeiras, uma análise da metodologia VaR tornou-se atraente para que fossem feitas possíveis reduções de riscos e, conseqüentemente, indesejáveis prejuízos. Ao longo do estudo, foram sendo adquiridos conhecimentos sobre vários desastres financeiros que ocorreram devido à falta de uma análise de risco ou um certo descuido no tratamento desse. Atualmente, a área de gestão e controle de riscos está em ascensão nos bancos e demais instituições financeiras, e diversas metodologias estão sendo estudadas e analisadas para tentar garantir maior conforto não somente aos investidores, como os próprios bancos. Entre essas está o VaR, que será estudado ao longo deste estudo.

O estudo do risco foi motivado pela ocorrência de alguns desastres econômicos em todo o mundo. Apresentando alguns desses casos, tem-se a quebra do Banco Barings e as perdas sofridas pela Metallgesellschaft¹.

Banco Barings

Em 26 de fevereiro de 1995, notícias sobre um provável colapso do Banco Barings chegou à imprensa britânica. Nicholas Leeson, um operador de derivativos baseado em Cingapura, havia causado perdas da ordem de £\$ 1,3 bilhões. O valor das ações do Barings, fiel depositário de parte da riqueza pessoal da monarquia britânica, com 233 anos de existência, havia desaparecido.

A história inicia-se em 1994, quando Leeson obteve pessoalmente quase 20% dos ganhos do Barings. Isso o tornou muito poderoso no escritório do banco em Cingapura, sem qualquer supervisão no que se refere aos seus limites operacionais. A falta de controles operacionais era clara, por exemplo, quando pedidos dele para depósito de margens no valor de £\$ 1 bilhão foram feitos e aceitos pela matriz londrina.

Leeson posicionou o Barings Bank em vários derivativos do mercado asiático, dentre eles contratos futuros sobre o índice *nikkey 225*, relativo ao mercado acionário japonês, tomadas na bolsa de derivativos de Osaka e Cingapura. Durante os dois primeiros meses de 1995 o mercado japonês (medido pelo *spot nikkey 225*) caiu 15%. As posições do banco sobre responsabilidade de Leeson sofreram perdas enormes. Entretanto ele achava que ele estava correto e o mercado errado, tomando posições ainda maiores com a expectativa de que o índice revertesse sua tendência de queda. Com o volume de perdas, o operador abandonou seu posto mandando um fax para seus superiores em Londres com um pedido de desculpas. Após o incidente, o Banco Barings foi comprado pelo grupo holandês Internationale Nederlanden Group (ING) por uma única libra esterlina. Leeson foi condenado a seis anos de prisão pela justiça britânica.

Esse foi um caso onde o risco operacional é claramente identificado nas operações do operador de mercado de derivativos, que tem grandes responsabilidades nas decisões de alocação de recursos da companhia.

¹ Jorion, Philippe. Value at Risk. 1999.

Metallgesellschaft

No início de 1993, a Metallgesellschaft era o décimo maior conglomerado alemão e contava com 58.000 funcionários. Suas dificuldades começaram quando sua subsidiária norte-americana, a Metallgesellschaft Refining & Marketing, resolveu vender contratos de longo prazo (até dez anos de duração) para distribuição de combustíveis num montante de até 180 milhões de barris de petróleo. Esta decisão da subsidiária norte-americana foi tomada sem consulta à matriz alemã, o que caracteriza um risco operacional.

A estratégia de hedge de tal subsidiária era utilizar o mercado de contratos futuros para reduzir sua exposição às variações do preço do petróleo. Entretanto, uma grande dificuldade foi que os contratos futuros sobre o petróleo disponível em bolsa de derivativos mundiais eram todos de curto prazo. Surgiu então o chamado basis risk, derivado do fato de que os contratos futuros de curto prazo sobre o petróleo estavam sendo utilizados para gerenciar a exposição de contratos de longo prazo.

O problema ficou aparente à matriz alemã quando o preço do petróleo caiu de \$20/barril para \$15/barril em 1993. Quase USD 1 bilhão em ativos líquidos foram solicitados pelas bolsas de derivativos como margens para as posições em futuros da subsidiária norte-americana. O risco de mercado inerente a Metallgesellschaft, o risco de liquidez, dava então a dimensão do problema.

O resultado disso foi a demissão da alta gestão da subsidiária norte-americana a liquidação de todas as posições em futuros e contratos de longo prazo para a entrega de combustíveis. Essa perda, da ordem de USD 1,3 bilhão, foi financiada pelo Deutsche Bank em USD 2,4 bilhão, incorrendo ainda na queda das ações da empresa de 64 para 24 marcos, menos de 50% do seu valor de mercado.

Após esses dois casos de falta de análise de riscos, outro fator de interesse nesse estudo foi que instrumentos financeiros como derivativos devem levar em conta o estudo do VaR, pois é de grande importância para a questão de administração de riscos.

Enfim, a análise em si já é uma grande motivação para o estudo do VaR, pois é preciso não apenas trabalhar para diminuir as perdas evitando que os investidores percam suas economias de maneira inesperada, mas também analisar os investimentos de forma mais racional.

Capítulo 2 - Alguns Conceitos Básicos de Estatística

Variância

A variância mede a dispersão relativa ao centro da amostra ou simplesmente a sua média. Essa é definida pela expressão:

$$s^2 = \frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + (x_3 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{(n-1)} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}$$

Desvio Padrão

Uma vez que a variância se refere a valores ao quadrado, foi necessário usar uma medida que exprimisse a mesma unidade dos dados, o que levou à criação do desvio-padrão, algo mais fácil de ser interpretado. O desvio padrão é uma medida que **só pode assumir valores não negativos** e quanto maior for, maior será a dispersão dos dados.

Entretanto, tal como a média de uma amostra, o desvio-padrão não é uma medida resistente, pois está atrelada a valores muito grandes ou muito pequenos. Assim, se a distribuição dos dados for bastante enviesada, não é conveniente utilizar a média como medida de localização, nem o desvio padrão como medida de variabilidade. Estas medidas só dão informação útil, respectivamente sobre a localização do centro da distribuição dos dados e sobre a variabilidade, se as distribuições dos dados forem aproximadamente simétricas.

Distribuição Normal

Se a distribuição de frequência dos dados de uma variável quantitativa é simétrica, diz-se que os dados estão normalmente distribuídos e a distribuição dos dados, neste caso, é denominada distribuição normal. Este conceito é estendido às curvas de frequências de uma variável. Define-se que uma variável aleatória X tem distribuição normal com parâmetros μ e σ^2 , $-\infty < \mu < +\infty$ e $0 < \sigma^2 < +\infty$, se sua densidade é dada por:

$$f(x; \mu, \sigma^2) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad -\infty < x < \infty$$

O gráfico a seguir mostra uma particular curva normal, determinada por valores particulares de μ e σ^2 .

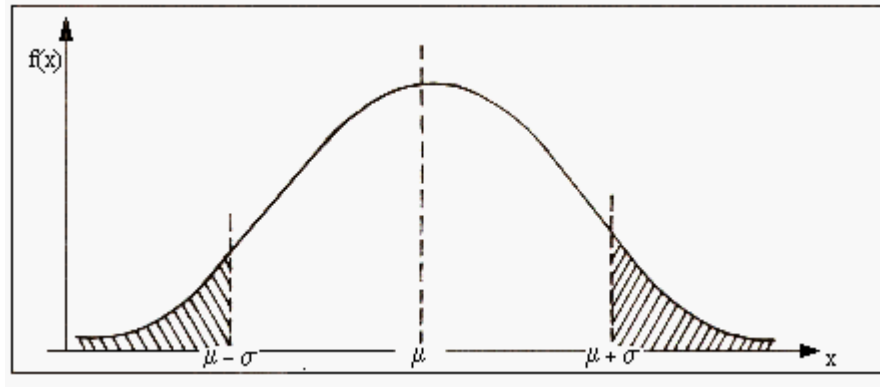


Figura1. Função Distribuição de Probabilidade de uma variável aleatória normal com média μ e desvio-padrão σ .

Correlação

Mede a similaridade entre dois conjuntos de dados numéricos sobre uma escala absoluta de $[-1,1]$. É calculado através da divisão do valor de covariância pela raiz quadrada do produto dos desvios padrão dos conjuntos de dados x e y .

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x S_y}$$

Onde

$$S_{xy} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n-1} = \frac{\sum (x_i y_i - n\bar{x}\bar{y})}{n-1}$$

Uma correlação forte indica que se um ativo tem a tendência de aumento de preço (ou vice-versa), o outro ativo correlacionado também tem a mesma tendência. Uma fraca correlação entre ativos não possibilita a análise da tendência de um frente outra.

