

***INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA***



Camilo Bianchi

Uma análise da economia brasileira: o Risco-Brasil

*Trabalho de Graduação*  
*Ano 2004*

*Infra-Estrutura*

Número da CDU: 336.76:519.2

CAMILO BIANCHI

**UMA ANÁLISE DA ECONOMIA BRASILEIRA: O RISCO-  
BRASIL**

Prof. Dr. Takashi Yoneyama (ITA)

**Divisão de Infra-Estrutura Aeronáutica**

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS  
CENTRO TÉCNICO AEROESPACIAL  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

2004

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

**Divisão Biblioteca Central do ITA/CTA**

Bianchi, Camilo

Uma análise da economia brasileira: o Risco-Brasil/ Camilo Bianchi

São José dos Campos, 2004.

80f.

Trabalho de Graduação – Divisão de Infra-Estrutura Aeronáutica –  
Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2004. Orientadores: Prof. Dr. Takashi Yoneyama.

1. Risco-Brasil. 2. Teoria de Carteiras. 3. Risco-Soberano. I. Centro Técnico Aeroespacial. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Divisão de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica. II. Título

**REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

BIANCHI, Camilo. **Uma análise da economia brasileira: o Risco-Brasil**. 2004. 80f.  
Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

**CESSÃO DE DIREITOS**

NOME DO AUTOR: Camilo Bianchi

TÍTULO DO TRABALHO: Uma análise da economia brasileira: o Risco-Brasil

TIPO DO TRABALHO/ANO: Graduação / 2004

É concedida ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica permissão para reproduzir cópias deste trabalho de graduação e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem a autorização do autor.



Camilo Bianchi

Rua Ema Zachy Police, 63  
Vila Carvalho, Sorocaba, SP  
CEP 08060-040

## UMA ANÁLISE DA ECONOMIA BRASILEIRA: O RISCO-BRASIL

Essa publicação foi aceita como Relatório Final de Trabalho de Graduação



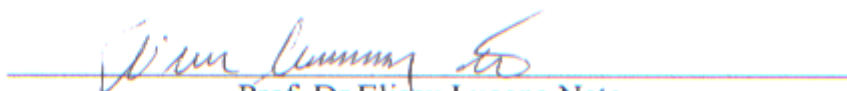
Camilo Bianchi

Autor



Prof. Dr Takashi Yoneyama

Orientador



Prof. Dr Eliseu Lucena Neto

Coordenador do Curso de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica

São José dos Campos, 26 de novembro de 2004

**AOS MEUS PAIS**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a toda minha família que sempre me apoiou: meus pais Carlos e Etelvina e meus irmãos Livia e Estevão. Sem eles, nada teria acontecido em minha vida.

Agradeço a Ana Carolina Rocha Veiga pela paciência, ajuda e desculpe pelas horas que deixamos de estar juntos.

Agradeço também a todos os amigos da faculdade. Agradecer a todos por tudo é assunto de um outro trabalho de graduação. Fica aqui, porém, um agradecimento especial aos amigos da Infra-04, turma que tive o prazer de integrar.

Agradeço também aos amigos e mestres que me ajudaram, e ainda ajudam, a caminhar pelo tortuoso mundo das finanças: Takashi Yoneyama, Ricardo Humberto Rocha, Marco Aurélio Grillo de Brito, Manuel Lamas e Eduardo Bopp. Obrigado pela paciência e atenção.

Cabe um agradecimento, ainda, para o amigo que primeiro me incentivou a iniciar estudos e trabalhos nessa área: Ícaro Gracia. Valeu meu.

## RESUMO

Este trabalho discute inicialmente as definições de risco soberano, as classificações de risco pelas agências internacionais e traz uma análise de risco qualitativa das principais economias emergentes mundiais. Posteriormente, buscando uma abordagem quantitativa, estuda o modelo de Markowitz, o Modelo de Sharpe e o CAPM no sentido de se obter uma aplicação prática e quantitativa dos conceitos de risco-retorno. Admite-se que as distribuições das taxas de retorno esperadas para o futuro são semelhantes às aquelas observadas no passado e, por meio da comparação do desempenho de uma estratégia de alocação de ativos segundo o critério de maximização do prêmio pela variabilidade histórica *versus* uma estratégia alternativa de diversificação ingênua, faz-se algumas conclusões sobre a eficiência dos modelos estudados.

