

JOÃO CARLOS DA SILVA SIMIONATO

**MERCADO DE CAPITAIS BRASILEIRO: FERRAMENTAS DE GESTÃO E
MENSURAÇÃO DE RISCOS**

Monografia apresentada para a obtenção parcial do grau de Bacharel em Ciências Econômicas do Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Luiz Alberto Esteves

CURITIBA

2012

TERMO DE APROVAÇÃO

JOÃO CARLOS DA SILVA SIMIONATO

MERCADO DE CAPITAIS BRASILEIRO: FERRAMENTAS DE GESTÃO E MENSURASSÃO DE RISCOS

Monografia aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas, Setor de Ciências Sociais e Aplicadas da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte Banca Examinadora:

Orientador:



Prof. Luiz Alberto Esteves
Departamento de Economia, UFPR.



Prof. Fabiano Abranches Silva Dalto
Departamento de Economia, UFPR.



Prof. Mariano Matos de Macedo
Departamento de Economia, UFPR.

Curitiba, _____ de _____ de 2012

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 HIPÓTESE DA EFICIÊNCIA DE MERCADO (HEM)	3
2.1.1 Críticas a Hipótese de Mercados Eficientes	4
2.2 TEORIA DO PORTFÓLIO.....	5
2.2.1 Fronteira Eficiente	5
2.2.2 Teoria Do Portfólio Pós-Moderna	8
3. MERCADO DE CAPITAIS BRASILEIRO	10
3.1 PRINCIPAIS ATIVOS DE RENDA VARIÁVEL	10
3.1.1 Ações	11
3.1.2 Debêntures.....	11
3.1.3 Derivativos.....	12
3.3 PERFIL DO MERCADO DE CAPITAIS BRASILEIRO.....	18
3.3.1 Participação dos investidores no volume negociado	18
3.3.2 Ações mais negociadas e participação por segmento.....	19
3.4 TAMANHO.....	20
3.4.1 Evolução do Volume médio diário	21
3.4.2 Capitalização de Mercado das Empresas Listadas em Bolsa	22
3.5 INFLUÊNCIAS EXTERNAS.....	23
4. FERRAMENTAS DE GESTÃO E MENSURAÇÃO DE RISCOS	29
4.1 CAPITAL ASSET PRICING MODEL(CAPM)	29
4.1.1 Estudo de caso Bmf&Bovespa (BVMF3).....	32
4.2 VALUE AT RISK (VAR)	35
4.2.1 Exemplo prático VaR como medida de risco	37
4.3 STRESS TESTING	40
5. CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS	44

AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas contribuíram para a realização deste trabalho. Agradeço aos professores do departamento de economia da UFPR, em especial o Luiz Esteves pelas conversas e dicas, pois esta monografia não seria possível sem sua orientação.

Finalmente não poderia deixar de agradecer à minha família e amigos, em especial à Vivian Bressan, pelo incentivo e auxílio na dissertação deste trabalho.

RESUMO

O objetivo do presente trabalho é analisar o mercado de capitais brasileiro, com foco no mercado acionário, observando os agentes que dele participam, seu tamanho, suas influências externas e riscos. Em particular, o trabalho busca estudar as ferramentas de mensuração e gestão de riscos (*Capital Asset Pricing Model*, *Stress Testing* e *Value at Risk*), e mostrar como estas são um importante instrumento para tomada de decisão do investidor. Utilizaremos exemplos práticos de ações do índice Bovespa para medir os riscos individuais de determinados ativos ou portfólios de investimento, através do CAPM e VaR. Por fim, abordaremos a características do *Stress Testing*, e qual a sua utilidade em cenários de riscos extremos, uma vez que cada ferramenta possui suas peculiaridades, faz-se uma análise conjunta destas para verificar suas complementaridades.

1. INTRODUÇÃO

A recente evolução do mercado de capitais brasileiro, deixando-o cada vez mais sofisticado e complexo, possibilitou aos investidores muitas opções de investimento. Tal evolução pode ser atribuída às diversas mudanças ocorridas no quadro macroeconômico no início da década de 1990, como a estabilização da economia, a abertura comercial, a abertura para investimentos estrangeiros em bolsa entre outros. Isto tornou o mercado brasileiro mais atraente e acessível aos investidores internacionais.

O volume financeiro negociado pela Bovespa bateu em 2011 a marca inédita de R\$ 1,61 trilhões, valor superior ao verificado em 2010 (R\$ 1,60 trilhões) e oito vezes maior que o de 2002 (R\$ 197 bilhões). De 2004 ao final 2011 ingressaram 138 novas empresas na BM&FBovespa, totalizando, no final deste ano, 536 empresas listadas (Balanço BM&FBovespa 2011).

Há diversos produtos e opções de investimentos no mercado de capitais, dos mais simples aos mais sofisticados. Cabe ao investidor conhecer e decidir os riscos que está disposto a assumir, identificar diferentes riscos dos mais variados ativos, utilizando para isso as principais ferramentas de mensuração e gestão de riscos (*Capital Asset Pricing Model*, *Stress Testing* e *Value at Risk*). Tal análise é crucial na tomada de decisão de investimento.

No decorrer deste trabalho veremos que, pode-se através da diversificação, aumentar o retorno esperado mantendo o risco em um patamar igual ou menor que o risco individual de cada ativo, reduzindo o risco de uma carteira de investimentos a níveis menores que o risco do investimento mais seguro que participa dela, maximizando a relação risco-retorno.

Com foco principalmente no mercado acionário brasileiro, descreveremos seu perfil (os ativos e os agentes que dele participam), as influências externas que este mercado sofre, seu tamanho e evolução nos últimos anos, (volume financeiro, capitalização de mercado, número de empresas listadas). E por fim conheceremos as funcionalidades e as aplicações das ferramentas de gestão de riscos aqui abordadas.

Vale lembrar que o presente trabalho foi desenvolvido para suprir a carência de estudos e literatura para uma abordagem prática das ferramentas de gestão de risco e sua aplicação na bolsa de valores brasileira, e também quanto aos fatores internos e externos que a influenciam.

Analisaremos a complexidade envolvida nos ativos disponíveis para o investidor do mercado de capitais, o modo como cada ativo se comporta em diferentes cenários de risco. Veremos que as ferramentas de gestão de riscos são fundamentais para a tomada de decisão do investidor. Neste trabalho, utilizaremos exemplos práticos de ações do índice Bovespa para medir os riscos individuais de determinados ativos e carteiras de investimento, através do CAPM e VaR. Por fim, abordaremos a características do *Stress Testing*, e qual a sua utilidade em cenários de riscos extremos, tendo em vista que cada ferramenta possui suas peculiaridades, e ao fazer uma análise conjunta destas, verificaremos suas complementaridades.

Além dessa introdução, na sessão a seguir abordaremos a teoria de mercados eficientes e da teoria do portfólio, que nós dará embasamento teórico para melhor compreensão do presente trabalho. Na sessão seguinte, conheceremos o perfil do mercado de capitais brasileiro, os agentes que dele participam, os riscos dos quais os investidores estão sujeitos (mercado, crédito, liquidez e operacional) e principalmente a influência das bolsas internacionais na formação de preços da bolsa brasileira. Na última sessão, abordaremos as ferramentas de mensuração e gestão de riscos, bem como um exemplo prático de utilização do CAPM e VaR nas ações do Ibovespa e uma descrição sintética do *stress testing* e sua utilidade em cenários extremos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A seção a seguir tem por objetivo apresentar o embasamento teórico necessário para compreender os motivos que levam os agentes do mercado diversificar seus investimentos adotando ferramentas de gestão e mensuração de riscos. Abordando as duas principais teorias: Mercados Eficientes e Teoria do Portfólio.

2.1 HIPÓTESE DA EFICIÊNCIA DE MERCADO (HEM)

Num mercado eficiente o preço do ativo reflete as informações disponíveis para todos os participantes, impossibilitando aos investidores obter ganhos extraordinários. O preço deste ativo seria afetado mais lenta ou rapidamente pelo conteúdo informacional.

FAMA (1970) determinou as seguintes condições suficientes para que se verifique a HEM: a) inexistência de custos de transação nas negociações de títulos; b) todas as informações são disponibilizadas sem custos para todos os participantes do mercado; c) concordância geral nas expectativas dos investidores quanto aos efeitos das informações sobre os preços atuais das ações, assim como sobre suas distribuições futuras. Em tal mercado, o preço corrente de um título reflete toda informação disponível.

Num mercado eficiente, os preços representam um sinal preciso do verdadeiro valor dos ativos, e os seus retornos devem apresentar independência serial, ou seja, as mudanças dos preços devem ser linearmente independentes, com correlação serial igual a zero. Dessa forma, é impossível, para qualquer investidor, usar estratégias ou informações diferenciadas para obter vantagens no mercado de capitais antes dos demais investidores, mesmo que estas informações sejam de caráter privado da empresa emitente do título.

Fama propôs três formas de eficiência de mercado, as quais são descritas abaixo¹:

¹FAMA, E.F. **Efficient capital markets**: II. The Journal of Finance. Cambridge, v. 46, n. 5 p.1575-1618, dec. 1991.

- a) Fraca, utilizam-se informações baseadas em preços passados. Nenhum investidor consegue obter retornos anormais por meio da análise dos preços passados. As informações contidas nos preços passados não são úteis ou relevantes na obtenção de retornos extraordinários
- b) Na Semi-Forte utilizam-se informações disponíveis ao domínio público. Nenhum investidor consegue obter retornos anormais baseados em qualquer informação publicamente disponível. Qualquer nova informação seria rapidamente incorporada aos preços dos ativos, impossibilitando que os investidores se utilizassem da informação para obter retornos anormais.
- c) Na Forte, utilizam-se informações de domínio privado. Nenhum investidor consegue obter retornos anormais usando qualquer tipo de informação, até mesmo as confidenciais, que não são de conhecimento público.

O nível Semi-Forte exige que os requisitos da forma Fraca sejam atendidos, assim como o nível Forte requer que sejam atingidas as condições as formas Fraca e Semi-Forte.

2.1.1 Críticas a Hipótese de Mercados Eficientes

Estudos contrários a HEM mostram que existem inúmeras situações em que os agentes do mercado não apresentam comportamento racional e que eles também não reagem imediatamente à divulgação de novas informações relevantes. Na verdade os preços dos títulos reagem lentamente, pois os investidores respondem vagarosamente a tais informações.

Outra crítica se refere à forma fraca da HEM. Existem diversas teorias que com base no comportamento passado do preço de um título, obtêm-se informações em relação ao comportamento futuro, onde dados históricos se repetem em padrões de comportamento (análise técnica). Outro ponto importante contrário a HEM refere-se às anomalias de mercado, isto é, retornos excessivamente exagerados para cima ou para baixo. Vários estudos apontam que existem situações específicas em determinados períodos que proporcionam ganhos extraordinários.

Conforme Brav e Heaton (2006) limitações da natureza humana produzem importantes efeitos econômicos, as chamadas anomalias financeiras, em que uma anomalia financeira é um padrão documentado do comportamento de preços que é inconsistente com a teoria de eficiência de mercado e expectativas racionais de precificação de ativos, tais anomalias são classificadas em:

- a) Anomalias de calendário, onde existem padrões de comportamento dos retornos dos títulos em determinados períodos. Ex: efeito mudança de mês as ações apresentam retornos maiores no último e nos quatro primeiros dias do mês.
- b) Anomalias fundamentais ou de valor, tal como o efeito tamanho, onde retornos ajustados ao risco de ações de firmas pequenas são maiores do que os retornos de firmas grandes.
- c) Anomalias técnicas obtidas por meio de técnicas de análise gráfica.
- d) Anomalia *value/growth*, onde investidores supervalorizam as ações de organizações com um passado atraente (*growth*) e subestimam as ações de empresas que não o tem (*value*).

2.2 TEORIA DO PORTFÓLIO

Markowitz (1959) propôs que é possível obter retornos iguais, com riscos menores, quando se considera o investimento em uma carteira balanceada de investimentos, do que quando se investe em uma única opção de investimento, isto é mostrado através do modelo de média-variância.

Entende-se como gestão de riscos, o processo sistemático de identificar, avaliar, classificar e mitigar os fatores de riscos que poderiam atrapalhar os objetivos estratégicos de uma organização. Não se trata simplesmente de reduzir o *trade-off* entre risco e retorno, mas de otimizá-lo. (Idem).