Capítulo 3 - Alguns Conceitos Financeiros

Ações

Ações são títulos de renda variável, emitidos por sociedades anônimas, que representam a menor fração do capital da uma empresa emitente. Podem ser escriturais ou representadas por cautelas ou certificados. O investidor em ações é um co-proprietário da sociedade anônima da qual é acionista, participando de seus resultados. As ações são conversíveis em dinheiro, a qualquer tempo, pela negociação em bolsa de valores ou no mercado de balcão. Podem ser do tipo ordinária, que proporciona participação nos resultados da empresa e conferem ao acionista o direito de voto em assembléias gerais, ou preferências, que garantem ao acionista a prioridade no recebimento de dividendos (geralmente em percentual mais elevado do que o atribuído às ações ordinárias) e no reembolso de capital, no caso da dissolução da sociedade.

A rentabilidade das ações é variável. Parte dela, composta por dividendos ou participação nos resultados e benefícios concedidos pela empresa, advém da posse da ação; outra parte advém do eventual ganho de capital na venda da ação. Os benefícios gerados pela aquisição de uma ação são chamados de proventos.

Derivativos

Derivativos são instrumentos financeiros de transferência de risco e proteção contra a volatilidade do mercado. Derivativo é um contrato privado cujo valor é, quase todo, derivado do valor de algum ativo, taxa referencial ou índice-objeto ou ainda *commodities*. A idéia básica de um derivativo é que é possível comprar ou vender risco de um ativo objeto sem ter que necessariamente negociá-lo.

Os principais produtos derivativos são os contratos futuros, contratos a termo, *swaps* e opções. Os três primeiros representam uma compra ou venda incondicional do risco; e as opções são diferentes, pois permitem uma negociação condicional.

Opções

O conceito de opção de compra surge da negociação do direito de compra ou venda de um ativo objeto a um preço futuro pré-determinado. Dependendo do tipo de direito oferecido, existem dois tipos básicos de opções: compra (CALL) e venda (PUT). Existem outros tipos de opções mais complexas que não serão abordadas neste trabalho.

Uma opção de compra dá ao seu comprador o direito de comprar uma certa quantidade de um ativo objeto, pagando um preço de exercício especificado, em ou antes de uma determinada data que é o vencimento dessa opção.

Uma opção de venda garante ao seu comprador o direito de vender uma certa quantidade de um ativo objeto por um preço de exercício especificado em uma certa data.

Ao comprador da opção, também conhecido como titular, é dado o direito e não a obrigação de efetuar a transação. Por exemplo, o dono de uma opção de compra tem o direito de escolher comprar ou não o ativo objeto. Sendo de seu interesse, ele pode exercer a opção, comprando o ativo objeto pelo preço de exercício (*strike*), mas não tem a obrigação de comprar o ativo caso não seja de seu interesse exercer a opção, o que não acarreta penalidades.

Já o lançador da opção tem a obrigação de cumprir a transação caso seja exercida a opção pelo comprador. Em compensação, o lançador recebe um pagamento na abertura de contrato, conhecido como prêmio, para conceder ao titular tal direito.

Existem métodos para calcular o prêmio pago pelas opções, sendo que um dos métodos mais conhecidos é o de Black&Scholes. Mas de antemão pode-se verificar que os valores que afetam o preço de uma opção são o preço do ativo objeto, o preço de exercício ou *strike*, o prazo de vencimento da opção, a taxa de juros livre de risco e a volatilidade do ativo objeto.

Contrato futuro de índice de bolsa de valores

Considerando um investidor detentor de uma carteira diversificada de ações que simula perfeitamente o IBOVESPA no valor atual de R\$ 1.000.000,00 e que o mesmo esteja preocupado com a possibilidade de uma queda do mercado no próximo mês. O índice BOVESPA está em 10.000 pontos. Suponha ainda que o investidor não deseje se desfazer permanentemente de suas ações. Uma maneira dele se proteger contra uma desvalorização acionária é através de uma venda de futuro de índice.

Basicamente a operação consiste em vender contratos futuros de IBOVESPA de modo que qualquer perda no mercado à vista seja compensada no mercado futuro. Assumindo que o valor do índice futuro esteja sendo negociado a 11.000 pontos e que cada ponto mais (ou a menos) o vendedor perca (ou ganhe) R\$ 1,00, o investidor pode vender 100 contratos, ficando protegido de qualquer oscilação no mercado acionário. Isso significa que se o IBOVESPA daqui a um mês estiver a 12.000 pontos, o investidor perde R\$ 1.000 por contrato ou R\$ 100.000,00 em 100 contratos. A tabela a seguir mostra como acontece a anulação do efeito indesejado. A primeira coluna mostra possíveis valores no nível do IBOVESPA no vencimento do contrato. Já a segunda e a terceira colunas, a posição da carteira depois de um mês e o ganho ou perda da posição futura ano vencimento do contrato, respectivamente. A última coluna é o valor resultante da carteira mais o da posição futura após um mês.

Por exemplo, se o nível do IBOVESPA for de 8.000 pontos então a carteira do investidor sofreu perda de R\$ 200.000,00. Porém, no futuro de índices, o investidor auferiu um ganho de R\$ 300.000,00 o que resulta em um ganho líquido de R\$ 100.000,00. Assim, seja qual for o valor do índice após um mês, a posição total será de R\$ 1.100.000,00. Em outras palavras, a volatilidade da carteira se anula, o que já era esperado, pois a posição comprada na cesta de ações e a vendida no IBOVESPA possuem correlação negativa perfeita. Evidentemente essa estratégia tem um preço. Caso o índice atingisse 12.000 pontos, o investidor teria um ganho R\$ 200.000,00 na carteira, mas como nessa situação o contrato futuro lhe impõe uma perda de R\$ 100.000,00, o ganho real fica reduzido a R\$ 100.000,00.

Tabela 1. Proteção de uma carteira de ações com futuro de índices

Nível do Índice depois de 1 Mês	Valor da carteira	Ganho ou perda na posição futura	Valor Total
8.000	800.000	300.000	1.100.000
9.000	900.000	200.000	1.100.000
10.000	1.000.000	100.000	1.100.000
11.000	1.100.000	0	1.100.000
12.000	1.200.000	-100.000	1.100.000

Duration

O conceito de *Duration* de uma carteira de títulos está relacionado à idéia de prazo médio do fluxo de caixa correspondente a esta carteira, porém levando em consideração o valor do dinheiro no tempo. Através da *duration* os gestores de risco podem analisar possíveis variações no fluxo de caixa em virtude de alterações na taxa de juros.

Considere um fluxo de caixa F_1, F_2, \dots, F_n correspondente a recursos cujos respectivos prazos d_1, d_2, \dots, d_n sejam conhecidos até uma origem de tempos, que em geral é a data hoje do problema, e as taxas de juro i_1, i_2, \dots, i_n de cada fluxo em relação a essa data origem de tempos.

Assim, considera-se o fluxo:

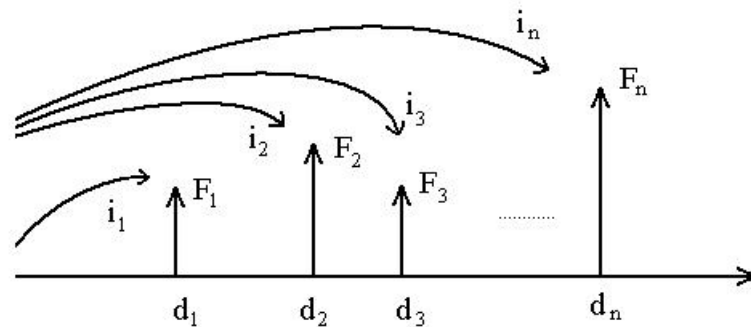


Figura2. Fluxo ilustrativo para determinação de Duration

Nessas condições pode-se calcular o PV, valor presente do fluxo, pela expressão:

$$PV = \frac{F_1}{(1+i_1)^{d_1}} + \frac{F_2}{(1+i_2)^{d_2}} + \dots + \frac{F_n}{(1+i_n)^{d_n}} = \sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1+i_j)^{d_j}}$$

A fórmula da *Duration*, inicialmente sugerida por Macaulay (1938) e depois generalizada por Fisher e Well (1917), procura levar em conta o valor do dinheiro no tempo. Assim, a partir da fórmula do prazo médio ponderado, dada por

$$PV = \frac{F_1}{(1+i_1)^{d_1}} + \frac{F_2}{(1+i_2)^{d_2}} + \dots + \frac{F_n}{(1+i_n)^{d_n}} = \sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1+i_j)^{d_j}}$$

procura-se corrigir o valor de cada fluxo F_j , por uma taxa i_j , até uma data fixada. A escolhida foi a de origem da contagem de tempo, ou seja, a data de hoje. Nessas condições a fórmula para a *Duration*, indicada por D , é dada por

$$D = \frac{\frac{F_1}{(1+i_1)^{d_1}} \times d_1 + \frac{F_2}{(1+i_2)^{d_2}} \times d_2 + \dots + \frac{F_n}{(1+i_n)^{d_n}} \times d_n}{\frac{F_1}{(1+i_1)^{d_1}} + \frac{F_2}{(1+i_2)^{d_2}} + \dots + \frac{F_n}{(1+i_n)^{d_n}}}$$

ou

$$D = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1+i_j)^{d_j}} \times d_j}{PV}$$

Assim, tem-se que a *Duration* nada mais é que o prazo médio lavando-se me conta o valor do dinheiro no tempo. Essa ferramenta é usada para o cálculo de verificação de equivalência entre uma carteira de títulos de renda fixa e um título sintético, a mercado.