## **ABSTRACT**

This work argues initially with the definitions of sovereign risk, the international agencies risk classifications and a qualitative risk analysis of the main global emergent economies. Later, searching a quantitative analysis, it studies the Markowitz model, the Sharpe model and the CAPM in the direction of getting a practical and quantitative application of the risk-return concepts. It is admitted that the future returns distributions are similar to those observed in the past and, in terms of asset allocation strategy performance becomes a comparison by the maximization criterion for the historical variability prize versus an alternative strategy of ingenuous diversification, arise some conclusions on the studied models efficiency.



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- $A_i$  : ativo i  
 $R_i, I_{\mu_i}$  : retorno do ativo i  
 $\omega_i$  : peso do ativo i  
 $R_{S_i}^2, \sigma_i^2, I_{S_i}^2, S_i^2$  : variância do ativo i  
 $R_{S_i}, \sigma_i, I_{S_i}, S_i$  : desvio-padrão do ativo i  
 $\sigma_{ij}, \text{cov}(A_i, A_j)$  : covariância entre  $A_i$  e  $A_j$   
 $IS_i$  : Índice de Sharpe de i  
 $r_f$  : taxa de retorno do ativo livre de risco  
M: matriz de covariância  
I: matriz de retornos esperados  
W: vetor de pesos  
 $\lambda_i$  : multiplicador de Lagrange  
 $r_{xy}$  : correlação entre os ativos x e y  
 $e_{S_i}^2$  : risco-próprio do ativo i  
 $a_i, b_i$  : coeficientes de regressão

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. HISTÓRICO.....	1
1.2. MUDANÇA: A ÚNICA CONSTANTE .....	2
<b>2. O RISCO SOBERANO .....</b>	<b>5</b>
2.1. DEFINIÇÃO E NOMENCLATURA DAS CLASSIFICAÇÕES SOBERANAS.....	5
2.2. RISCO-SOBERANO, RISCO-PAÍS E PRÊMIOS DE RISCO .....	13
2.3. O PROCESSO DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCO-SOBERANO.....	19
<b>3. MODELO DE MARKOWITZ.....</b>	<b>24</b>
3.1. O MODELO DE MARKOWITZ.....	24
3.2. O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE CARTEIRAS .....	29
3.3. INFORMAÇÕES .....	30
3.4. CRITÉRIO DE SELEÇÃO .....	30
3.5. PROCEDIMENTOS COMPUTACIONAIS .....	32
3.6. PROCEDIMENTOS COMPUTACIONAIS .....	33
<b>4. MODELO DE SHARPE .....</b>	<b>35</b>
4.1. INTRODUÇÃO .....	35
4.2. INTRODUÇÃO .....	36
4.3. CÁLCULO DO RETORNO MÉDIO E DO RISCO DE UMA CARTEIRA – MODELO DE SHARPE.....	37
5.3.1. Regressão Linear entre os Retornos de um Ativo e a Carteira M .....	37
4.4. CÁLCULO DA MÉDIA E O DESVIO DE UMA CARTEIRA EM FUNÇÃO DA CARTEIRA DE MERCADO.....	40
4.5. DECOMPOSIÇÃO DO RISCO TOTAL .....	41
4.6. FRONTEIRA EFICIENTE DE INVESTIMENTOS DOS ATIVOS COM RISCO – MODELO DE SHARPE.....	41
4.6.1 Fronteira eficiente – Modelo de Sharpe .....	41
4.6.2. Análise dos valores para cada ativo da carteira.....	43
<b>5. CAPM- CAPITAL ASSET PRICING MODEL.....</b>	<b>46</b>

5.1. INTRODUÇÃO .....	46
5.2. INTRODUÇÃO AO MODELO .....	46
5.3. CONDIÇÕES DE EQUILÍBRIO DE MERCADO – A EQUAÇÃO FUNDAMENTAL DO CAPM.....	48
<b>6. APLICAÇÃO DO MODELO.....</b>	<b>50</b>
6.1. INTRODUÇÃO .....	50
6.2. DIVERSIFICAÇÃO INTERNACIONAL E O RISCO CAMBIAL .....	51
6.3. CRITÉRIOS .....	54
6.4. LIMITAÇÕES E RESTRIÇÕES DO TRABALHO.....	55
<b>7. RESULTADOS .....</b>	<b>56</b>
7.1. RESULTADOS QUANTITATIVOS .....	56
7.2. BACK-TEST .....	59
<b>8. CONCLUSÃO.....</b>	<b>62</b>
<b>9. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>63</b>

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. *Histórico*

Os negócios de governos e empresas estão relacionados à administração de riscos. Aqueles com maior competência obtêm êxito; os outros fracassam. Embora alguns aceitem os riscos financeiros incorridos de forma passiva, outras se esforçam em conseguir alguma vantagem competitiva, expondo-se a riscos de maneira estratégica. Porém, em ambos os casos, esses riscos devem ser monitorados cuidadosamente, visto que podem acarretar grandes perdas.