2.2.1 Fronteira Eficiente

Markowitz desenvolveu um método que registra a variância de uma carteira como a soma das variâncias individuais de cada ação e covariâncias

entre pares de ações da carteira, de acordo como o peso de cada ação na carteira. Ele comenta que deve haver uma carteira de ações que maximiza o retorno esperado e minimiza a variância, e esta deve ser a carteira recomendada para um investidor.

O modelo básico de Markowitz pode ser dado por:

$$E = \sum_{i=1}^n X_i \mu_i \quad (01)$$

$$V = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_i X_j \sigma_{ij} \quad (02)$$

$$\sum_{i=1}^n X_i = 1 \quad (03)$$

$$X_i \geq 0$$

Onde:

E : Retorno esperado da carteira:

V : Variância da carteira:

X_i : Participação de cada ativo:

μ_i : Retorno esperado de cada ativo:

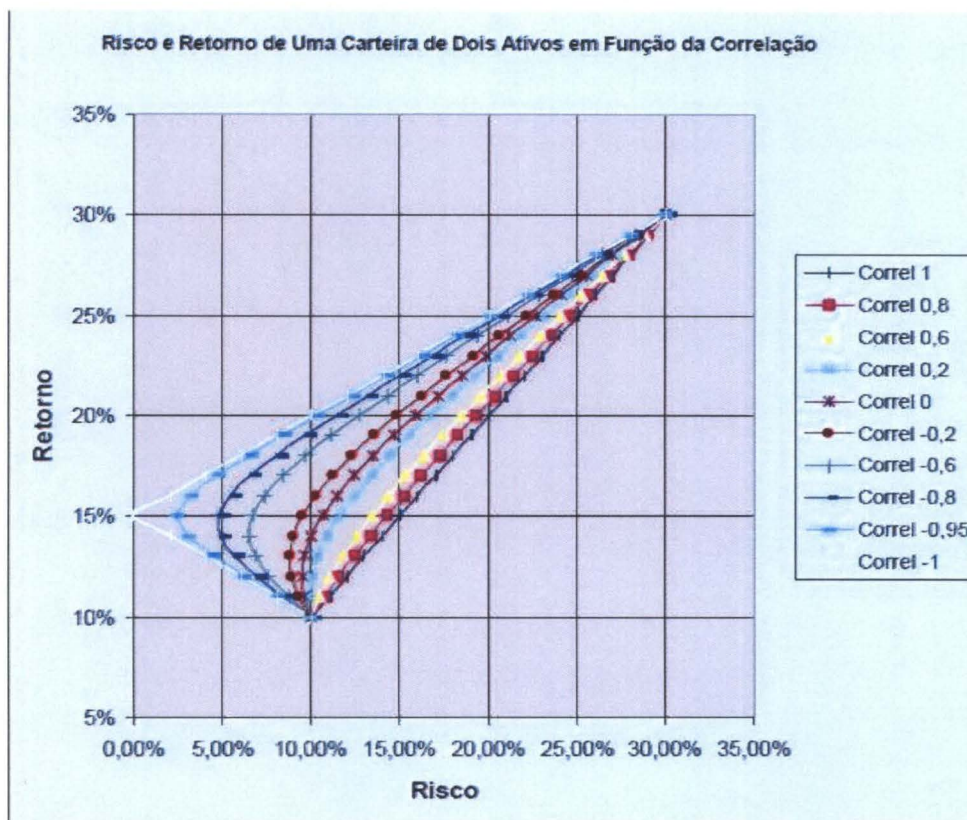
σ_{ij} : Covariância entre o par de ativos se (i) diferente (j) e variância se (i) igual a (j):

Markowitz utiliza a noção de risco para compor carteiras para investidores que consideram o retorno esperado algo desejável e a variância do retorno algo indesejável. O modelo mostra que enquanto o retorno de uma carteira diversificada equivale à média ponderada dos retornos de seus componentes individuais, sua volatilidade será inferior à volatilidade média de seus componentes individuais.

Como pode ser observado nas fórmulas 01 e 02, embora o retorno esperado de uma carteira seja a média ponderada dos retornos individuais, o mesmo não pode ser dito para a variância ou risco da carteira. De acordo com o modelo a variância da carteira depende da covariância entre os pares de ativos, a qual por sua vez depende da correlação entre os ativos. Portanto, quando dois ou mais ativos pouco relacionados compõem uma carteira de investimentos consegue-se um risco menor que a média ponderada dos riscos individuais, conseguindo algumas vezes um risco menor que o do ativo de menor risco com

um retorno maior que o deste ativo. O gráfico 01 abaixo apresenta a chamada fronteira eficiente, que mostra o risco e o retorno para as diversas composições possíveis entre dois ou mais ativos. Para facilitar o entendimento, o gráfico 01 representa uma composição entre dois ativos. Observa-se que quanto menor a correlação entre os dois ativos, menor é o risco da carteira.

GRÁFICO 1: Risco e Retorno em Função da Correlação.



FONTE: FORTI GONÇALVES Jr. C; PAMPLONA, E. O; MONTEVECHI, J (2002)

Nota-se que quando a correlação entre os ativos é (1), não há melhora significativa na composição da carteira, o que é lógico pelo fato de se diversificar o investimento em ativos que reagem da mesma maneira as notícias do mercado. Já quando se tem uma correlação perfeitamente negativa (-1) pode-se reduzir o risco à zero, mantendo um retorno esperado de 15%. É pouco provável que existam ativos com correlação perfeitamente negativa no mercado financeiro.

2.2.2 Teoria Do Portfólio Pós-Moderna

O modelo de Markowitz no decorrer dos anos evoluía e conseqüentemente críticas apareceram, o que de certa forma adicionou novos conceitos ampliando os estudos sobre a teoria do portfólio. Alguns dos “novos” modelos que consideram o *downside risk* e distribuições de retornos assimétricas são LPM (Lower Partial Moment), VaR (Value at Risk) e CVaR (Conditional Value at Risk); Tais modelos foram possíveis graças aos avanços tecnológicos da atualidade junto com os avanços da teoria, constituem a *chamada Post-Modern Portfolio Theory* (ROM e FERGUSON, 1994; GROOTVELD e HALLERBACH, 1999; ROMAN e MITRA, 2009).

Esta análise é focada no lado das perdas (*downside risk*), quando se trata em investimentos em ações, considerando o risco de um ativo, ou seja, considera à variância para baixo do retorno desse ativo. Pois perceberam que os investidores preferem que sejam evidenciadas dispersões nos retornos para abaixo de algum nível esperado. Veremos no item 4.2 deste trabalho com mais detalhes um dos modelos que evidencia dispersões dos retornos para baixo ao abordarmos o *Value at Risk*.

Nawrocki (1999) relata que Markowitz reconheceu a ideia em 1959, quando propôs a semivariância como uma medida de risco mais adequada, tanto por representar algo mais aproximado do comportamento do consumidor e melhor se adequar quando os retornos dos ativos não são normais. Porém, no período das publicações de Markowitz e Roy as otimizações necessitavam de um tempo computacional inviável, assim o modelo por média-variância foi mais bem aceito.

Nos últimos anos as discussões sobre o tema *downside risk* cresceram substancialmente, principalmente, com os avanços computacionais da atualidade. Diversos modelos como LPM - *Lower Partial Moment*, VaR e CVaR foram desenvolvidos seguindo destas ideias originárias dos anos 50. Nos últimos anos os pesquisadores estão tratando o tema como Teoria do Portfólio Pós-Moderna ou PMPT – *Post Modern Portfolio Theory*².

² Para mais informações sobre a Teoria do Portfólio Pós-Moderna, *downside risk* ou semivariância, recomendo o seguinte artigo. ARAUJO, A; MONTINI, A; SECURATO, J. **Teoria Do Portfólio Pós-Moderna: Um Estudo Sobre a Semivariância**. XIII SEMEAD, 2010. Disponível em: < <http://www.ead.fea.usp.br/semead/13semead/resultado/trabalhosPDF/598.pdf> >. Acesso em 18/09/2012.

A seguir descreveremos o mercado de capitais brasileiro, citando os principais ativos de renda variável (ações, debêntures e derivativos) e os riscos dos quais o investidor está exposto. Na mesma sessão conheceremos o perfil do mercado de acionário brasileiro, o seu tamanho, os agentes que dele participam, as empresas de capital aberto mais negociadas, sua evolução nos últimos anos e suas influências externas.

3. MERCADO DE CAPITAIS BRASILEIRO

O mercado de capitais é um sistema de distribuição de valores mobiliários, que tem o propósito de proporcionar liquidez aos títulos de emissão de empresas e viabilizar seu processo de capitalização. Ele é constituído pelas bolsas de valores, sociedades corretoras e outras instituições financeiras autorizadas.³

Esta sessão tem como foco, identificar o perfil, tamanho e riscos do mercado de capitais brasileiro além dos fatores que o influenciam. Focando principalmente os ativos de renda variável, por isso não discorreremos muito a respeito do mercado de renda fixa.

3.1 PRINCIPAIS ATIVOS DE RENDA VARIÁVEL

No mercado de capitais, os principais títulos negociados são os representativos do capital de empresas — as ações — ou de empréstimos tomados, via mercado, por empresas — debêntures conversíveis em ações, bônus de subscrição e notas promissórias, além dos títulos públicos, que permitem a circulação de capital para custear o desenvolvimento econômico. O mercado de capitais abrange ainda as negociações com direitos e recibos de subscrição de valores mobiliários, certificados de depósitos de ações e demais derivativos autorizados à negociação (BM&FBOVESPA 2011).

Pela ótica do investidor, neste mercado ele pode alocar seus recursos em instrumentos de renda fixa e/ou renda variável (CAVALCANTE 2009).

Os Instrumentos de renda fixa são títulos de emissão de dívida pública (letras do tesouro) ou privada (certificado de depósitos interbancários, debêntures, letras hipotecárias, notas provisórias), sendo que, em ambos os casos, permitem aos seus emissores (instituição financeira, instituição não financeira ou governo), captar recursos de investidores (Idem).

³ BM&FBOVESPA. **Introdução ao Mercado de Capitais**. Folhetos educativos 2011.

Já na renda variável, diferente dos de renda fixa, não se pode determinar a rentabilidade nominal do investimento e é maior o risco de eventuais perdas, como ações e derivativos (Idem).

A seguir os principais ativos de renda variável negociados no mercado brasileiro.

3.1.1 Ações

São títulos de renda variável, emitidos por sociedades anônimas, que representam a menor fração do capital da empresa emissora. Podem ser escriturais ou representadas por cautelas ou certificados. O investidor de ações é um coproprietário da sociedade anônima da qual é acionista, participando dos seus resultados. As ações são conversíveis em dinheiro, a qualquer tempo, pela negociação em bolsa ou no mercado de balcão.

As ações são divididas em duas classes:

- a) As Ordinárias que proporcionam participação nos resultados da empresa e conferem ao acionista o direito de voto em assembléias gerais.
- b) Preferenciais que garantem ao acionista a prioridade no recebimento de dividendos (algumas vezes em percentual mais elevado que o atribuído às ações ordinárias) e no reembolso de capital, em caso de dissolução da sociedade.

3.1.2 Debêntures

São valores mobiliários representativos de dívida de médio e longo prazo que asseguram a seus detentores (debenturistas) direito de crédito contra a companhia emissora, tal investimento pode ser considerado de renda variável ou renda fixa dependendo da classe.

A captação é feita no mercado de capitais, pode ser feita por Sociedade por Ações (S.A.), de capital fechado ou aberto. Entretanto, somente as

companhias abertas, com registro na CVM - Comissão de Valores Mobiliários podem efetuar emissões públicas de debêntures.

A possibilidade de a emissora determinar o fluxo de amortizações e as formas de remuneração dos títulos é o principal atrativo das debêntures. Essa flexibilidade permite que as parcelas de amortização e as condições de remuneração se ajustem ao fluxo de caixa da companhia, ao projeto que a emissão está financiando - se for o caso - e às condições de mercado no momento da emissão.

As debêntures são papéis de médio e longo prazos. A data de resgate de cada título deve estar definida na escritura de emissão. A companhia pode, ainda, emitir títulos sem vencimento, também conhecidos como debêntures perpétuas.