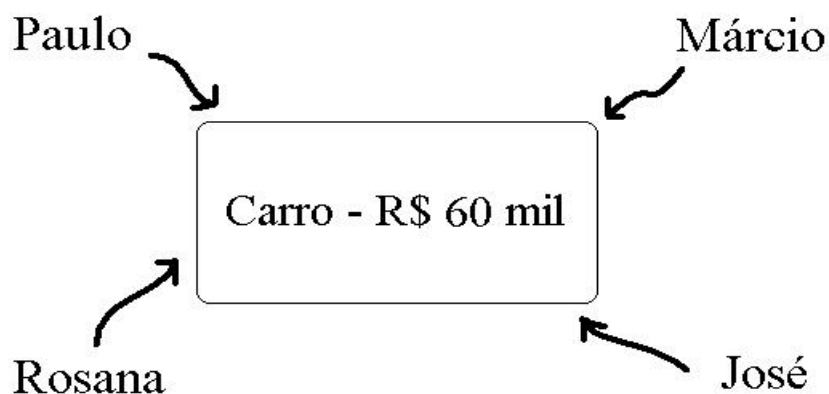
Avaliação a Mercado

Uma demonstração contábil deve mostrar a realidade econômica e financeira da instituição. Assim, mundialmente, os padrões contábeis vêm sofrendo uma série de alterações para garantir maior fidedignidade às informações disponibilizadas através da contabilidade. Uma das mudanças foi o registro contábil de títulos e de valores mobiliários, assim como de instrumentos financeiros derivativo, pelo valor de mercado, e não baseado no custo histórico e na apropriação de rendas pela curva de carregamento.

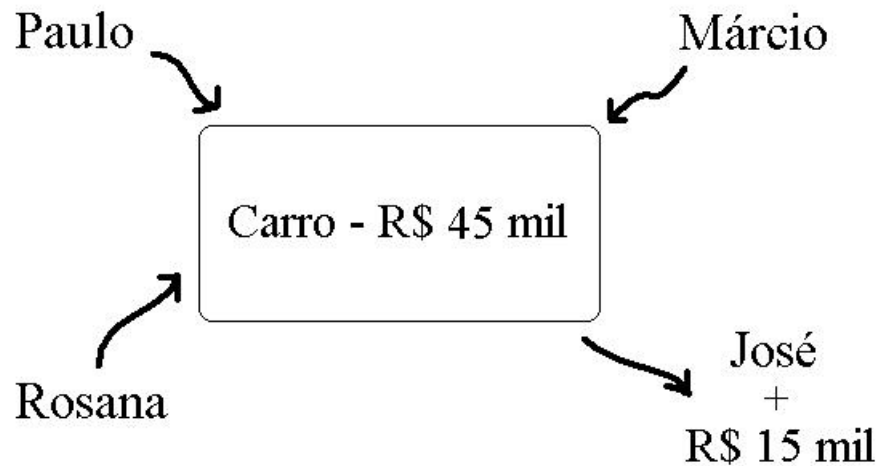
A idéia por trás da contabilização pelo valor de mercado é conferir ao ativo o seu valor justo (*fair value*), visto que o valor histórico corrigido pela apropriação das rendas pode não ser mais um valor razoável. Entretanto não há regras ou normas estabelecidas para definir o valor de mercado, ou seja, o valor justo.

O valor justo pode ser explicado com o seguinte exemplo:

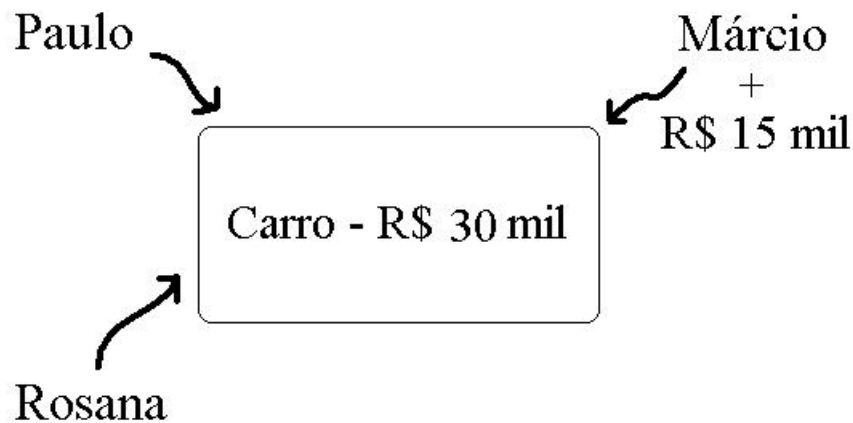
Suponha que quatro amigos, Paulo, Márcio, José e Rosana compraram um carro em conjunto e que o valor desse foi de R\$ 60 mil.



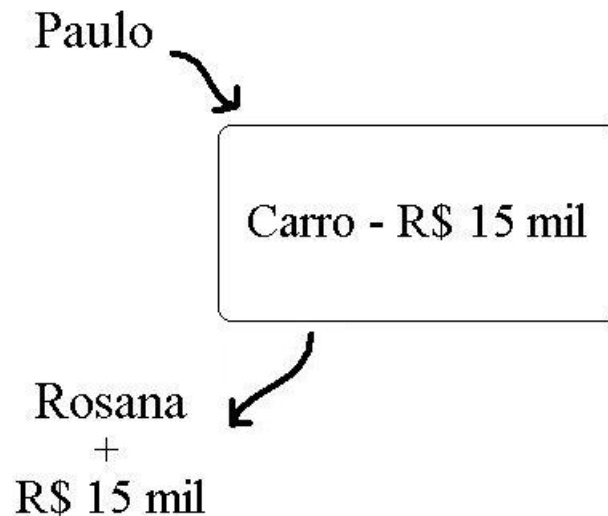
Muito felizes com o automóvel, combinaram então que cada semana um deles usaria o carro. Passados três meses, José precisou de dinheiro e precisou se desfazer da parte que lhe cabia no carro, ou seja, R\$ 15 mil.



Foi então feita a transação e rearranjado a divisão dos dias para uso do carro entre os amigos restantes. Passado mais um mês, Márcio conseguiu juntar dinheiro e pediu a sua parte do carro para comprar o seu próprio automóvel.



Assim, Paulo e Rosana combinaram de usar o carro metade do mês cada um. Entretanto, dois meses depois, Rosana casou e seu marido a presenteou com um automóvel. Ela então pediu para Paulo a sua parte do carro, deixando o bem inteiramente para uso dele.



Paulo então adquiriu o tão sonhado carro somente para uso próprio, por apenas R\$ 15 mil. Mas passados os seis meses, Paulo ficou com um bem que não valia mais R\$ 60 mil, mas um valor inferior a esse, pois no caso há a depreciação do produto. E essa depreciação não aconteceu a partir dos seis meses, mas sim logo após de efetuada a compra. Isso significa que quando Paulo contraiu o prejuízo dessa depreciação sozinho, pois o restante dos compradores saíram com o mesmo montante de dinheiro, desconsiderando o custo de oportunidade. Assim, para ser mais justo, quando José, Márcio e Rosana decidiram vender a sua parte do carro, eles deveriam receber uma parcela menor que R\$ 15 mil para que o prejuízo não ficasse acumulado apenas para o Paulo.

Esse conceito também influenciou o mercado financeiro, principalmente os fundos de investimento, no qual os investidores têm a autonomia de entrar e sair dependendo da performance desses. Isso torna significativa a determinação de um valor justo principalmente para quem decide permanecer no fundo.

Independente da questão contábil, de buscar conferir maior fidedignidade ao balanço, a avaliação a mercado é imprescindível para a atividade de mensuração de risco de mercado. **De nada adianta calcular determinadas medidas de risco (VaR, por exemplo) sobre carteiras que não estejam devidamente avaliadas a mercado, pois as estimativas de possíveis perdas estariam inteiramente equivocadas.**^[2]

Além da variação da taxa em função do tempo, há variações devidas às diferenças de risco em cada instrumento. Na verdade, quando se pensa em termos de avaliação de investimentos, o custo de capital, ou seja, o custo de oportunidade gerado pelo investimento, depende de duas variáveis: o risco de crédito e o prazo do investimento.

² Gestão de Riscos de Mercado - Andima

Capítulo 4 - Risco

Especificamente em finanças tem se três conceitos muito importantes: retorno, incerteza e risco. O primeiro pode ser entendido como a apreciação de capital ao final do horizonte de investimento. Associados ao retorno, existem incertezas que efetivamente são obtidos ao final do período. Qualquer medida dessa incerteza pode ser chamada de risco. Costuma-se representar a incerteza e, por conseqüência o risco, através da volatilidade de preços, retornos ou taxas.

Inicialmente a mensuração do risco de mercado era feita através dos seguintes instrumentos:

- **Balanço de Moedas e Prazos** – controles que evidenciam os gaps de mercado de uma instituição, ou seja, seus descasamentos em cada moeda/indexador (por exemplo, taxas prefixadas, dólar e TR). Dentro de cada moeda, os descasamentos também são considerados em relação aos prazos.

- **Duration** – cálculo do prazo médio de um título ou carteira de título, ponderado pelo valor presente dos fluxos de caixa envolvidos. Usada para medir a sensibilidade de variação do preço de títulos de renda fixa a alterações nas taxas de juros.

O que motivou e gerou o surgimento de técnicas mais sofisticadas para o controle e gerenciamento do risco de mercado foi a crescente volatilidade dos mercados financeiros.

Tipos de Risco

- Risco Estratégico
- Risco do Negócio
- Risco Financeiro:
- Risco de Mercado
- Risco de Crédito
- Risco de Liquidez
- Risco Operacional
- Risco Legal
- Risco de Imagem

Risco de Mercado – é o risco de que o valor de um instrumento financeiro ou carteira de instrumentos financeiros diminua como resultado de uma variação nas taxas de juros, taxas de câmbio, preço de ações ou commodities. É o risco de preços e taxas. Este tipo de risco está ligado aos derivativos, uma vez que esses são instrumentos financeiros de transferência de risco e proteção contra a volatilidade do mercado.

Administração de riscos – os derivativos proporcionam um mecanismo através do qual as instituições podem hedgear-se com eficácia contra riscos financeiros. O outro lado do hedge são os especuladores, que promovem liquidez ao mercado, à medida que buscam lucro para suas transações.

O risco pode ser definido como a volatilidade de resultados inesperados, normalmente relacionada ao valor de ativos ou passivos de interesse^[3]. Mas este está inteiramente atrelado ao perfil do investidor. Um investidor mais idoso, em geral, tem preferência por deixar seu dinheiro em uma aplicação mais conservadora, pois não tem intenção de se expor a riscos. Já um investidor mais jovem, geralmente, pode se expor mais a riscos, pois em caso de perdas tem tempo para recuperá-lo.

Entretanto, a análise de investimento está sempre relacionada ao retorno e o risco. Assim tem-se o seguinte gráfico.

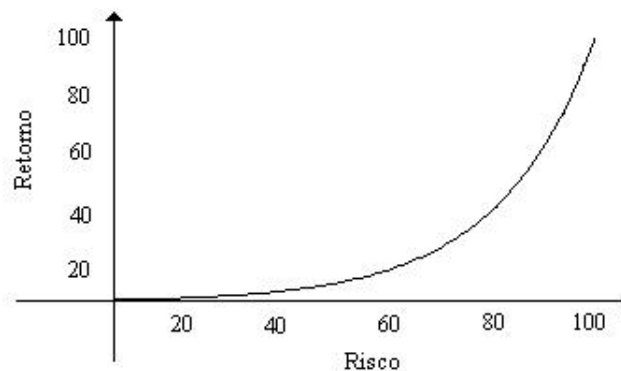


Figura3. Aversão ao Risco

Em finanças, o risco é geralmente medido em termos de variação de preço. Variações essas que podem ser em termos de variação absoluta de preços, de variação relativa de preços ou de variações logarítmicas do preço. Quando a variação de preços é definida em relação a determinado preço inicial, denomina-se a variação como retorno.

³ Philippe Jorion – Value at Risk, Second Edition

Definindo-se P_t como sendo o preço de um ativo na data t , a variação absoluta de preço entre t e $t-1$ é definida como

$$D_t = P_t - P_{t-1}$$

A variação relativa de preço, ou retorno percentual, R_t , para 1 dia, é dada por

$$R_t = (P_t - P_{t-1})/P_{t-1}$$

E o retorno logarítmico r_t é definido como sendo igual a

$$r_t = \ln(1 + R_t)$$

$$r_t = \ln(P_t/P_{t-1})$$

$$r_t = \ln(p_t - p_{t-1})$$

onde $p_t = \ln(P_t)$ é o logaritmo natural de P_t . O retorno logarítmico é também chamado de retorno contínuo.

Os retornos R_t e r_t apresentados são retornos para o período de um dia. Caso seja necessário trabalhar com múltiplos períodos é preciso verificar como se realiza a composição dos retornos diários (assumindo t como sendo dia). No caso do retorno percentual R_t , o retorno na data t em relação ao preço k dias atrás é definido como sendo

$$R_t(k) = (P_t - P_{t-k}) / P_{t-k}$$

Em termos dos retornos diários durante todo o período, tem-se o retorno percentual do período total a partir do produto dos retornos percentuais diários (em fator)

$$1 + R_t(k) = (1 + R_t) \cdot (1 + R_{t-1}) \cdot \dots \cdot (1 + R_{t-k+1})$$

$$1 + R_t(k) = (P_t / P_{t-1}) \cdot (P_{t-1} / P_{t-2}) \cdot \dots \cdot (P_{t-k+1} / P_{t-k})$$

$$1 + R_t(k) = P_t / P_{t-k}$$

Para o retorno contínuo, define-se esse na data t em relação ao preço de k dias atrás como

$$r_t(k) = \ln(P_t/P_{t-k})$$

O retorno contínuo composto $r_t(k)$ é a soma dos k retornos contínuos diários, como pode ser visto a seguir

$$r_t(k) = \ln [1+R_t(k)]$$

$$r_t(k) = \ln [(1+R_t).(1+R_{t-1}).....(1+R_{t-k+1})]$$

$$r_t(k) = r_{t-1} + r_{t-2} + \dots + r_{t-k+1}$$

Apresentadas as duas formas de se calcular o retorno dos preços de ativos, cabe agora comentar sobre o emprego dessas em finanças, em particular, no uso de modelos de risco. O processo de estudo e análise de riscos inclui a modelagem dos retornos a partir de distribuições teóricas de probabilidades. O emprego direto de uma distribuição normal para modelagem do retorno R_t de preços implica na existência de retornos negativos, o que corresponde a preços negativos para títulos. Uma forma de garantir que os preços não assumirão valores negativos é modelar o logaritmo do preço [$p_t = \ln (P_t)$], trabalhando com uma distribuição normal para o retorno logarítmico r_t , o que corresponde a estar trabalhando com uma distribuição log-normal para o preço P_t , garantindo assim que não existirão preços negativos para os títulos.

Após essa discussão sobre variação e retorno de preços, pode-se agora definir o risco como sendo uma medida da volatilidade dos retornos dos ativos. Nessa concepção, o risco pode ser equivalente ao desvio padrão dos retornos de preço do ativo objeto ou da carteira de ativos considerada. A volatilidade é, portanto, uma medida de quanto o preço do ativo flutua. Quanto mais volátil o ativo, maior seu potencial de gerar grandes lucros ou grandes perdas. O VaR, objeto de estudo deste trabalho, utiliza a volatilidade para estimar a perda máxima esperada que um banco pode sofrer, em um determinado período de tempo.

Capítulo 5 - Value at Risk

Introdução

O VaR passou a ser desenvolvido e analisado a partir da década de 90 quando vários desastres com derivativos foram amplamente discutidos na imprensa. Esse método induziu o conceito de gestão global da empresa, cuja essência é a administração do risco global de uma instituição em todas as categorias e linhas de negócio. Em vez de considerar o risco do fluxo de caixa de uma operação com base na transação propriamente dita, por exemplo, as multinacionais agora agregam o risco de suas posições em moeda estrangeira e fazem *hedge* em base líquida, o que é mais eficiente.

Uma das maiores vantagens do VaR é a sua capacidade de consolidar o risco de diferentes fatores a que estão sujeitos os instrumentos financeiros, tais como taxas de juros, preços de ações e commodities, taxas de câmbio, etc.

Pode-se definir o *Value at Risk*, valor ou montante em risco como sendo o valor monetário da perda máxima esperada de uma carteira sob condições normais de mercado, a um determinado nível de confiança e dentro de um determinado horizonte de tempo. Deve-se associar essa medida a uma moeda, (valor monetário), um intervalo de tempo (quando devemos notar essa perda) e uma probabilidade (com frequência essa perda será notada).

Formalmente pode-se dizer que o VaR mede a pior perda esperada ao longo de um determinado intervalo de tempo, sob condições normais de mercado e dentro de um determinado nível de confiança.

O VaR é um modelo que utiliza modelos estatísticos para quantificação do risco de mercado. Uma das maiores vantagens do VaR é a sua capacidade de consolidar o risco de diferentes fatores a que estão sujeitos os instrumentos financeiros, tais como taxas de juros, preços de ações e commodities, taxa de câmbio, etc.