As espécies de garantias poderão ser constituídas cumulativamente. Em função do tipo de garantia oferecida ou da ausência de garantia, as debêntures são assim classificadas:

Com garantia real: Garantidas por bens integrantes do ativo da companhia emissora, ou de terceiros, sob a forma de hipoteca ou penhor; Com garantia flutuante: asseguram privilégio geral sobre o ativo da emissora, em caso de falência. Os bens objeto da garantia flutuante não ficam vinculados à emissão, o que possibilita à emissora dispor desses bens sem a prévia autorização dos debenturistas; Quirografária ou sem preferência: não oferecem privilégio algum sobre o ativo da emissora, concorrendo em igualdade de condições com os demais credores quirografários, em caso de falência da companhia; e Subordinada: na hipótese de liquidação da companhia, oferecem preferência de pagamento tão somente sobre o crédito de seus acionistas.

3.1.3 Derivativos

Mercados Derivativos são aqueles nos quais a formação de preços deriva (daí o nome) dos preços do Mercado à Vista. Eles surgiram da necessidade de dar maior flexibilidade e movimentação para os negócios, permitindo, por exemplo, que um produtor possa vender antecipadamente a mercadoria que está

produzindo, garantindo tanto a colocação do seu produto, quanto o preço de venda.

O comprador por sua vez, também garante que terá o produto que precisa e já conhece antecipadamente o preço que pagará pela mercadoria que precisa comprar.

Eficazes na eliminação do risco de variação de preços, os derivativos funcionam como uma espécie de redutores de incerteza, e são, na prática, contratos cujo preço varia ou é determinado a partir do preço à vista do ativo objeto desse contrato.

Os principais instrumentos de derivativos são: Mercado a Termo; Mercado Futuro; Mercado de Swap e Mercado de Opções.

3.1.3.1 Mercado a Termo

O contrato a termo é, provavelmente, o tipo mais básico de derivativo. Nele, uma das partes compromete-se a comprar e a outra a vender um ativo, por um preço específico, em uma data predeterminada. As características desse contrato são:

Fluxo de capital: não há fluxo de recursos financeiros no início da operação.

Liquidação no vencimento: normalmente não se liquida antes da data contratada. No vencimento, ocorre a liquidação física (entrega da mercadoria) e a correspondente liquidação financeira (pagamento).

Customização: como são normalmente negociados em mercado de balcão, sua formalização visa a atender os interesses específicos das partes envolvidas.

As exceções ficam por conta dos ativos financeiros (dólar, juros, ações), em que os contratos a termo são liquidados por diferença, pois sua natureza não prevê entrega física dos ativos. Outra característica neste caso é que, normalmente, são negociados em balcão e registrados/liquidados em Bolsas de Valores ou de Mercadorias.

Existem também alguns contratos de commodities de alta liquidez, como café, algodão e açúcar em que, contrariando a regra, os contratos são padronizados, negociados em Bolsas de Mercadoria e com obrigatoriedade de entrega física.

3.1.3.2 Mercado Futuro

Um contrato futuro nada mais é do que um acordo entre duas partes para comprar um ativo a certo preço em uma determinada data. Para facilitar este processo, as Bolsas (BM&FBOVESPA) determinam as características básicas do contrato, de forma que todos os participantes no mercado saibam exatamente o que estão comprando ou vendendo.

As principais características do Mercado Futuro são:

Padronização: são contratos negociados em mercado de bolsa, portanto, pouco flexíveis (em função da padronização), mas de alta liquidez. **Ajuste Diário:** mecanismo por meio do qual as posições mantidas em aberto são acertadas financeiramente – todos os dias – em recursos disponíveis em conta corrente, segundo seu preço de mercado. Esse mecanismo impede que eventuais prejuízos se acumulem. Assim, se num dia qualquer, a posição perdedora deixar de honrar seu compromisso e não efetuar o pagamento do ajuste, a Bolsa encerra compulsoriamente esta posição, utilizando sua margem para saldar o débito.

Margem: caução requerida para assegurar que haverá fundo suficiente para cobrir prejuízos no caso de inadimplência do cliente. Tanto comprador como vendedor deve cumprir o depósito de margem que pode ser constituída em dinheiro, títulos públicos ou privados, ações, carta de fiança, seguro de crédito e certificado de ouro. As Bolsas estipulam o percentual de margem com base na natureza de cada ativo.

Negociabilidade: as posições podem ser liquidadas a qualquer momento mesmo antes da data do vencimento do contrato, bastando para tanto fazer a operação inversa da que está em aberto. Exemplo: quem está comprado em contratos de dólar futuro, deverá vendê-los para encerrar sua posição.

Prazos: normalmente, encontram-se abertos à negociação nos mercados futuros, contratos com diversos vencimentos, definidos de acordo com a característica da produção e comercialização de cada mercadoria ou ativo financeiro.

3.1.3.3 Mercado de Swap

O contrato de Swap é um contrato particular entre duas partes (negociado em balcão) que estabelece a troca de dois fluxos financeiros seguindo condições de prazo e preços definidos entre as partes.

Suas principais características: Fluxo financeiro: não há fluxo financeiro no momento da operação. O contrato é, inclusive, conhecido no mercado como “hedge sem caixa”.

Liquidação pela diferença: a operação é liquidada pela diferença somente no vencimento do contrato.

Registro: as operações são negociadas no mercado de balcão, mas podem ser registradas na CETIP ou na BM&F.

Um exemplo prático:

Um investidor comprou um título de taxa prefixada e teme pela elevação da taxa de juros. Para se proteger desse risco, compra um contrato de Swap no qual troca a taxa pré (25% ao ano) por uma taxa flutuante (97% do CDI), por exemplo.

No vencimento,

a) Se 97% do CDI for maior do que 25% - ele recebe a diferença da contraparte;

b) Se 97% do CDI for menor do que 25% - ele paga a diferença à contraparte. Perceba que ele pode ganhar ou perder na operação porque ainda não sabe se a variação do CDI será maior ou menor do que 25%. Mas o importante é que o resultado, seja ele qual for, será igual a 97% do CDI que era o que o investidor queria.

3.1.3.4 Opções sobre ações

São direitos de compra ou de venda de um lote de ações, a um preço determinado (preço de exercício), durante um prazo estabelecido (vencimento). Para se adquirir uma opção, paga-se ao vendedor um prêmio. Os prêmios das opções são negociados em bolsa. Sua forma é escritural e sua negociação é realizada em bolsa. A rentabilidade é dada em função da relação preço/prêmio existente entre os momentos de compra e venda das opções.

a) Opções de compra (*Call*)

São aquelas que garantem a seu titular o direito de comprar do lançador (o vendedor) um lote determinado de ações, ao preço de exercício, a qualquer tempo, até a data de vencimento da opção.

b) Opções de venda (*Put*)

São aquelas que garantem a seu titular o direito de vender ao lançador (vendedor da opção) um lote determinado de ações, ao preço de exercício, na data de vencimento da opção.

Como é possível ter diferentes posições, tanto titulares como lançadoras em opções de compra e/ou opções de venda, podem-se formar diversas estratégias neste mercado, segundo a maior ou menor propensão do investidor ao risco. Tanto o titular como o lançador de opções (de compra ou de venda) podem, a qualquer instante, sair do mercado pela realização de uma operação de natureza oposta.

3.2 PRINCIPAIS RISCOS DOS ATIVOS

O risco de um investimento está associado à possibilidade de se ganhar menos que o esperado ou perder parte (ou todo) do seu patrimônio. Ao aplicar os seus recursos no mercado financeiro, os investidores se deparam com estes

riscos. A seguir uma síntese dos quatro principais riscos assumidos pelos investidores ao tomar uma decisão de investimento:

- a) O Risco de Mercado é o risco de perdas decorrentes a flutuações nos preços e taxas de mercado. Os retornos esperados de um investimento podem variar em decorrência de diversos fatores de mercado, cada qual com um risco específico: taxas de juros, taxas de câmbio, preços de commodities e preços de ações. Pode-se mensurar o risco de mercado de forma relativa, quando se mede o grau de descolamento em relação a um determinado índice de referência (benchmark), ou de forma absoluta (sem comparar a um benchmark).
- b) O risco de Crédito é definido como a perda potencial que pode ocorrer devido a mudanças na qualidade de crédito ou até mesmo o default de uma contraparte. Incurremos em risco de crédito quando adquirimos dívida emitida por uma instituição financeira ou não financeira, como os CDB's e as debêntures, por exemplo.
- c) O Risco de Liquidez refere-se ao custo de liquidar uma posição relativamente grande em relação ao tamanho total do mercado. Neste caso, existe o risco de ter que pagar um prêmio para encontrar outro agente disposto a realizar a operação inversa. Em suma, é a dificuldade em se desfazer de um ativo num determinado momento ou cenário econômico.
- d) O Risco Operacional está associado à operação do negócio e pode ser subdividido em três tipos: risco de pessoas (incompetência e fraude); risco de processos (organização ineficiente, fluxo de informações e de processos deficiente, responsabilidades mal definidas, gerando sobreposição ou perda de comando, má utilização de modelos financeiros, execução errada de ordens e não cumprimento de limites de operação); e risco de tecnologia

(processamento de dados sujeitos a erros e falhas de equipamentos).

Agora que já conhecemos os ativos mais negociados no mercado de capitais brasileiro e os riscos mais comuns destes, buscaremos identificar o perfil deste mercado por meio do mercado acionário, na sessão a seguir.

3.3 PERFIL DO MERCADO DE CAPITAIS BRASILEIRO

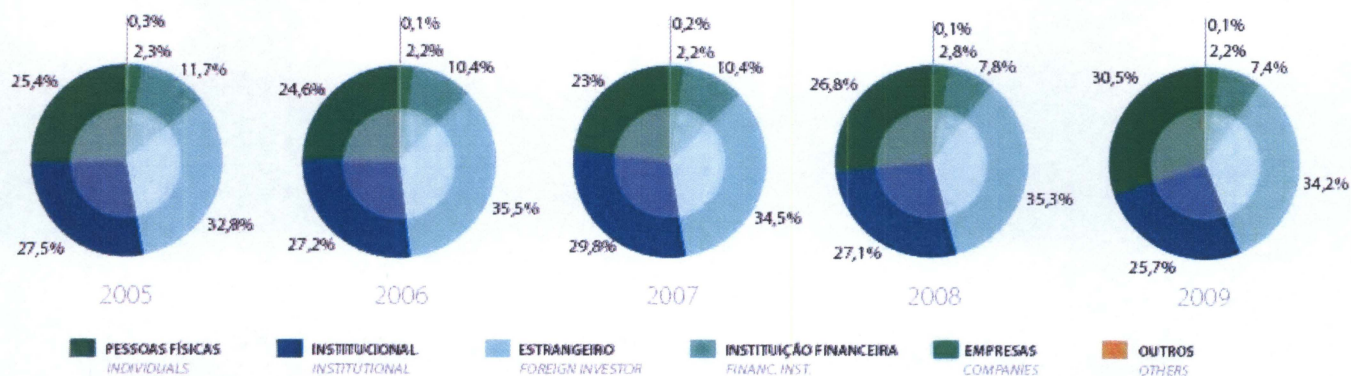
Esta sessão tem como objetivo descrever o perfil do mercado de capitais brasileiro, por meio de uma análise do mercado acionário, identificando quais são os participantes deste mercado, os segmentos com maior participação nas negociações e suas importâncias relativas.

3.3.1 Participação dos investidores no volume negociado

O gráfico 2 ilustra por meio do mercado acionário, o perfil do mercado de capitais brasileiro. Podemos notar que nestes anos, o investidor estrangeiro lidera como maior participante, seguindo pelos investidores institucionais (seguradoras), pessoas físicas, instituição financeira, empresas e outros. Observamos uma evolução da participação do investidor pessoa física neste mercado, mais na média dos últimos anos a participação externa ainda é predominante.

Gráfico 2: Participação dos Investidores no Volume Negociado

Segmento Bovespa – Participação dos Investidores no Volume Negociado
BOVESPA Segment – Participation of investors in Volume Traded



FONTE: Relatório anual 2009 Bm&FBovespa.