O aumento da volatilidade dos mercados também motivou a criação dos instrumentos derivativos para constituição de *hedge*. Entretanto, apesar de criados para *hedgear* posições, esses instrumentos foram utilizados como forma de alavancagem de posições, sendo causa de vários desastres financeiros.

O VaR também se configura como instrumento capaz de quantificar os riscos dos derivativos, consolidando-os ao risco de mercado da instituição.

Ressalta-se, no entanto, que os gestores de risco não devem se limitar a modelos matemáticos e estatísticos para o controle e o monitoramento, embora estes se caracterizem

como o pilar do processo de gestão do risco de mercado. É imprescindível uma integração entre os resultados dos modelos e limites pré-estabelecidos pela alta administração e/ou pelo comitê de risco. Limites específicos, como *stop-loss* por carteira, operador, entre outros, devem ser empregados. Adicionalmente, os profissionais envolvidos na gestão devem estar sempre atentos aos movimentos do mercado (em geral e de seus participantes), às variações dos indicadores macroeconômicos, etc., de forma a interagirem e analisarem convenientemente as informações disponibilizadas pelos modelos.

O VaR promove a transparência dos riscos financeiros.

O VaR fornece uma medida concisa do risco de mercado e pode ser usado para decidir onde reduzir o risco. Um grande benefício talvez seja a imposição de uma metodologia estruturada pensando-se em risco de forma crítica. O motivo mais importante para o crescimento da indústria de administração de risco é a volatilidade das variáveis financeiras.

É importante ressaltar que o risco está diretamente ligado ao valor da carteira ou montante do ativo que este possui.

Pontos Fortes do VaR

- Permite quantificar os riscos de mercado;
- Mensura a diversificação do risco;
- Permite fácil comunicação em termos de risco, isto é, tem grande capacidade de síntese;
- Permite ajustar a posição da instituição ao nível de risco desejado, isto é, títulos podem ser acrescentados ou retirados da carteira de modo a ajustar o risco requerido ou incorrido;
- Apesar de o VaR fornecer a pior perda esperada, essa medida pode também informar o ganho, analisando-se o outro lado da distribuição;
- pode ser utilizado para definir *trading limits* na alocação de capital;

Pontos Fracos do VaR

- O principal ponto fraco do VaR é a variabilidade de seus resultados, fortemente dependentes da metodologia adotada e da definição dos parâmetros;
- Essa metodologia é baseada em acontecimentos passados para a previsão de cenários futuros e, sabe-se que nem sempre o passado reflete o futuro;
- Deve ser usado apenas para condições normais de mercado, não sendo válido para momentos de crise.

Propósitos do Var:

Fornecimento de informações gerenciais – o VaR pode ser usado para informar a alta gerência dos riscos inerentes às operações e transações de investimento, bem como os acionistas dos riscos financeiros da empresa.

Alocação de recursos – o VaR pode ser usado no estabelecimento de um limite de posição para *traders* e para a decisão de alocação de recursos limitados de capital.

Avaliação de performance – o VaR pode ser usado para que o desempenho seja ajustado ao risco, o que é essencial num ambiente de negociações onde os operadores tem a tendência natural de assumir riscos extras.

VaR Paramétrico

Pode-se notar que o conceito do VaR não é algo muito difícil, entretanto, medi-lo ou estimá-lo é outro problema. Para calcular o risco de uma operação, deve-se modelar os instrumentos usados e identificar os fatores de risco a ele associados, estudando a influência que cada um deles exerce sobre o valor final do ativo em questão. Depois disso, basta agregar o risco de cada ativo para se obter o risco total da carteira.

Pode-se inferir da afirmativa acima a seguinte situação: quanto mais complexos forem os instrumentos que compõem a carteira, mais difícil será medir seu risco. Medir o risco de uma ação é relativamente fácil; já o de uma opção de compra é bem mais complexo. Isso significa que transformar o risco em valor monetário é uma tarefa difícil e complexa.

O conceito generalizado de VaR se aplica a todas as distribuições de frequências ou de probabilidades. Contudo, é comum a hipótese de que os retornos dos ativos⁴ podem ser aproximados por uma distribuição normal. Isso é feito devido à simplicidade de cálculo com distribuições normais e considerando que a curva normal representa satisfatoriamente carteiras bem diversificadas, com pequena participação de instrumentos não-lineares (por exemplo, opções).

Na metodologia paramétrica calcula-se o VaR baseado na distribuição normal, e não na distribuição histórica. Essa suposição simplificadora possui alguns problemas, presentes na maior parte das variáveis financeiras. Essas variáveis geralmente apresentam maior frequência no centro da distribuição e maior frequência nas “caudas” da distribuição. Essa última característica é conhecida como *fat tails* (caudas grossas).

⁴ A rigor, a distribuição de retornos logarítmicos é aproximada por uma distribuição normal

VaR não Paramétrico

Existem determinados mercados em que a pressuposição de uma distribuição normal para retornos dos ativos compromete em muito a precisão do risco calculado, como o mercado de dólares no Brasil pré-crise cambial de janeiro de 1999. Naquela época, assumir uma distribuição normal para esse mercado seria atribuir uma grande probabilidade para eventos que são quase impossíveis de ocorrer, em detrimento daqueles que possuem uma grande chance de ocorrência. Nos mercados em que existem maiores ocorrências de observações longe da média (distribuições com caudas grossas), assumir uma distribuição normal irá causar, inevitavelmente, uma distorção no cálculo do risco para um valor inferior ao real, ou seja, serão atribuídas probabilidades de ocorrência menores do que as observadas, ou esperadas, para grandes variações. Essa deficiência se agrava nos casos de haver uma tendência na distribuição (uma cauda mais gorda do que outra).

Outro problema bastante sério acontece quando a carteira a ser analisada é uma função não linear de pelo menos um dos fatores de risco. Esse caso acontece muito com opções, isto é, dada uma variação no preço do ativo objeto pode-se apenas aproximar a variação no prêmio por uma função linear.

Buscando solucionar esses problemas foram desenvolvidos modelos não paramétricos que consistem basicamente em recalculando o valor da carteira segundo uma série de cenários definidos. Estudando os resultados obtidos, determina-se a distribuição de probabilidade do retorno dos instrumentos, que pode ou não ser normal. A chave para essa metodologia é a obtenção das diversas condições de mercado com as quais a carteira será reavaliada.

Determinando Cenários

Para a determinação de cenários podem-se usar tanto os dados históricos quanto modelos probabilísticos, normalmente a simulação estruturada de Monte Carlo. Portanto, podemos subdividir esse método não paramétrico em dois grupos: a simulação histórica e a estruturada de Monte Carlo.

Na simulação histórica são estudadas variações de preços ocorridas num determinado período de tempo. Essas variações são usadas para reavaliar a carteira e obter conjuntos de retornos, que irá determinar a distribuição. Assim, o risco é determinado com base nessa última e no intervalo de confiança desejado.

Na simulação estruturada de Monte Carlo não são utilizados dados passados, mas é definido primeiramente um modelo que vai simular vários valores para cada um dos fatores de risco de mercado que afetam o preço dos ativos na carteira. Após a obtenção desses valores, calcula-se o valor da carteira para cada um dos casos e define-se a distribuição do retorno da carteira, como é feito para a definição histórica. Essas simulações são feitas para grandes números de cenários, na casa dos milhares.

A principal diferença entre a simulação histórica e a de Monte Carlo é a determinação de cenários a serem empregados para se determinar as variações dos fatores determinantes dos preços dos ativos da carteira. A simulação Monte Carlo é fortemente empregada para a mensuração do risco de ativos não lineares, como os derivativos.

Simulação Histórica

Essa metodologia consiste basicamente em considerar a série de retornos para uma carteira ao longo de um determinado período de tempo passado. Esse modelo não supõe a normalidade dos retornos, descartando a necessidade do cálculo de volatilidades e correlações, que já são consideradas embutidas nas séries de retorno.

As vantagens dessa metodologia têm causado um uso crescente pelas instituições financeiras perante o modelo paramétrico de cálculo do VaR. Entretanto há diversas críticas sobre a simulação histórica. Uma delas é que somente uma seqüência de valores é utilizada (a histórica), supondo que o passado reflete adequadamente o futuro, o que não é verdade. Outras críticas é que o mesmo peso é dado para todas as observações, erros de estimação podem ser muito grandes em uma amostra relativamente pequena e exige grande base de dados no caso de carteiras grandes e complexas.

Recentemente, algumas instituições empregam modelos baseados em simulação histórica que, no entanto, utilizam pesos diferenciados para os dados históricos. À semelhança do método EWMA (Exponentially Weighted Moving Average) para estimação da volatilidade, atribui-se maior peso aos retornos históricos mais recentes, considerando que estes possuem maior probabilidade de ocorrência do que retornos mais distantes. Considera-se também, analogamente ao modelo EWMA, o fator de decaimento λ para ponderação dos retornos. Essa metodologia é conhecida como modelo Híbrido.