Em 2011, os investidores estrangeiros lideraram a movimentação financeira no segmento Bovespa, com participação de 34,74%, ante 29,57% em 2010. Na segunda posição, ficaram os investidores institucionais, que obtiveram participação de 33,34%, ante 33,29%. As pessoas físicas movimentaram 21,44%, ante 26,41%. As instituições financeiras ficaram com 8,65%, ante 8,35%; as empresas, com 1,74%, ante 2,31%; e o grupo Outros com 0,08%, ante 0,06%.

3.3.2 Ações mais negociadas e participação por segmento

Conforme o relatório anual da Bm&fBovespa de 2010, as negociações no mercado acionário por segmento se divide assim: Petróleo, Gás e Biocombustível 27,1%; Mineração 22,2%; Intermediários Financeiros 14%; Siderurgia e Metalúrgica 10,5; Serviços Financeiros 6,6%; Energia elétrica 6,2%; Alimentos Processados 3,8%; Transportes 3,8%; Telefonia 3,2%; Bebidas 1,5%; Outros 1,1%.

As ações que registraram maior giro financeiro em 2011 foram: Vale PNA, com R\$174,33 bilhões; Petrobras PN, com R\$125,81 bilhões; OGX Petróleo ON, com R\$73,22 bilhões; Itaunibanco PN, com R\$67,73 bilhões; e Vale ON, com R\$45,05 bilhões.

Abaixo no quadro um, as ações mais negociadas na Bm&fBovespa de 2008 a final de 2010.

Quadro 1: Ações mais negociadas 2008 a 2010.

	2008	2009	2010
1	Petrobras PN (PETR4)	Petrobras PN (PETR4)	Vale PNA (VALE5)
2	Vale PNA (VALE5)	Vale PNA (VALE5)	Petrobras PN (PETR4)
3	ItaUnibanco PN (ITUB4)*	ItaUnibanco PN (ITUB4)	OGX Petróleo ON (OGXP3)
4	Bradesco PN (BBDC4)	BM&FBOVESPA ON (BVMF3)	ItaUnibanco PN (ITUB4)
5	Petrobras ON (PETR3)	Petrobras ON (PETR3)	BM&FBOVESPA ON (BVMF3)
6	Vale ON (VALE3)	Bradesco PN (BBDC4)	Petrobras ON (PETR3)
7	Usiminas PNA (USIM5)	Vale ON (VALE3)	Vale ON (VALE3)
8	Sid Nacional PN (CSNA3)	Gerdau PN (GGBR4)	Bradesco PN (BBDC4)
9	Itaubanco PN (ITAU4)	Usiminas PNA (USIM5)	Usiminas PNA (USIM5)
10	Gerdau PN (GGBR4)	OGX Petróleo ON (OGXP3)	Gerdau PN (GGBR4)

FONTE: Relatório anual 2010 Bm&FBovespa.

3.4 TAMANHO

A recente evolução do mercado de capitais brasileiro, deixando-o cada vez mais sofisticado e complexo, possibilitou aos investidores muitas opções de investimento. Tal evolução pode ser atribuída às diversas mudanças ocorridas no quadro macroeconômico no início da década de 1990, como estabilização da economia, abertura comercial, abertura para investimentos estrangeiros em bolsa entre outros. Isto tornou o mercado brasileiro mais atraente e acessível aos investidores internacionais, o que fez repercutir de forma significativa no crescimento da bolsa brasileira.

Existem várias formas de mensurar o tamanho do mercado de capitais brasileiro: por meio do número de empresas listadas no segmento Bovespa, pelo volume médio diário de negociações, pelo número de aberturas de capital dos últimos anos, entre outros. A seguir detalharemos um pouco o tamanho e a evolução do mercado acionário brasileiro.

3.4.1 Evolução do Volume médio diário

O volume financeiro negociado pela Bovespa bateu em 2011 a marca inédita de R\$ 1,61 trilhões, valor superior ao verificado em 2010 (R\$ 1,60 trilhões) e oito vezes maior que o de 2002 (R\$ 197 bilhões).

De 2004 ao final 2011 ingressaram 138 novas empresas na BM&FBovespa, totalizando no final deste ano 536 empresas listadas (Balanço BM&FBOVESPA 2011).

No gráfico 3 utilizamos o volume médio diário de 2005 a 2011 para ilustrar a evolução do mercado acionário brasileiro nos últimos anos. O volume financeiro total no segmento Bovespa atingiu o recorde histórico de R\$1,61 trilhão, em 2011, superando a marca de R\$1,60 trilhão, registrada em 2010. A média diária apresentou o recorde histórico de R\$6,49 bilhões, superior aos R\$6,48 bilhões, alcançados em 2010.

Gráfico 3: Evolução dos volumes médios diários Bovespa (R\$ Bilhões)



FONTE: Relatório anual 2011 Bm&FBovespa.

Pode-se perceber que a tendência é ascendente, salvo o ano de 2009 onde houve uma queda no volume dos negócios, por ser o ano no qual a economia brasileira e mundial sofreu com os efeitos da crise financeira internacional que se iniciou em 2008, repercutindo na queda do número de negócios na bolsa, devido à maior cautela dos investidores.

3.4.2 Capitalização de Mercado das Empresas Listadas em Bolsa

A capitalização de mercado, que é a soma do valor de todas as companhias com ações listadas na Bolsa atingiu marca recorde em 2010. A média do ano ficou em R\$ 2,3 trilhões – 27,8% acima do registrado no ano anterior (Gráfico 4).

Considerando-se apenas o quarto trimestre de 2010, a capitalização média foi de R\$ 2,5 trilhões. Esse aumento é explicado pela elevação no nível de preços das ações, bem como pelas ofertas públicas primárias (quando as empresas emitem novas ações), que somaram R\$ 138,5 bilhões no ano.

Gráfico 4: Capitalização média de mercado (R\$ trilhões)



FONTE: Relatório anual 2010 Bm&FBovespa.

Já ao final de 2011, o valor de mercado (capitalização *bursátil*) atingiu R\$2,29 trilhões. Em 2010, esse valor era de R\$2,56 trilhões. Reflexo da instabilidade econômica decorrente da crise da dívida dos países da zona do euro.

Outro destaque de 2010 no mercado de ações foi a retomada das ofertas públicas (Gráfico 5), que alcançaram níveis históricos, com R\$74,4 bilhões em recursos ofertados (ofertas primárias e secundárias), superando o recorde anterior de R\$70,1 bilhões em 2007.

Se for incluída a parcela da oferta da Petrobras subscrita pelo governo, por meio da cessão onerosa de reservas de petróleo e que não foi ofertada ao público, o volume captado sobe para R\$149,2 bilhões.

Gráfico 5: Evolução Ofertas Públicas Bovespa (Bilhões)

Segmento Bovespa – ofertas públicas (R\$ bilhões)



FONTE: Relatório anual 2010 Bm&FBovespa.

Uma indicação da retomada do mercado de ofertas públicas, é o aumento da confiança dos investidores no mercado, com destaque para os estrangeiros que adquirem a maior parte das ações em ofertas públicas.

Em 2010, o fluxo líquido de investimento estrangeiro em bolsa, somando negociações no mercado secundário e participações em ofertas públicas, atingiu a marca de R\$28,3 bilhões. O único trimestre com fluxo negativo foi o segundo de 2010 (2T10), reflexo dos problemas econômicos enfrentados por países europeus que aumentaram a aversão a risco por parte dos investidores globais.

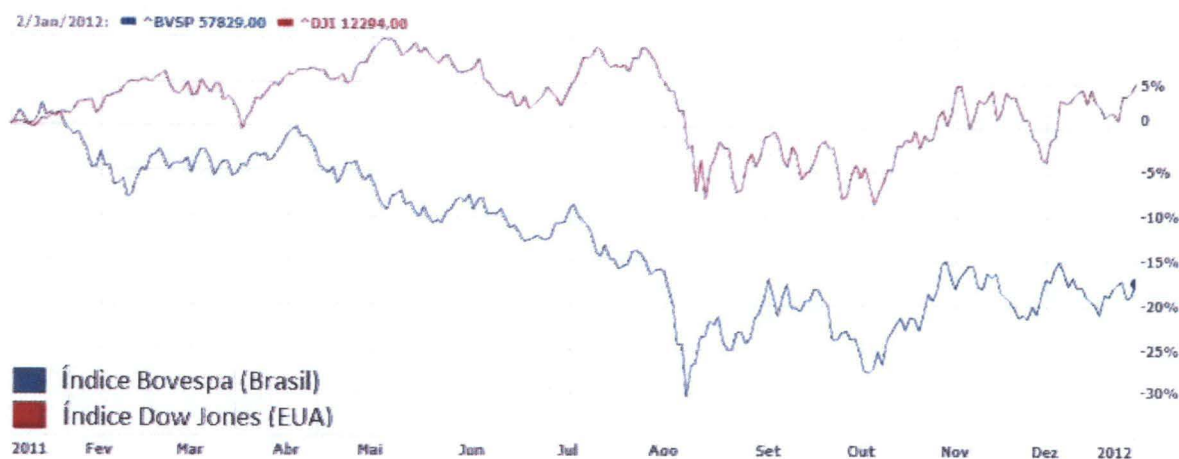
Já no 3T10, a forte entrada de recursos (R\$16,7 bilhões) é explicada, em boa parte, pela oferta de ações da Petrobras.

3.5 INFLUÊNCIAS EXTERNAS

Neste item examinaremos o quanto o mercado interno (variação do Ibovespa) é influenciado por fatores externos, e que apesar de suas particularidades, no médio e longo prazo a bolsa brasileira acompanha os mercados de maiores relevância internacional.

Escolhemos por critério próprio, as bolsas de valores dos Estados Unidos da America (DJI), do Japão (Nikkei 225) e da Alemanha (DAX) para comparar com a bolsa de valores brasileira (IBOV).

Gráfico 6: Ibovespa e DJI anual 2011



FONTE: Yahoo Finanças

No gráfico 6 observa-se visualmente o quanto o IBOVESPA é “colado” no DJI no ano de 2011, se compararmos com as demais bolsas, veremos um movimento semelhante.

Para reforçar nossa análise, baseamo-nos nas cotações históricas em números de pontos do IBOVESPA e do DJI no ano de 2011, e extraímos os seguintes resultados por meio de uma regressão linear (Regressão1): Coeficiente de determinação R^2 igual a 0,3768, coeficiente de correlação 0,6138⁴, teste t e teste F significativos, de 145,12 e 12,05 respectivamente⁵.

Regressão 1: Regressão Linear IBOVESPA DJI 2011

`regress ibov dji`

Source	SS	df	MS			
Model	2.8186e+09	1	2.8186e+09	Number of obs =	242	
Residual	4.6615e+09	240	19423037	F(1, 240) =	145.12	
Total	7.4802e+09	241	31038006.3	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.3768	
				Adj R-squared =	0.3742	
				Root MSE =	4407.2	

ibov	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
dji	6.889538	.5719125	12.05	0.000	5.762929	8.016148
_cons	-21187.06	6843.734	-3.10	0.002	-34668.52	-7705.608

FONTE: Elaboração Própria

⁴ Coletamos dados em números de pontos, do Índice Bovespa e do Índice Dow Jones nos dias úteis que ambas as bolsas funcionaram no ano de 2011. A partir de uma regressão linear simples, extraímos o coeficiente de determinação R^2 e o coeficiente de correlação a partir da raiz quadrada de R^2 . Visando analisar a relação do IBOV com o DJI, não evidenciamos o coeficiente beta nesta e nas demais regressões

⁵ Para mais informações quanto a validade de uma regressão e sobre seus testes, teste t , teste F , R^2 , ver mais em GUJARATI, Damodar N. **Econometria básica**. 4a. ed. Rio de Janeiro. Campus/Elsevier. 2006.

Ao extrairmos os dois dados da regressão 1 e calcular o LN da mesma, temos a regressão 2. Nela observamos que, uma variação de 1% no índice Dow Jones faz com que na média o índice Bovespa varie 1,39%, considerando um intervalo de 95% de confiança. Podemos validar esta informação com base nos testes *t* e *F* (12,95 e 167,67) respectivamente, temos um R^2 de 0,4113 ou um coeficiente de correlação de 0,6413.