Comparação entre Metodologias de VaR

Cada um dos métodos expostos possui vantagens e desvantagens que precisam ser consideradas antes de sua aplicação. Além disso, é importante e interessante também que todos aqueles que de alguma forma fazem uso dos relatórios de risco conheçam as potencialidades de cada procedimento. São apresentadas a seguir um resumo de algumas vantagens e desvantagens das metodologias de estimação do VaR.

Tabela 2. Análise comparativa das metodologias do VaR

	Paramétrica	Simulação Histórica	Simulação de Monte Carlo
Facilidade de implementação	Média	Média	Difícil
Facilidade de assimilação	Média	Média	Difícil
Complexidade computacional	Média	Média	Muita
Tempo de execução	Médio	Médio	Alto
Hipóteses Simplificadoras ⁵	Muitas	Poucas	Algumas
Carteiras não-lineares ⁶	Péssimo	Ótimo	Ótimo
Stress Testing	Péssimo	Ótimo	Ótimo
Análise de Sensibilidade	Péssimo	Regular	Ótimo
Modularização e portabilidade	Pouca	Média	Pouca

⁵ Do ponto de vista matemático

⁶ Como carteiras com opções

Capítulo 6 - Exemplos de Mensuração do VaR

VaR de uma Carteira de Ações

Para mensurar o risco total de uma carteira, não se deve considerar somente o desvio padrão dos ativos envolvidos, mas também o modo como eles interagem, ou seja, a correlação. Quando essa correlação entre dois ativos é menor que 1, o desvio padrão da carteira é menor do que a soma dos desvios padrão individuais, ocorrendo um fenômeno chamado **diversificação**.

O procedimento mais geral consiste em calcular o desvio padrão da carteira utilizando-se a matriz de covariância, assim como o retorno esperado de toda a carteira. Ou seja, tem-se

$$\begin{aligned}\mu_c &= w \mu \\ \sigma_c^2 &= w' \Sigma w\end{aligned}$$

onde:

μ_c é o retorno esperado da carteira;

w é a matriz coluna dos pesos de cada ativo na carteira;

w' é a matriz transposta de w ;

μ é a coluna dos retornos esperados dos ativos da carteira

σ_c é o desvio padrão da carteira

Σ é a matriz de covariância dos retornos dos ativos da carteira

Com o retorno esperado e o desvio padrão da carteira é possível calcular diretamente o VaR de toda a carteira.

Mais especificamente, o retorno esperado de uma carteira é a média ponderada dos retornos esperados dos títulos individuais que a compõem. Os pesos são as proporções de cada título na carteira. Em termos matemáticos, seja uma carteira formada por n ativos, sendo a proporção de cada um deles iguais a w_1, w_2, \dots, w_n ($w_1 + w_2 + \dots + w_n = 1$), o retorno esperado da carteira é dado por

$$E(R) = \sum w_i \cdot E(R_i)$$

Já a variância de uma carteira de ativos pode ser calculada pela seguinte expressão

$$\sigma_C^2 = [w_1 \quad w_2 \quad \dots \quad w_n] \times \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \dots & \sigma_{1N} \\ \dots & \dots & \dots \\ \sigma_{1N} & \dots & \sigma_N^2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix}$$

Considerações

Considerou-se uma carteira com três ativos escolhidos por segmentos de mercado, ou seja, uma do setor alimentício, outra do setor de telecomunicações e a última do setor petrolífero. Essas escolhas foram feitas atentando-se ao seu prestígio dentro do setor inserido. Considerou-se também que o peso delas na carteira seria o mesmo, ou seja, um terço para cada ativo. O período analisado foi de 01/01/2002 a 09/11/2004.

Sadia S/A - SDIA4

Petrobrás S/A – PETR4

Telemar S/A – TNLP4

Procedimento

Primeiramente, com a série histórica dos preços, calculou-se a série de retornos diários ao longo do mesmo período. Com esses valores pode-se confeccionar o histograma para cada ativo separadamente, como mostrado a seguir.

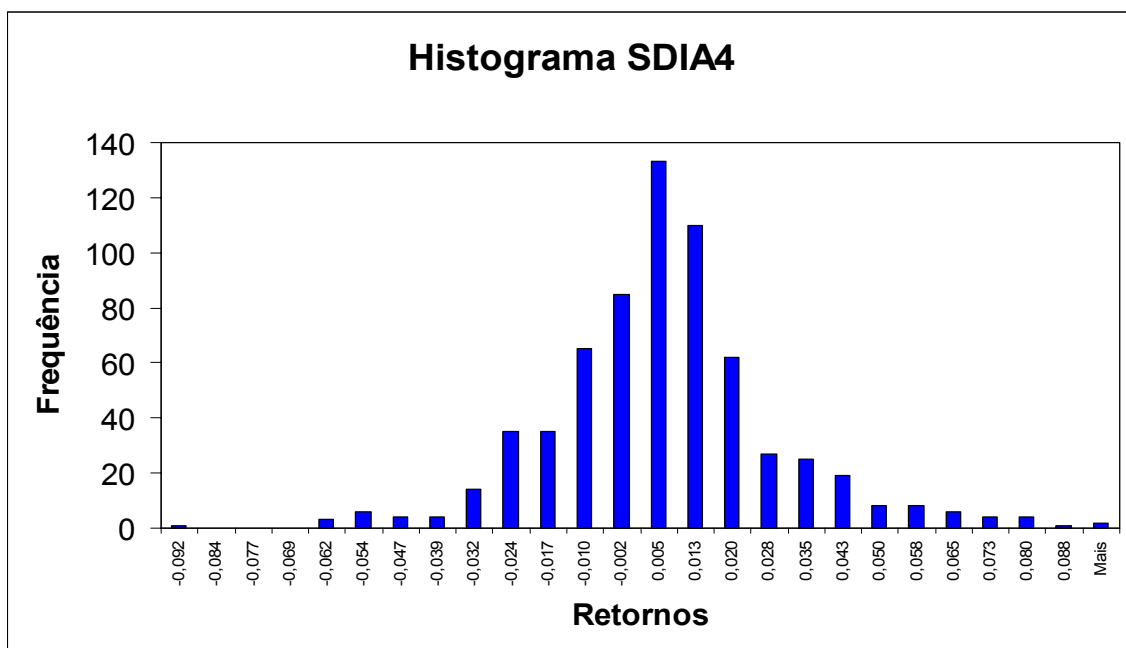


Figura4. Histograma das ações da Sadia S/A

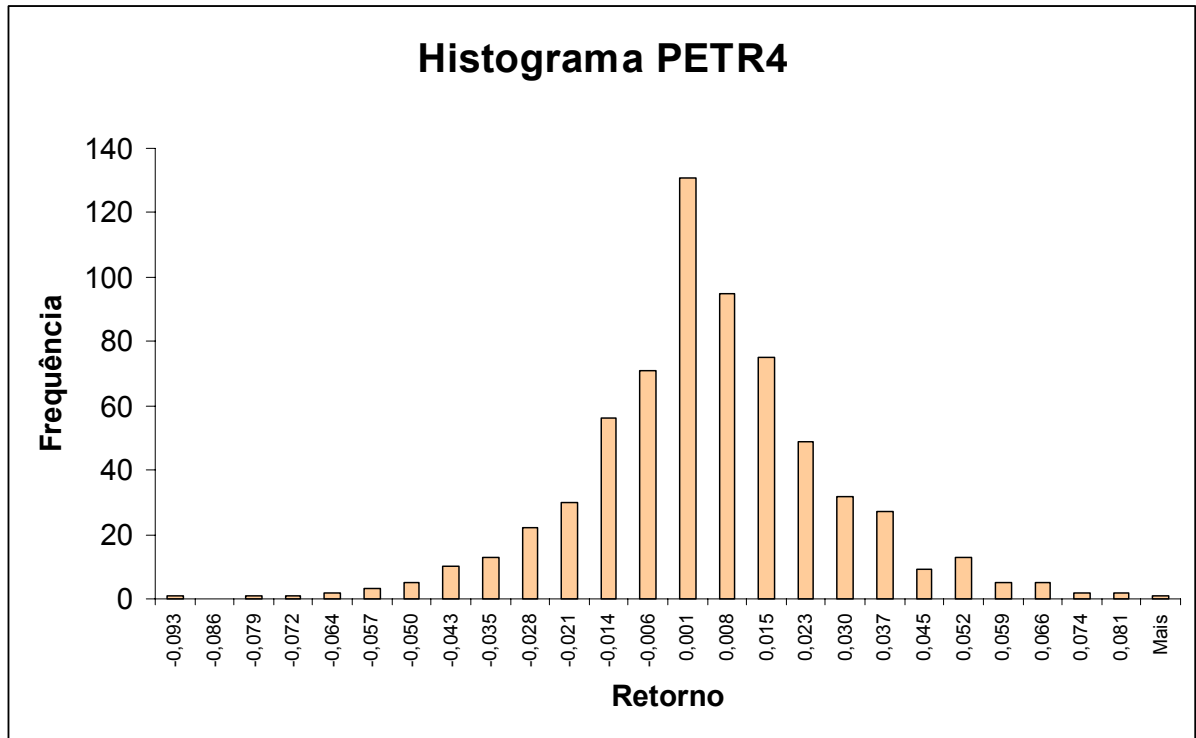


Figura5. Histograma das ações da Sadia S/A

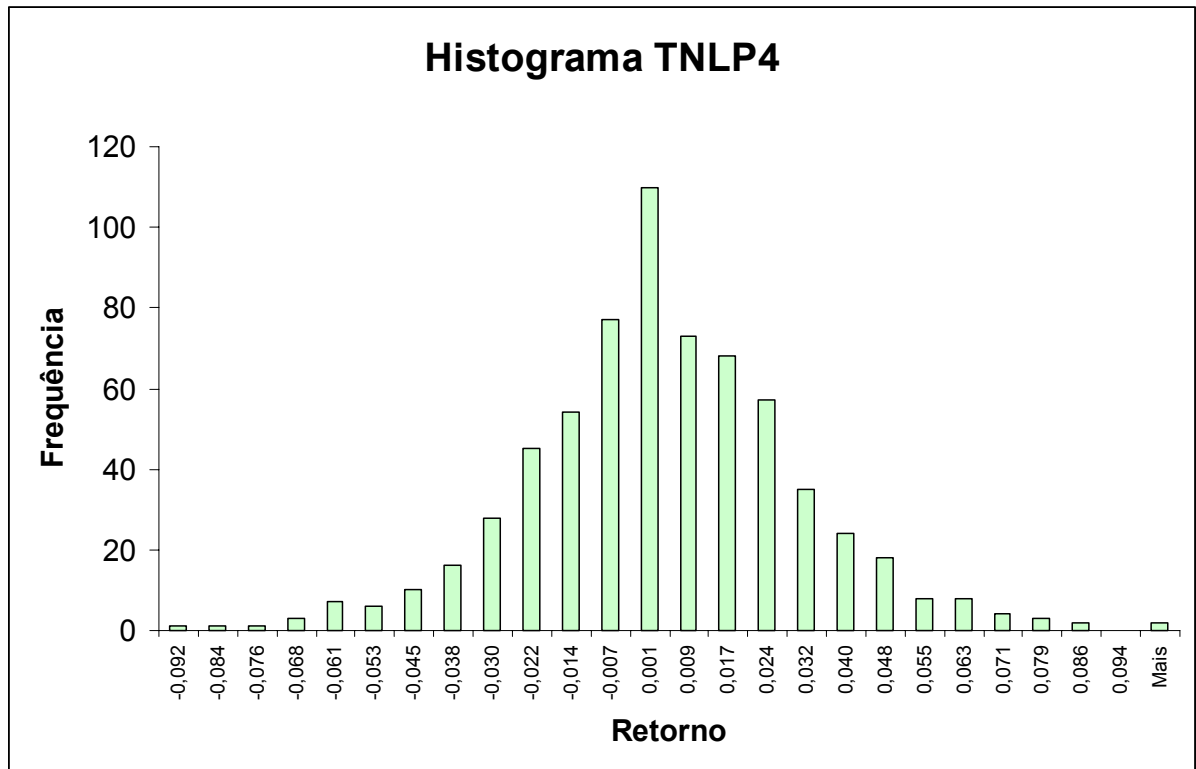


Figura6. Histograma das ações da Sadia S/A

Calculou-se então a matriz de covariância entre os ativos, como mostrado a seguir

Tabela 3. Correlações das ações usadas: Sadia, Petrobrás e Telemar

Covariâncias	SDIA4	PETR4	TNLP4
SDIA4	0,000548	0,000136	0,000194
PETR4	0,000136	0,000538	0,000342
TNLP4	0,000194	0,000342	0,000712

A seguir calculou-se o quinto percentil para todos os ativos separadamente, possibilitando a mensuração do VaR, individualmente. Assim, dada uma carteira no valor de R\$ 1,0 milhão, tem-se as seguintes informações

Tabela 4. VaR da carteira com os ativos dados

VaR	
SDIA4	R\$ 7.931,65
PETR4	R\$ 2.391,16
TNLP4	R\$ 5.532,02
Carteira	R\$ 12.274,11

Isso significa que para a carteira dada, sendo o grau de confiança de 95%, para o dia seguinte, tem-se que a perda máxima esperada é de R\$ 12.274,11, ou seja, há uma chance em vinte que ocorra uma perda maior que esse valor.

Entretanto, o investidor busca rentabilidade e/ou retorno. Apenas a mensuração de um valor em risco não é suficiente para ele tomar uma decisão acerca desse investimento. Assim, calculou-se o ganho da carteira analisando-se a outra ponta da distribuição. Segue então que

Ganho	R\$ 44.132,15
--------------	----------------------

Fica mais fácil então para o investidor decidir, pois em uma carteira com R\$ 1,0 milhão, há uma chance de perda de R\$ 12.274,11, mas um ganho de R\$ 44.132,15.

O Efeito Diversificação

A diversificação de investimentos incluindo ativos com correlação negativa entre si gera uma redução no risco da carteira. Mais precisamente, ativos com correlação diferente de +1 já gera uma redução do risco na carteira. Para verificar o efeito do número de ativos sobre um *portfólio*, considere que todos os seus ativos têm o mesmo risco σ , as mesmas correlações os ρ e que os pesos de cada um deles na carteira sejam todos iguais a $1/n$, sendo n o número de ativos presente na carteira. Isso fornece um desvio padrão igual a

$$\sigma_c = \sigma (1/n + (1-1/n) \cdot \rho)^{0,5}$$

Observe que quando n tende a infinito, o desvio padrão da carteira tende a $\sigma(\rho)^{0,5}$, o que é igual a covariância entre os títulos. Esse resultado é bastante importante, pois ele indica que os riscos dos títulos individuais desaparecem completamente à medida que o número de títulos se torna elevado. Entretanto, os termos contendo a covariância permanecem. A figura a seguir mostra a relação entre o desvio padrão de uma carteira e o número de ativos contidos nela.

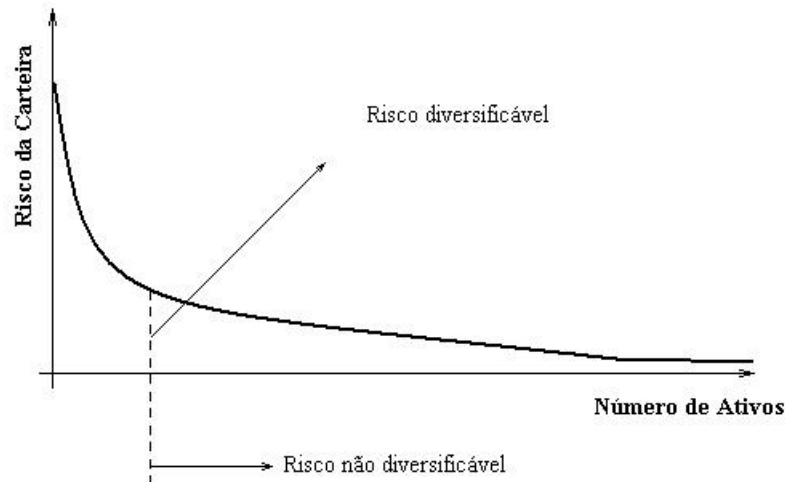


Figura7. Efeito do número de ativos sobre o risco da carteira

Observando a figura acima, pode-se dizer que o risco total será dado por uma parcela que não pode ser eliminada pela diversificação da carteira, denominada risco não diversificável ou risco sistemático (pois existe um número mínimo de ativos na carteira, ou seja, pelo menos um) ou ainda risco de mercado. E outra que se aproxima de zero quando o número de ativos cresce, denominada risco diversificável, específico ou não sistemático. Destaca-se que, na prática, não há vantagens em manter um número muito elevado de ativos na carteira. A partir de uma determinada quantidade, a redução do risco pela incorporação de um novo ativo não compensa o acréscimo nos custos operacionais.

Para exemplificar melhor a idéia apresentada, calculou-se o VaR para uma carteira com cinco ativos, ao invés de apenas três, como feito anteriormente.

Os ativos escolhidos foram

Telemar S/A
 Gerdau S/A
 Klabin S/A
 Petrobrás S/A
 Eletrobrás S/A

Assim, tem-se

Tabela 5. Covariância dos cinco ativos estudados.