Regressão 2: Regressão Linear LN IBOVESPA DJI 2011

1 . regress lnibov lndji

Source	SS	df	MS			
Model	.838601768	1	.838601768	Number of obs =	242	
Residual	1.20036059	240	.005001502	F(1, 240) =	167.67	
Total	2.03896236	241	.008460425	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.4113	
				Adj R-squared =	0.4088	
				Root MSE =	.07072	

lnibov	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lndji	1.394848	.1077208	12.95	0.000	1.18265	1.607047
_cons	-2.077208	1.011281	-2.05	0.041	-4.069328	-.0850879

FONTE: Elaboração Própria

Na regressão 3 com base no delta diário do IBOV e do DJI, ou seja, a diferença diária em números de pontos de ambas as bolsas ano de 2011, calculamos e verificamos a validade da regressão pelo teste *F* (280,87), teste *t* (16,76), R^2 (0,5403) e coeficiente de correlação (0,7351). Note, que quando extraímos a regressão do delta do IBOV com o DJI, observamos que quando a bolsa americana varia para baixo ou para cima, a bolsa brasileira o acompanha em 73% dos dias e que em 54% das vezes, a variação do IBOV é explicada ou dependente da variação do DJI.

Regressão 3: Regressão Linear Delta IBOVESPA DJI 2011

regress deltaibov deltadji

Source	SS	df	MS			
Model	104488951	1	104488951	Number of obs =	241	
Residual	88912634.7	239	372019.392	F(1, 239) =	280.87	
Total	193401586	240	805839.941	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.5403	
				Adj R-squared =	0.5383	
				Root MSE =	609.93	

deltaibov	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
deltadji	4.213013	.2513856	16.76	0.000	3.717799	4.708228
_cons	-65.57858	39.29456	-1.67	0.096	-142.9865	11.82931

FONTE: Elaboração Própria

Se calcularmos a regressão do delta do IBOV com o DJI num período mais longo, obteremos valores ainda mais significativos, como vistos na regressão 4, onde coletamos dados do início de 2010 até o final de 2011.

Regressão 4: Regressão Linear Delta IBOVESPA DJI 2010 a final 2011

regress deltaibov deltadji

Source	SS	df	MS			
Model	193889572	1	193889572	Number of obs =	483	
Residual	170532612	481	354537.655	F(1, 481) =	546.88	
Total	364422184	482	756062.622	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.5320	
				Adj R-squared =	0.5311	
				Root MSE =	595.43	

deltaibov	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
deltadji	4.714496	.2015994	23.39	0.000	4.318372	5.110621
_cons	-44.51514	27.10128	-1.64	0.101	-97.76667	8.736391

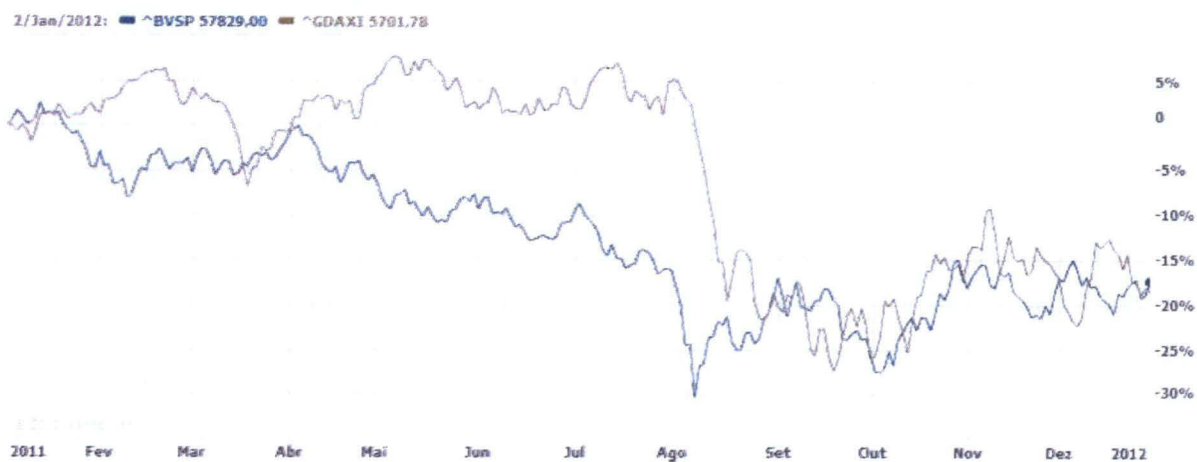
FONTE: Elaboração Própria

Os valores analisados, *teste F* (546,88) e *teste t* (23,39), mostram-se mais significativos no período de dois anos do que no período de um ano. Reafirmando que quanto maior o período estudado mais evidente se torna a influência da bolsa americana na bolsa brasileira.

Os gráficos a seguir apresentam o histórico da variação percentual do Ibovespa com outras importantes bolsas mundiais. Observa-se nos gráficos 7 e 8

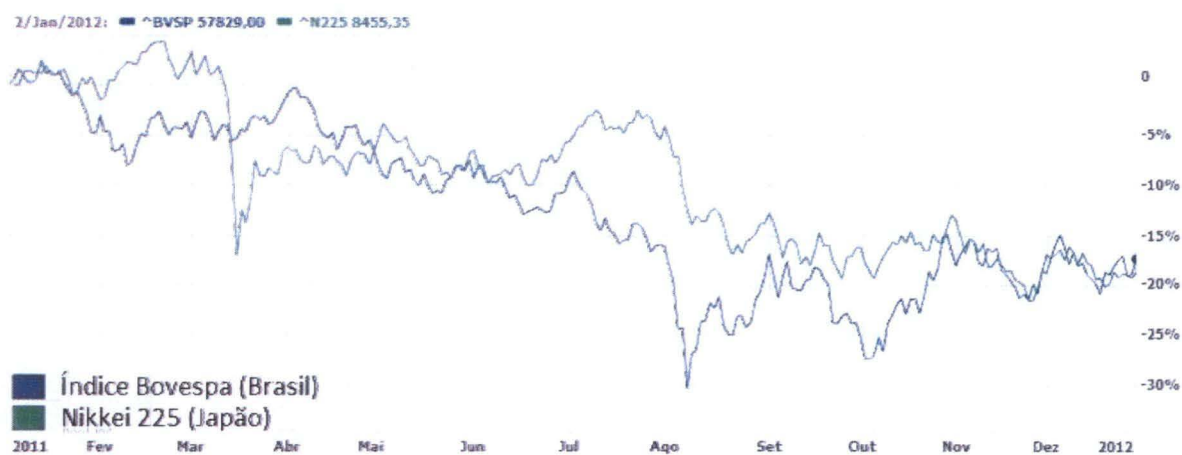
que também há um movimento semelhante entre a bolsa brasileira e a bolsa alemã (DAX) e com a bolsa japonesa (Nikkei 225).

Gráfico 7: Bovespa e DAX anual 2011



FONTE: Yahoo Finanças

Gráfico 8: Bovespa e Nikkei 225 anual 2011



FONTE: Yahoo Finanças

Por último uma comparação num período de cinco anos das quatro bolsas de valores analisadas, onde a bolsa brasileira apresenta-se visualmente como sendo a bolsa mais volátil neste intervalo de tempo, bem como a bolsa com maiores ganhos nos últimos anos, tal fato pode ser justificado pela maior estabilidade da economia brasileira, maior confiança dos investidores estrangeiros e locais entre outros. Vale notar que resultados passados não garantem ganhos futuros.

Gráfico 9: Bovespa, DJI, DAX e Nikkei 225 (2007 a 2011)



FONTE: Yahoo Finanças

Por meio desses gráficos e da regressão entre a o IBOVESPA e o DJI, constatamos que o mercado brasileiro é influenciado em menor ou maior grau pelos mercados externos, tendo a bolsa americana como sua principal referência.

Agora que já discorremos sobre o mercado de capitais brasileiro, quanto ao seu perfil, tamanho e fatores que mais o influenciam, vamos conhecer na sessão a seguir as principais ferramentas de gestão de riscos utilizadas pelos *Players* do mercado financeiro.

4. FERRAMENTAS DE GESTÃO E MENSURAÇÃO DE RISCOS

Para maximizar a relação risco retorno dos investimentos, os gestores de fundos de investimentos utilizam as ferramentas de gestão de riscos para montar seus portfólios, as quais serão abordadas neste trabalho: *Capital Asset Pricing Model (CAPM)*, *Value at Risk (VaR)* e *Stress Testing*.

Para entendermos como isso é feito, imaginemos como exemplo um avião, onde o voo é executado e administrado pelo piloto, e para exercer tal função, ele possui opções operacionais para solucionar qualquer evento não programado que possa vir a ocorrer. Em caso de turbulência, ele possui as ferramentas e os comandos necessários para sair dessa situação de risco. Porém essa mesma ferramenta utilizada para sair de uma possível turbulência durante o voo pode não ser tão eficaz para solucionar outros problemas operacionais que possam vir a ocorrer durante a viagem, tornando-se necessária a utilização da ferramenta que responda melhor a cada tipo de situação imposta. Seguindo o mesmo raciocínio, para cada cenário econômico, há uma ferramenta de gestão de risco que melhor se encaixa, e é isso que analisaremos a seguir.

4.1 CAPITAL ASSET PRICING MODEL (CAPM)

Partindo do pressuposto que o mercado de capitais brasileiro é eficiente, perfeito, caracterizado pela ausência de impostos e outros custos de transações, onde há acesso irrestrito ao crédito, simetria de informações e que os agentes possuam expectativas racionais. Nessas condições o melhor investimento é aquele que apresenta o melhor retorno.

No mercado financeiro os investidores são avessos ao risco, por isso cobram um prêmio para assumir um risco. A questão é: qual seria o prêmio justo para assumir determinado risco, do qual o agente seria indiferente em adquirir um investimento arriscado ou um ativo livre de risco?

Desenvolvido nos anos 60 por Willian Sharpe, John Lintner, Jack Treynor e Ian Mossim, o *Capital Asset Pricing Model (CAPM)*; Sharpe [1964]), é um modelo de precificação de ativos que busca demonstrar, de maneira objetiva, o

relacionamento da rentabilidade esperada de um ativo qualquer num mercado em equilíbrio, com o risco não diversificável demonstrado pelo coeficiente beta.

Por meio do CAPM, podemos medir o risco individual de cada ativo, conforme as formulas que explicaremos a seguir.

$$\frac{R_p - R_f}{R_m - R_f} = \beta \quad (4)$$

Onde: R_p - Retorno esperado de um ativo, também conhecida como taxa mínima de atratividade R_f - taxa livre de risco, R_m - taxa média de retorno esperado do mercado, β coeficiente beta.

Resolvendo a equação (4), temos $R_p = R_f + \beta \times (R_m - R_f)$ (5).

Para melhor compreensão vejamos o exemplo: Se o coeficiente beta do ativo avaliado for menor que 1, ele poderá ser classificado como defensivo, pois a medida que o mercado vier a sofrer baixa ou alta, o preço do ativo também sofrerá baixa ou alta menos que proporcional, ou seja, se o mercado sofrer baixa de 1%, o preço do ativo individual tenderá a sofrer queda ou alta menor que 1%. Quando β o for igual a 1, pode-se dizer que esse ativo é neutro, demonstrando que há uma correlação perfeita entre as taxas de retorno do ativo individual e as taxas de retorno do mercado como um todo, ou seja, quando o mercado sofrer baixa ou alta de 1%, o preço do ativo individual tenderá a sofrer baixa ou alta de 1%. E quando o β for maior que 1, este poderá ser classificado como agressivo, significando que, a medida que o mercado sofrer baixa ou alta, o preço do ativo também sofrerá baixa ou alta mais que proporcional, ou seja, se o mercado sofrer baixa ou alta de aproximadamente 1%, o preço do ativo individual tenderá a sofrer baixa ou alta maior que 1%. De modo que se o Beta do ativo for igual a zero, a rentabilidade deste ativo não é afetada pelas oscilações do mercado.

Vejamos um segundo exemplo: Suponha que determinado ativo possua um β igual a 1,2, um retorno esperado pelo mercado de 25% a.a, e rentabilidade de um titulo livre de risco de 14,25%. Portanto o retorno mínimo para os

acionistas nesse caso seria 27,15% a.a. Pois; $R_p = R_f + \beta \times (R_m - R_f) = 14,25\% + 1,2 \times (25\% - 14,25\%) = 27,15\%$.