COVARIÂNCIAS					
	TNLP4	GGBR4	KLBN4	PETRA4	ELET6
TNLP4	0,0005804	0,0001291	0,0000405	0,0000764	0,0001492
GGBR4	0,0001291	0,0009989	0,0001176	0,0001960	0,0003777
KLBN4	0,0000405	0,0001176	0,0008592	0,0000520	0,0001240
PETRA4	0,0000764	0,0001960	0,0000520	0,0004347	0,0003483
ELET6	0,0001492	0,0003777	0,0001240	0,0003483	0,0010276

Com a matriz de correlação dos ativos, dado que todos têm o mesmo peso dentro da carteira, isto é, a carteira é composta pelos ativos acima na mesma proporção, foi possível calcular o risco desse portfólio. Segue então

$$\sigma_c^2 = 0,02849\%$$

Considerando a média do retorno esperado como zero, para a carteira fictícia no valor de R\$ 1,0 milhão, tem-se uma perda máxima de R\$ 285,00. Isso indicou que a adição de mais dois ativos a uma carteira reduziu drasticamente o valor em risco dela.

Teste de Estresse

Trata-se de um modelo subjetivo de análise de cenários que avalia o efeito de grandes e inesperadas variações simuladas nas variáveis financeiras da carteira, como, por exemplo, nas taxas de juros, câmbio e ações.

Esses cenários são elaborados a partir da definição de grandes alterações nas variáveis financeiras ou considerando-se cenários já ocorridos em crises anteriores. O valor da carteira em tal situação, subtraído de seu valor atual, resultaria na perda sofrida pela instituição.

Supondo que uma carteira seja constituída de uma posição bem diversificada de ações da BOVESPA, títulos públicos pré-fixados e papéis cambiais. Um possível cenário de *stress* seria uma queda de 20% no IBOVESPA, um aumento na taxa de juros para um patamar duas vezes maior que o atual e variação de real frente ao dólar de 15%.

Há condições para se determinar se haveria ganho ou perda na situação anormal imaginada avaliando-se a perda dessa carteira sob essas condições e comparando o valor obtido com o capital próprio.

Uma situação de *stress* normalmente usada no mercado é a produção de crises. Um gerente de risco pode por em prova a sua carteira ao aplicar essas variações sobre a mesma e verificar os impactos resultantes.

É interessante considerar também simulações de cenário baseadas em movimentos da Estrutura a Termo das Taxas de Juros. Simular os movimentos dessa taxa é importante para validação de estratégias de investimento, precificação de opções embutidas em títulos e estimação do impacto dos diferentes fatores de risco em carteiras de renda fixa. Quando estamos interessados em determinar a variação no valor da carteira decorrente de uma mudança na taxa de juros é comum considerar três movimentos: deslocamentos paralelos, mudança de inclinação e mudança na curvatura (torção da curva).

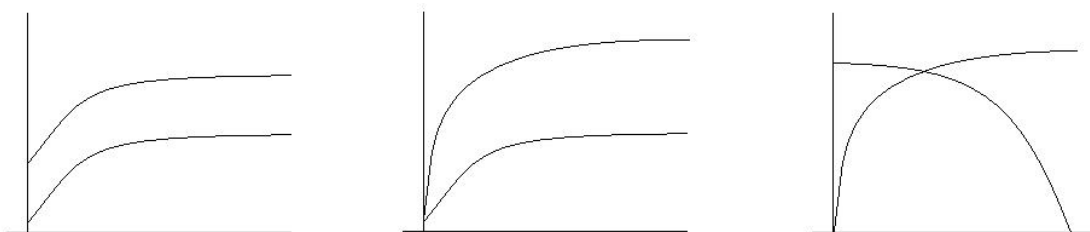


Figura8. Movimentos da ETTJ

(a) deslocamento paralelo; (b) Mudança de inclinação; (c) Mudança na Curvatura.

O principal problema dos testes e estresse é a total dependência dos cenários escolhidos, que por sua vez são função do discernimento e experiência dos operadores envolvidos. Outra crítica ao modelo é que há uma manipulação pobre das correlações, o que já mostra ser um componente essencial do risco de uma carteira. No entanto, há de se levar em consideração que o teste é colocado como um complemento natural do VaR, dado que ele nos diz o quanto poderia ser perdido em determinada situação, sem referência à probabilidade de tal ocorrência, enquanto o VaR informa a probabilidade de ocorrência de determinado resultado negativo, mas não o pior resultado negativo possível. Enquanto o estresse é útil para se mensurar as conseqüências na carteira em caso de grandes movimentos nas variáveis chave da economia, o VaR trata das perdas em apenas situações normais de mercado.

Capítulo 7 - Conclusões

O fato que gerou uma corrida por modelos de mensuração de riscos foi o grande crescimento do mercado de derivativos na década de 80 nos Estados Unidos. Com o acontecimento de diversos desastres financeiros, instituições financeiras de todo mundo expuseram sua preocupação com a falta de um padrão para a administração de riscos, o que levou a uma reunião conhecida como o Encontro da Basileia.

Uma das primeiras metodologias de mensuração de risco foi desenvolvida pelo JP Morgan em 1994, que a tornou pública com o nome de “Riskmetrics” e disponibilizando os seus *data-sets*. Mais tarde essa metodologia ficou conhecida como Value at Risk, ou VaR.

O estudo do VaR é recomendado mundialmente para todas as instituições financeiras, sendo que essas devem usá-la juntamente com um método próprio de análise e verificação de riscos.

O presente trabalho de graduação teve como objetivo estudar o VaR para utilização em carteiras de investimento, com o intuito de ajudar investidores a administrar o risco de seus investimentos. Entretanto, as decisões são a critério do mesmo, isso porque cada cliente tem um perfil de investimento, como foi dito ao longo desta pesquisa.

Saber qual é um bom investimento é realmente muito difícil e requer experiência e principalmente paciência. É imprescindível ao operador de mercado financeiro cautela e poder de análise do mercado. Ele precisa estar sempre atento aos acontecimentos que tenham impactos macroeconômico, que geram impacto sobre as empresas mundiais, que por consequência influenciam o preço de seus ativos e que acarreta, enfim, em um aumento de volatilidade. Assim, o risco é afetado por esse “efeito borboleta” da teoria do Caos.

As decisões estão sempre atreladas a riscos. Estudar a probabilidade de que perdas ocorram é uma decisão que diminui os riscos. É o começo de uma escolha racional de tomada de decisão.

Referências Bibliográficas

1. JOURION, Philippe. **Value at Risk**. Editora Irwin, 1ª Edição, 1997.
2. **Risk Metrics**. JP Morgan/Reuters. 4ª Edição, 1998.
3. HULL, John. **Introdução do Mercado de Futuros e de Opções**. Editora Campus, 2ª Ed., 1998.
4. BERNSTEIN, Peter L. **Desafio aos Deuses**. Ed. Campus. 10ª Ed. 1997.
5. SECURATO, José Roberto. **Cálculo Financeiro das Tesourarias: Bancos e Empresas**. Ed. Saint Paul Institute of Finance. 2ª Edição.2003.
6. BUSSAB, Wilton de O. e MORETTIN, Pedro A. **Estatística Básica**. Editora. Saraiva. 5ª Edição. 2004.
7. WEICHERT, Maurel Aléxis, **Gestão de Risco de Mercado**, Apostila ANDIMA, 2003.

FOLHA DE REGISTRO DO DOCUMENTO

1. CLASSIFICAÇÃO/TIPO TC	2. DATA 19/11/2004	3. DOCUMENTO N° CTA/ITA-IEI/TC-003/2004	4. N° DE PÁGINAS 34
5. TÍTULO E SUBTÍTULO: UTILIZAÇÃO DO VaR PARA ANÁLISE DE CARTEIRAS DE INVESTIMENTO			
6. AUTOR(ES): IDRYAN EDMUND NANGOI			
7. INSTITUIÇÃO(ÕES)/ÓRGÃO(S) INTERNO(S)/DIVISÃO(ÕES): DIVISÃO DE INFRA-ESTRUTURA AERONÁUTICA			
8. PALAVRAS-CHAVE SUGERIDAS PELO AUTOR: Value at Risk, Análise de Risco de Mercado financeiro, Carteiras de Investimento			
9. PALAVRAS-CHAVE RESULTANTES DE INDEXAÇÃO:			
10. APRESENTAÇÃO: <u>X</u> Nacional _ Internacional Trabalho de Graduação, ITA, São José dos Campos, 2002. _42 páginas.			
11. RESUMO: Este trabalho tem como objetivo estudar a metodologia de cálculo do Value at Risk, usado para mensurar riscos de mercado financeiro. Esse estudo passa pela análise do perfil do investidor e pela análise de carteiras de investimento para finalmente mostrar os passos para a determinação do VaR e determinar o grau de aceitação desse para o investidor, que com esse número poderá decidir sobre o investimento ou sobre as estratégias da carteira.			
12. GRAU DE SIGILO: (X) OSTENSIVO () RESERVADO () CONFIDENCIAL () SECRETO			