No mercado financeiro brasileiro, podemos utilizar como taxa livre de risco (R_f), vários índices, dentre eles a remuneração de títulos públicos (SELIC), como títulos privados (DI over). Por serem considerados investimentos de menor risco no Brasil.

A segunda taxa (R_m) é um pouco mais complexa de calcularmos, pois normalmente não conhecemos. Nesse estudo utilizaremos o Índice Bovespa.

A equação do modelo CAPM, (ou Modelo de Precificação de Ativos de Capital), representa o retorno esperado de um investimento que conduz a uma situação de equilíbrio, isto é, que não dá espaço para o mercado faça qualquer tipo de arbitragem. Nesta equação o beta representa o risco sistemático.

Conhecemos como risco sistemático, o risco que estão sujeitas todas as empresas de um mesmo mercado em diferentes graus. Por exemplo, flutuações nas taxas de juros e inflação influenciam o poder de compra da população. Claro que tem empresas menos expostas a esse risco, como as de bens necessários à população (sal, por exemplo) são menos afetadas pela redução do poder aquisitivo da população do que as empresas que vendem bens de luxo (como vinhos importados).

Já o risco não sistemático afeta uma empresa ou um segmento econômico sem que as empresas de fora deste segmento sejam afetadas. Um exemplo de risco não sistemático, seria um atentado terrorista em voos comerciais. Isto teria um impacto nos resultados e na cotação das empresas aéreas, mais não afetaria, por exemplo, uma empresa metalúrgica.

Agora que já conhecemos o modelo CAPM, utilizaremos das cotações histórica da empresa Bmf&Bovespa para aplicarmos um exemplo prático, avaliando seus resultados no estudo de caso a seguir.

4.1.1 Estudo de caso Bmf&Bovespa (BVMF3)

Neste estudo, coletamos dados de cotações históricas da Bmf&Bovespa (BVMF3), do Índice Bovespa e da taxa DI over da CETIP⁶, entre os dias 01/02/2012 a 30/04/2012.

Utilizamos a taxa DI Over (diária) como taxa livre de risco (R_f) e o Ibovespa diário como *benchmark* (R_m). Na tabela 1 temos na primeira coluna o período do qual coletamos os dados, levando em consideração somente os dias úteis, na segunda coluna temos o histórico da cotação da BVMF3, na terceira temos o DI diário, e na quarta o histórico do Ibovespa.

Na quinta coluna (RM BVMF3), temos a variação da ação BVMF3 com base em 21 dias úteis, ou seja, a rentabilidade da BVMF3 do dia 30/03 a 30/04 ($R\$10,72 / R\$11,24 = 0,9535$), sendo esta negativa de 4,63% ($1 - 0,9535$). O mesmo se aplica para sexta coluna (RM IBOV), onde calculamos a remuneração do Índice Bovespa. Na coluna (R_DI), temos o acumulado de 21 dias úteis da taxa DI. Nas colunas (Excess BVMF3) e (Excess IBOV) temos o excesso da rentabilidade da ação BVMF3 e da Bovespa frente a taxa livre de risco (DI), ou seja, do dia 30/03 a 30/04 o ativo BVMF3 teve um excesso de 0,9464 comparada a taxa DI, neste caso o ativo teve um excesso negativo, potencializando sua queda quando incluímos o custo de oportunidade ($1 - 0,9464 = - 5,36\%$). O mesmo vale ao compararmos o desempenho do índice Bovespa, quando este teve um desempenho negativo de 4,17% ($1 - 0,9583$) no mesmo período, e quando incluímos o custo de oportunidade tem uma queda ainda maior do índice ($1 - 0,9509 = - 4,91\%$).

Após extrair esses dados podemos tirar algumas conclusões a respeito da ação BVMF3, as quais estão expostas na tabela 2. Nela temos a covariância dos excessos da BVMF3 com o do Ibovespa e a variância do excesso do Ibovespa. Dividindo um pelo outro extraímos o Beta da BVMF3. Conforme vimos anteriormente um beta maior que um, indica que o ativo é mais volátil que seu

⁶ Ver histórico de taxa DI em <http://www.cetip.com.br/>

banchemark. Neste caso o Beta da BVMF3 é de 1,23, ou seja, essa ação é mais arriscada que o índice Bovespa.

Tabela 1. Retorno BVMF3, DI e IBOV

DIA	BVMF3	DI over	IBOV	RM BVMF3	RM IBOV	R_CDI	Excess BVMF3	Excess IBOV
30/04/2012	10,72	1,00033109	61.820,26	0,9537	0,9583	1,007363	0,9464	0,9509
27/04/2012	10,71	1,00033219	61.691,21	0,9444	0,9510	1,007391	0,9371	0,9436
26/04/2012	10,91	1,00033182	62.198,06	0,9333	0,9557	1,007419	0,9259	0,9483
25/04/2012	10,85	1,00033182	61.750,38	0,9042	0,9351	1,007447	0,8967	0,9276
24/04/2012	10,77	1,00033182	61.971,14	0,8975	0,9293	1,007475	0,8900	0,9218
23/04/2012	10,70	1,00033365	61.539,38	0,9037	0,9351	1,007504	0,8962	0,9276
20/04/2012	11,11	1,00033219	62.494,08	0,9360	0,9494	1,007530	0,9284	0,9418
19/04/2012	11,26	1,00033182	62.618,41	0,9470	0,9366	1,007558	0,9395	0,9290
18/04/2012	11,16	1,00035911	63.010,48	0,9323	0,9363	1,007586	0,9247	0,9287
17/04/2012	11,07	1,00035875	62.698,87	0,9059	0,9257	1,007586	0,8983	0,9181
16/04/2012	10,94	1,00035911	61.954,55	0,8997	0,9153	1,007587	0,8921	0,9078
13/04/2012	10,80	1,00035948	62.105,60	0,8824	0,9167	1,007586	0,8748	0,9091
12/04/2012	11,14	1,00035948	63.058,00	0,8912	0,9238	1,007585	0,8836	0,9162
11/04/2012	10,75	1,00035984	61.293,14	0,8498	0,8962	1,007585	0,8422	0,8886
10/04/2012	11,13	1,00036093	61.738,28	0,8904	0,9300	1,007584	0,8828	0,9224
09/04/2012	11,39	1,00036020	62.923,21	0,9105	0,9433	1,007584	0,9029	0,9357
05/04/2012	11,20	1,00036093	63.691,18	0,9113	0,9519	1,007585	0,9037	0,9443
04/04/2012	11,35	1,00036129	63.528,65	0,9419	0,9623	1,007610	0,9343	0,9547
03/04/2012	11,61	1,00036020	64.284,26	0,9923	0,9873	1,007637	0,9847	0,9796
02/04/2012	11,66	1,00036020	65.216,25	0,9717	0,9739	1,007664	0,9640	0,9662
30/03/2012	11,24	1,00036093	64.510,97	0,9343	0,9517	1,007692	0,9266	0,9441
29/03/2012	11,34	1,00035948	64.871,99	0,9692	0,9710	1,007719	0,9615	0,9633
28/03/2012	11,69	1,00035948	65.079,34	1,0174	0,9889	1,007748	1,0097	0,9811
27/03/2012	12,00	1,00035984	66.037,35	1,0084	1,0012	1,007777	1,0006	0,9934
26/03/2012	12,00	1,00035984	66.684,59	1,0300	1,0221	1,007807	1,0222	1,0143
23/03/2012	11,84	1,00036093	65.812,95	1,0102	0,9980	1,007837	1,0024	0,9902
22/03/2012	11,87	1,00035948	65.828,19	1,0180	1,0001	1,007865	1,0101	0,9923
21/03/2012	11,89	1,00035948	66.860,05	1,0085	1,0116	1,007894	1,0006	1,0037
20/03/2012	11,97	1,00035948	67.295,56	1,0179	1,0165	1,007925	1,0099	1,0086
19/03/2012	12,22	1,00035948	67.730,31	1,0391	1,0240	1,007954	1,0312	1,0161
16/03/2012	12,16	1,00035984	67.684,13	1,0100	1,0354	1,007983	1,0020	1,0274
15/03/2012	12,24	1,00035839	67.749,49	0,9943	1,0417	1,008013	0,9863	1,0337
14/03/2012	12,50	1,00035839	68.257,22	1,0271	1,0391	1,008043	1,0191	1,0310
13/03/2012	12,65	1,00035875	68.394,33	1,0905	1,0687	1,008074	1,0824	1,0606
12/03/2012	12,50	1,00035948	66.384,76	1,0513	1,0130	1,008104	1,0432	1,0049
09/03/2012	12,51	1,00036056	66.703,96	1,0356	1,0133	1,008134	1,0275	1,0051
08/03/2012	12,29	1,00036129	66.908,39	1,0319	1,0150	1,008163	1,0237	1,0069
07/03/2012	12,05	1,00038622	66.016,76	1,0177	1,0122	1,008191	1,0095	1,0040
06/03/2012	11,70	1,00038730	65.114,15	0,9882	0,9984	1,008194	0,9800	0,9902
05/03/2012	12,00	1,00038766	66.964,03	1,0274	1,0367	1,008196	1,0192	1,0285
02/03/2012	12,03	1,00038766	67.781,60	1,0425	1,0498	1,008198	1,0343	1,0416

01/03/2012	11,70	1,00038802	66.809,80
29/02/2012	11,49	1,00038802	65.811,73
28/02/2012	11,90	1,00038838	65.958,78
27/02/2012	11,65	1,00038946	65.241,49
24/02/2012	11,72	1,00038946	65.942,73
23/02/2012	11,66	1,00038874	65.819,62
22/02/2012	11,79	1,00038874	66.092,77
17/02/2012	11,76	1,00038982	66.203,50
16/02/2012	11,76	1,00038838	66.141,70
15/02/2012	12,04	1,00038874	65.368,49
14/02/2012	12,31	1,00038874	65.038,53
13/02/2012	12,17	1,00038838	65.691,53
10/02/2012	11,60	1,00038910	63.997,86
09/02/2012	11,89	1,00038910	65.530,49
08/02/2012	12,08	1,00038874	65.831,16
07/02/2012	11,91	1,00038910	65.917,02
06/02/2012	11,84	1,00038910	65.223,72
03/02/2012	11,84	1,00038982	65.217,37
02/02/2012	11,68	1,00038910	64.593,10
01/02/2012	11,54	1,00038910	64.567,18

Tabela 2. Beta BVMF3

Cov	0,002400516
varX	0,001951051
Beta BVMF3	1,230370865
Média excess BVMF3	0,9622
Média excess IBOV	0,9708
Alfa BVMF3	-0,232253228

Extraindo também, o beta por meio de uma regressão linear, como descreve a regressão 5, conseguimos dados mais explicativos. Note que neste caso temos um beta de 1,26, um pouco maior do beta de 1,23 calculado acima, só que ambos estão dentro do intervalo de 95% de confiança [1,1278; 1,3944], porém a regressão nos revela muito mais que o calculo acima. Nela temos um *teste t* e *teste F* significativos, além de um R^2 de 0,9038, considerado alto, o que valida tal regressão.

Regressão 5: Beta BVMF3

1 . regress excessbvmf excessibov

Source	SS	df	MS			
Model	.124121907	1	.124121907	Number of obs =	41	
Residual	.013218507	39	.000338936	F(1, 39) =	366.21	
Total	.137340414	40	.00343351	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.9038	
				Adj R-squared =	0.9013	
				Root MSE =	.01841	

excessbvmf3	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
excessibov	1.26113	.0659014	19.14	0.000	1.127832	1.394428
_cons	-.2621147	.0640424	-4.09	0.000	-.3916526	-.1325768

FONTE: Elaboração Própria

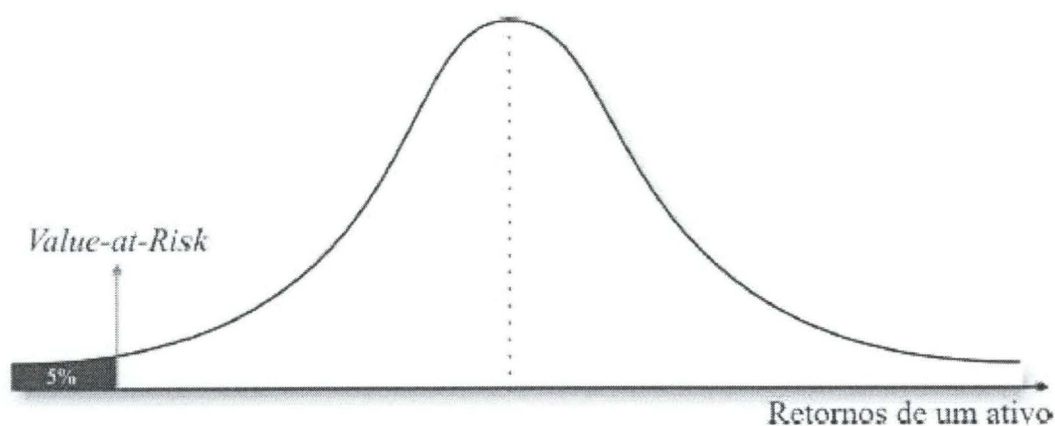
4.2 VALUE AT RISK (VaR)

Como exposto anteriormente o conceito de risco no item 3.2, o risco de mercado está relacionado à perdas decorrentes de flutuações nos preços e taxas de mercado. Este risco pode então ser aplicado ao mercado financeiro composto por quatro diferentes mercados: Mercado Acionário, Mercado de Câmbio, Mercado de Juros e Mercados de Commodities. Dentre os vários modelos de mensuração de risco, o mais comum usado na gestão do risco de mercado é *Value-at-Risk* (Gaio, 2009).

O *Value at Risk* (VaR) ou valor em risco mede a pior perda esperada, dado um nível ao longo de determinado intervalo de tempo, sob condições normais de mercado e dentro de determinado nível de confiança. Portanto, para o cálculo do VaR são necessários os seguintes parâmetros: horizonte de cálculo; nível de significância; e preços e taxas relacionados ao portfólio⁷.

O VaR foi aplicado inicialmente a investimentos, como ações no começo da década de 90 (Jorion, 1999) e posteriormente passou a ser utilizado como métrica para diversos tipos de riscos, como risco de crédito e operacional, entre outros, tornando-se padrão para muitas empresas (Marques, 2007).

Figura 1: *Value at Risk*



Conforme mostra a Figura 1, o VaR representa o valor mínimo dentro do intervalo de confiança de 95%. Em outras palavras, para uma amostra de 100 retornos, o VaR refere-se ao nonagésimo quinto menor retorno, havendo somente

⁷ Ver mais sobre o VaR em: Duarte Jr, Antonio M. **Gestão de Riscos para Fundos Investimentos**. São Paulo: Person Prentice Hall, 2005. p 62-74.

5 retornos com valores abaixo dele. É o limite máximo de perda, considerando os 95% dos retornos, dado um horizonte de tempo.

Para melhor compreensão, suponha que determinada carteira, com valor de mercado de R\$ 5 milhões tem um VaR de 1%, para o horizonte de tempo de 1 dia, com intervalo de confiança de 95%, estamos dizendo que: A cada 100 dias esperamos que em 95 dias não teremos perdas maiores que 1% de um dia para o outro.

Desta forma, podemos também dizer que, a possibilidade de ocorrência de perdas diárias maiores do que R\$ 50.000,00 (5 milhões x 1%), prevista pelo VaR, é de 5 dias a cada 100 dias, ou seja, em 5 de cada 100 dias pode-se esperar perdas diárias maiores que 1%.

Para lidar com o efeito de mudanças extremas nos preços de mercado e complementar a análise de VaR, geralmente se utilizam os testes de estresse (*stress testing*), do qual veremos no item 4.3 deste trabalho.

De acordo com Jorion (1997), para avaliar o Value-at-Risk é necessário que se tenha um completo conhecimento estatístico das distribuições dos dados. A identificação do comportamento das séries em que se está manipulando é o que define qual a metodologia a ser trabalhada naquele tipo de distribuição.

De forma matemática, considerando W_0 o valor inicial de uma carteira de investimentos e R_t seu respectivo retorno, o valor esperado da carteira final do período será:

$$W_t = W_0 (1+R_t) \quad (6)$$

Como o interesse é descobrir o menor valor da carteira dado um nível de significância $(1-c)\%$, a taxa de retorno R^*_t resultante neste menor valor da carteira, W^*_t pode ser dado por:

$$W^*_t = W_0(1+R^*_t) \quad (7)$$

Considerando o retorno esperado por μ , obtém-se a estimativa do VaR em relação à média:

$$\text{VaR} = W_0 (1+\mu) - W_0 (1+R^*_t) \quad (8)$$

Simplificando a equação tem-se:

$$\text{VaR} = - W_0 (R^*_t - \mu) \quad (9)$$

A ideia principal na obtenção de uma estimativa concisa do VaR reside na capacidade e possibilidade de mensurar com precisão o retorno R^*_t associada ao valor da carteira W^*_t . Neste sentido, para esta estimação é necessário o conhecimento da distribuição de probabilidade dos retornos.

Para fácil visualização, considerando o quantil Z^* da distribuição normal, para o qual a probabilidade c se situa à sua esquerda, pode ser ajustado numa distribuição com média μ e desvio padrão σ , para ter um retorno crítico R^*_t :

$$R^*_t = -Z^* \sigma + \mu \quad (10)$$

Substituindo o valor R^*_t na expressão (10) obtêm-se o VaR paramétrico normal dado por $VaR = W_0 Z^* \sigma$. Assumindo que os retornos seguem um comportamento independente e identicamente distribuído com distribuição normal, o VaR é estimado apenas pela multiplicação do desvio padrão da carteira, por um fator relativo ao nível de confiança.

Vale lembrar que existem diversos métodos de estimação do VaR, dependendo das hipóteses formuladas sobre as distribuições de probabilidade dos retornos. Dentre todos os métodos, o analítico (delta normal), simulação histórica, modelos de variância condicional e simulação de Monte Carlo são os mais utilizados pelos gestores de risco. Porém como o foco deste trabalho está somente na apresentação das principais ferramentas de gestão de riscos utilizada no mercado financeiro, todos estes métodos não serão descritos aqui.

A seguir um exemplo prático do uso do VaR para medir a potencial perda máxima de um ativo financeiro num determinado período e nível de significância utilizando o método analítico (delta normal).

4.2.1 Exemplo prático VaR como medida de risco

Buscaremos aplicar de forma simples e prática a utilização do VaR para medir o risco de uma carteira ações. Para facilitar o exemplo vamos considerar que temos um lote padrão de ações (100 ações) de cada empresa na composição da carteira. Utilizaremos o VaR com um intervalo de confiança de 95% para estimar a perda máxima diária desta carteira. E por fim testaremos a eficácia do VaR por meio do *Backtesting*.

Neste estudo coletamos dados históricos de quatro ações aleatórias do índice Bovespa: Bmf&Bovespa (BVMF3), Petrobrás (PETR4), Banco do Brasil (BBAS3) e Vale (VALE5), do dia 31 de Outubro de 2011 à 29 de Dezembro de 2011, como mostra a tabela 3. Note que no primeiro dia do estudo, temos uma carteira de ações com o valor de mercado de R\$ 9.862,00 conforme a coluna “valor” da tabela 3, ou seja, a soma da cotação das respectivas ações multiplicadas por 100. Na ultima coluna “variação” temos a variação diária desta carteira em termos percentuais com base no dia anterior.

Com base nos dados dessa amostra, vamos saber qual a maior perda percentual que podemos ter em um dia com 95% de confiança.

Primeiramente para calcularmos o VaR desta carteira estimamos o desvio padrão da série de retornos, que neste caso é de 0,014909, baseado numa amostra de 40 observações das variações. Com esta informação basta utilizarmos a formula do $VaR = W_0 Z^* \sigma$, onde multiplicamos o desvio padrão da carteira pelo nível de significância, e de forma simples extrairemos o VaR do seguinte modo: $VaR = 0,014909 \times 1,65 = 2,46\%$. Para um índice de confiança de 95% ($\sigma = 1,65$) a perda máxima diária da carteira de ações é de 2,46%.

Agora que já conhecemos o VaR da nossa carteira de ações, vamos testar esse modelo utilizado para estimar o VaR, para isso recorreremos ao *Backtesting*.

4.2.1.1 Backtesting

Com o objetivo de validar o modelo utilizado para estimação do VaR utiliza-se o *backtesting*. Como visto na tabela 3, foi utilizada a variação diária da carteira para estimação do VaR, vimos que o VaR diário da carteira é de 2,46%, ou seja, em um intervalo de 100 dias, somente em 5 dias a perda da carteira de ações pode ser superior a 2,46%. Resta saber se esse VaR de 2,46% realmente reflete a realidade. Para isso, utilizamos uma função lógica na planilha para contabilizar perdas superiores ao VaR, onde perdas superiores a 2,46% contabiliza o fator 1 , caso contrário, contabiliza o fator 0.

Tabela 3. Variação diária da carteira

Dia	BVMF3	PETR4	BBAS3	VALE5	Valor	Variação
31/10/2011	10,25	21,32	26,25	40,80	R\$ 9.862,00	
01/11/2011	10,08	21,13	25,80	40,40	R\$ 9.741,00	-1,23%
03/11/2011	10,08	21,92	25,24	41,70	R\$ 9.894,00	1,57%
04/11/2011	10,08	22,10	25,30	42,25	R\$ 9.973,00	0,80%
07/11/2011	10,19	22,68	25,48	42,64	R\$ 10.099,00	1,26%
08/11/2011	10,25	22,41	25,41	42,45	R\$ 10.052,00	-0,47%
09/11/2011	10,33	21,46	24,72	41,78	R\$ 9.829,00	-2,22%
10/11/2011	10,13	21,51	24,45	41,60	R\$ 9.769,00	-0,61%
11/11/2011	10,35	21,96	24,47	42,15	R\$ 9.893,00	1,27%
14/11/2011	10,24	21,92	25,30	41,97	R\$ 9.943,00	0,51%
16/11/2011	10,48	22,11	25,35	42,28	R\$ 10.022,00	0,79%
17/11/2011	10,71	21,52	24,79	41,35	R\$ 9.837,00	-1,85%
18/11/2011	10,58	21,75	24,26	41,25	R\$ 9.784,00	-0,54%
21/11/2011	10,11	21,80	24,19	41,15	R\$ 9.725,00	-0,60%
22/11/2011	9,90	21,68	23,80	40,88	R\$ 9.626,00	-1,02%
23/11/2011	9,61	21,57	23,20	39,85	R\$ 9.423,00	-2,11%
25/11/2011	9,47	21,01	23,16	39,00	R\$ 9.264,00	-1,69%
28/11/2011	9,45	21,50	23,60	39,50	R\$ 9.405,00	1,52%
29/11/2011	9,50	21,41	23,21	38,85	R\$ 9.297,00	-1,15%
30/11/2011	9,88	22,05	24,20	39,03	R\$ 9.516,00	2,36%
01/12/2011	10,54	22,52	25,22	39,30	R\$ 9.758,00	2,54%
02/12/2011	10,55	22,53	24,88	39,91	R\$ 9.787,00	0,30%
05/12/2011	10,61	22,97	24,17	40,50	R\$ 9.825,00	0,39%
06/12/2011	10,47	23,32	24,41	40,53	R\$ 9.873,00	0,49%
07/12/2011	10,20	23,29	23,79	39,06	R\$ 9.634,00	-2,42%
08/12/2011	9,91	22,52	23,68	38,50	R\$ 9.461,00	-1,80%
09/12/2011	10,10	23,02	24,20	39,12	R\$ 9.644,00	1,93%
12/12/2011	9,90	22,42	23,54	38,55	R\$ 9.441,00	-2,10%
13/12/2011	9,97	22,42	23,60	38,56	R\$ 9.455,00	0,15%
14/12/2011	9,90	21,82	23,30	38,00	R\$ 9.302,00	-1,62%
15/12/2011	10,00	21,51	23,05	37,55	R\$ 9.211,00	-0,98%
16/12/2011	9,90	21,30	22,70	37,46	R\$ 9.136,00	-0,81%
19/12/2011	9,76	21,12	22,48	36,80	R\$ 9.016,00	-1,31%
20/12/2011	10,04	22,10	22,91	38,14	R\$ 9.319,00	3,36%
21/12/2011	10,01	21,92	23,42	38,17	R\$ 9.352,00	0,35%
22/12/2011	10,12	22,15	23,82	38,70	R\$ 9.479,00	1,36%
23/12/2011	10,11	22,22	23,93	38,95	R\$ 9.521,00	0,44%
26/12/2011	10,09	22,17	23,89	38,70	R\$ 9.485,00	-0,38%
27/12/2011	10,12	22,20	24,05	38,82	R\$ 9.519,00	0,36%
28/12/2011	9,85	21,43	23,47	37,80	R\$ 9.255,00	-2,77%
29/12/2011	9,80	21,49	23,70	37,82	R\$ 9.281,00	0,28%

Com base numa amostra de 40 dias dos retornos da carteira, para que nosso VaR seja considerado eficiente para um nível de 95% de confiança, perdas superiores a 2,46% devem ocorrer no máximo em dois dias, o que representa 5% dos 40 dias das variações da carteira. A tabela 4 resume nosso *backtesting*, vimos que perdas superiores ao VaR somente ocorreu em 1 dia dos 40 dias observados, o que valida nosso VaR como eficiente.

Tabela 4. Backtesting

Perda >VaR	1
Limite calculado	2
Nº observações	40

4.3 STRESS TESTING

O *Stress Testing* avalia um cenário onde podem ocorrer mudanças relevantes nos preços e taxas de mercado, mudanças de regimes econômicos e falta de liquidez. Considera eventos extremos nos mercados financeiros, como o crash da bolsa de Nova Iorque em outubro de 1987, o colapso do Sistema Monetário Europeu em setembro de 1992⁸.

Os testes de estresse é um processo que inclui a (i) identificação de uma específica vulnerabilidade, (ii) a construção de um cenário, (iii) o mapeamento das saídas do cenário em um formulário que é utilizável para a análise dos balanços de pagamentos das instituições financeiras e as declarações de renda, (iv) realizar uma análise numérica, (v) considerando os efeitos de uma segunda crise, e (vi) resumir e interpretar os resultados (Jones, Hilbers, e Slack, 2004).

Para aplicarmos o teste de estresse, é preciso saber calibrar os cenários macroeconômicos de estresse. Há um número de elementos envolvidos na concepção de qualquer cenário de stress, incluindo a escolha do tipo de riscos para analisar (mercado, crédito, taxa de juros, liquidez, etc.), se há só um risco ou múltiplos fatores que devem ser impactados, os parâmetros para choque (preços,

⁸ LONGIN, François M. **From value at risk to stress testing: The extreme value approach.** Journal of Banking & Finance Volume 24. Issue 7, 2000, p 1097-1130.

volatilidades, correlações). Com base em cenários históricos ou hipotéticos e sobre o horizonte de tempo.

A análise de uma vasta gama de fatores de risco aumenta a capacidade de previsão do teste de estresse. Da mesma forma, simulando um cenário abrangente incluindo múltiplos choques, permite previsões mais realistas.

Uma das principais decisões é a forma de calibrar o tamanho dos choques a serem usados para teste de estresse. Um choque muito baixo ou muito alto pode deixar o teste sem sentido. Em geral, os choques podem ser calibrados para o maior movimento passado nas variáveis de risco relevantes ao longo de um horizonte, ou basear-se na variância histórica. Com dados suficientes, pode-se tentar estimar empiricamente o conjunto da distribuição dos desvios do passado a partir de tendência das variáveis de risco relevantes e usar seus *quantis* para simular o cenário de stress (Marco Sorge 2004).

É importante simular no cenário os efeitos de uma segunda ordem na economia que pode ser afetada pelo choque original (por exemplo, um choque de óleo grave pode afetar o PIB, assim como inflação, taxas de juro, entre outros). Modelos macro-económétricos devem ser empregados para caracterizar plenamente os choques que afetam interagindo principais indicadores da economia real ou de ativos e preços que definem o cenário de juros. Alternativamente, pode-se usar uma forma de reação reduzida, assumindo por exemplo, que a taxa de juros é definida pelas autoridades monetárias e que os preços e taxas de desemprego são regidos por uma curva de Phillips. De fato, a identificação todos os efeitos de segunda ordem de um determinado conjunto de choques está entre os principais desafios encontrados para projetar um cenário de estresse global.

Em suma, utilizamos o teste de estresse como uma ferramenta complementar do VaR e CAPM, pois nela avaliamos um cenário de risco sistêmico do qual os modelos CAPM e VaR não são capazes de mensurar⁹.

⁹ Para ver mais detalhes sobre o Stress Testing e sua metodologia, sugiro a leitura Jones, M T, P Hilbers and G Slack: **Stress testing financial systems: what to do when the governor calls**. IMF Working paper. 2004.

5. CONCLUSÃO

Verificamos neste trabalho a crescente e constante evolução do mercado de capitais brasileiro, muitos analistas justificam tal crescimento às mudanças macroeconômicas ocorridas no início dos anos 90, que resultaram numa maior estabilidade econômica, fato que estimulou a entrada de investimentos estrangeiros, impulsionando o crescimento do mercado acionário brasileiro. Evidenciamos tal evolução ao analisarmos que, de meados dos anos 2000 para cá, houve um grande crescimento do número de empresas listadas na Bovespa, além da capitalização destas, aliada a um expressivo crescimento do número de negócios e volume financeiro. Tal crescimento trouxe benefícios para as empresas nacionais e investidores, uma vez que estas empresas têm uma alternativa de captar recursos via abertura de capital, e os investidores têm a oportunidade de investir em um número maior de ações de empresas, diversificando seu portfólio.

Conhecemos o perfil do mercado acionário brasileiro, ao analisarmos os agentes que dele participam, bem como sua relevância nos negócios da bolsa, além das empresas mais negociadas e com maior peso no índice Bovespa. Percebemos também neste estudo, que a bolsa brasileira é influenciada em maior ou menor grau pelas bolsas externas, principalmente quando a comparamos com a bolsa de valores norte-americana e pudemos constatar tal influência por meio de alguns estudos econométricos. O que faz de certa forma, questionarmos a teoria de mercados eficientes, ao percebermos que o IBOVESPA é “colado” no DJI, de 2007 ao final de 2011 (gráfico 9). Não obstante, a Bolsa brasileira mostra-se mais volátil que as demais analisadas (Bovespa, DJI, DAX e Nikkei 225).

Para melhor aproveitar esse mercado em expansão é necessário conhecer os riscos que ele possui, para tanto, as ferramentas de mensuração e gestão de riscos são peças chaves para a tomada de decisão.

No CAPM vimos que é possível medir o risco relativo de um ativo frente ao seu *benchmark*, quando estimarmos o seu Beta, ele nos fornece uma boa noção do risco individual daquele ativo. Vimos no estudo de caso a ação da BMF&BOVESPA (BVMF3), que no período analisado, mostrou-se mais arriscado que o índice Bovespa, ou seja, o investidor ao comprar essa ação espera um

retorno maior que o índice, porém sabe-se que há um risco maior de perdas em dias de queda do mercado acionário brasileiro.

Com o VaR estimamos a perda máxima que uma carteira de ações pode sofrer num determinado período, ou seja, indica a maior perda potencial que essa carteira pode sofrer em um dia, com determinado intervalo de confiança. Neste trabalho vimos um exemplo prático da utilização do VaR para medir o risco de uma carteira de ações do índice Bovespa, estimamos o VaR e logo em seguida testamos sua eficácia por meio do *Backtesting*, onde confirmamos a eficácia desse VaR no período analisado.

E por último, analisamos o *stress testing*, uma ferramenta que avalia cenários de riscos extremos, utilizado principalmente para analisar a saúde das instituições financeiras nesses cenários de risco.

Em suma, o *stress testing* é uma ferramenta complementar ao CAPM e VaR, pois nela avaliamos um cenário de risco sistêmico, do qual os modelos CAPM e VaR não são capazes de mensurar.

Por meio das ferramentas de gestão e mensuração de riscos, vimos que podemos medir o risco dos ativos ou de uma carteira, e que cada uma das ferramentas estudadas, possui uma característica específica, e que ao fazermos uma análise comparativa das três percebemos suas complementaridades.

REFERÊNCIAS

ANDO, L; LOPES, C. M.C. **Estudo sobre o uso de Value At Risk para Gestão de Risco**. São Paulo: Unicamp. 2008. 6p.

BM&FBOVESPA. **Empresas Listadas**, 2011. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br>>. Acesso em: 15/04/2011.

BRAV, A.; HEALTON, J. B. **Testing behavioral theories of undervaluation and overvaluation**. Evanston, 2006.

CETIP. **Série Histórica do DI**. Disponível em <<http://www.cetip.com.br/>>. Acesso em: 26/05/2012.

CAVALCANTE, Francisco. **Mercado de Capitais: O que é, como Funciona**. Ed. 7. São Paulo. Elsevier, 2009.

DUARTE, Jr; Antonio M. **Gestão de Riscos para Fundos de Investimentos**. São Paulo: Person Prentice Hall, 2005.

FAMA, E.F. **Efficient capital markets**: II. The Journal of Finance. Cambridge, V. 46, n. 5 p.1575-1618, dec. 1991.

FORTI, Cristiano; MACIEL, Fernanda; SANTIAGO W. **Hipótese da Eficiência de Mercado: Um Estudo Exploratório no Mercado de Capitais Brasileiro**. UFU Gestão & Regionalidade - V. 25, N. 75. 2009.

GAIO, Luiz. **Gestão de riscos no mercado financeiro internacional: Uma análise comparativas entre modelos de volatilidade para estimação do Value-at-Risk**, Ribeirão Preto, 2009.

GONÇALVES Jr. C; PAMPLONA, E. O; MONTEVECHI, J. **Seleção de Carteiras Através do Modelo de Markowitz para Pequenos Investidores (Com o Uso de Planilhas Eletrônicas)**. IX Simpep outubro de 2002. Bauru, SP.

GROOTVELD, H; HALLERBACH, W. **Variance vs downside risk: is there really that much difference?**. European Journal of Operational Research. Vol. 114, p.p. 304-319, 1999.

GUJARATI, Damodar N. **Econometria Básica**. 4a. ed. Rio de Janeiro. Campus/Elsevier. 2006.

JONES, M T, P Hilbers and G Slack: **Stress testing financial systems: what to do when the governor calls**. IMF Working paper. 2004.

JORION, P. **Value at Risk: A nova Fonte de Referência para o Controle de Riscos Financeiros**. São Paulo 1999.

LONGIN, F. **From Value at Risk to Stress Testing: The Extreme Value Approach**. Journal of Banking and Finance Volume 24, Issue 7, 2000.

MARKOWITZ, H. M **Portfolio Selection: Efficient diversification of investments**. Nova York: Wiley, 1959.

MARQUES, F. **Estimação do Value at Risk via enfoque bayesiano**. São Carlos: UFSCar, 2008. 58p.

NAWROCKI, D; CUMOVA, D. **A Symmetric LPM Model for Mean-Semivariance Optimization**. Working paper. Villa Nova, 2007. Disponível em: <<http://www90.homepage.villanova.edu/michael.pagano/DN%20Cumova-Nawrocki%20Symmetric%20Semivariance%20Optimization%20V1.pdf>>. Acesso em: 18/09/2012.

PINHEIRO, J. **Mercado de Capitais: Fundamentos e Técnicas**. ed. 5, São Paulo. Atlas, 2009.

RÊGO, R; MUSSA, A. **Anomalias do Mercado Acionário: A verificação do efeito feriado no Ibovespa e IBX-100 no período de 2002 A 2007**. PUC SP 2008. Disponível em <<http://www.congressosp.fipecafi.org/artigos82008/354.pdf>> Acesso em 18/09/2012.

SHARPE, W. F **Capital Asset Prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk**. Journal of Finance, 19, 1964, p. 425-442.

SORGE, M. **Stress-testing financial systems: an overview of current methodologies**. BIS Working Papers nº 165, 2004.

ROM, B. M., FERGUSON, K.W. **Post-modern portfolio theory comes of age**. Journal of Investing, p. 11-17, Fall, 1994.

ROMAN, D.; MITRA, G. **Portfolio selection models: a review and new directions**. Wilmott Journal. Vol 1, Issue 02, p.p. 69-85, April, 2009.

WESTON, J. Fred; BRIGHAM, Eugene F. **Fundamentos da Administração Financeira**. São Paulo: Makron Books, 2000.