O que é exatamente risco? Risco pode ser definido como a volatilidade de resultados inesperados, normalmente relacionada ao valor de ativos ou passivos de interesse. As empresas e governos estão expostos a diversos tipos de riscos, que podem ser divididos em risco estratégico e não-estratégico. Os riscos estratégicos são aqueles assumidos voluntariamente, a fim de criar a vantagem competitiva e valorizar a empresa perante seus acionistas. Esse risco está relacionado ao setor da economia em que a empresa atua e inclui inovações tecnológicas, desenho de produtos e marketing. A alavancagem operacional, que relaciona os custos fixos e os custos variáveis, também é, em grande parte, uma variável de escolha. Uma exposição cautelosa e bem pensada a esse tipo de riscos é fator fundamental para o êxito de todas as atividades comerciais. Estas também incluem a exposição a riscos macroeconômicos que resultam de ciclos de negócios ou flutuação de renda e políticas monetárias.

Outros riscos sobre os quais a empresa e os governos não possuem controle podem ser rotulados de riscos não-estratégicos. Estes incluem os riscos fundamentais que resultam de mudanças essenciais no cenário político e econômico. Exemplo disso foi a rápida extinção da ameaça da União Soviética no final da década de 1980, que proporcionou declínio gradual nos gastos com armas, afetando diretamente esse setor industrial. A expropriação e a nacionalização também fazem parte dos riscos fundamentais. Esses riscos são difíceis de hedgear (proteger), a não ser pela diversificação dos negócios entre atividades e países distintos.

Finalmente, os riscos financeiros estão ligados a possíveis perdas nos mercados financeiros. A exposição a riscos financeiros pode ser otimizada cuidadosamente, para

que as empresas possam concentrar-se no que fazem de melhor, isto é, administrar suas exposições a riscos estratégicos.

Diferentemente das indústrias, a função principal das instituições financeiras é gerir riscos financeiros ativamente. O objetivo das instituições financeiras é de assumir, intermediar ou oferecer conselhos sobre riscos financeiros. Essas instituições perceberam que devem medir as fontes de risco com a maior precisão possível no intuito de controlar e precificar corretamente os riscos. A compreensão do risco permite que administradores financeiros planejem as conseqüências de eventos adversos e, ao fazê-lo, estejam mais bem preparados de maneira mais eficiente para fazer face à incerteza inevitável.

### ***1.2.Mudança: A única constante***

O crescimento recente da indústria de gestão de ativos e gestão de riscos pode ser atribuído diretamente ao aumento de volatilidade dos mercados financeiros desde o começo dos anos de 1970. Considerem-se os seguintes fatos:

- Os choques do petróleo, iniciados em 1973, foram acompanhados por alta inflação e enormes oscilações nas taxas de juro;
- Na segunda-feira negra (19 de outubro de 1987), as ações americanas despencaram 23%, fazendo desaparecer uma capitalização de US\$1 trilhão;
- No desastre dos títulos de 1994, o Federal Reserve Bank (FED) dos EUA, depois de manter as taxas de juro baixas por três anos, iniciou uma série de seis aumentos consecutivos, que fez desaparecer um capital global de US\$ 1,5 trilhão;
- A queda nos preços das ações japonesas fez com que o índice Nikkei despencasse de 39.000 pontos, no final de 1989, para 17.000, três anos mais tarde. O total de US\$ 2,7 trilhões em capital foi perdido, causando uma crise financeira sem precedentes no Japão;
- A crise asiática de 1997 reduziu aproximadamente a três quartos a capitalização em dólar das ações da Indonésia, Coréia, Malásia e Tailândia;
- A inadimplência da Rússia em agosto de 1998 foi o gatilho de uma crise financeira global;

- No caso do Brasil, podemos citar duas crises que tiveram grande impacto sobre os investimentos nacionais: a crise da desvalorização cambial em 1999 e a crise de incerteza política que ocorreu em meados de 2002.

A única constante em todos esses fatos é a imprevisibilidade. Os observadores dos mercados ficavam perplexos com a rapidez das mudanças, que muitas vezes geravam perdas financeiras substanciais e que, na ponta contrária, geravam grandes ganhos. A administração de risco e estratégias de alocação de ativos fornece proteção parcial contra essas fontes de risco.

Além dessa volatilidade desenfreada, as empresas tornaram-se, em geral, mais sensíveis às oscilações das variáveis financeiras. Antes da década de 1970, na maior parte das nações industrializadas, os bancos eram rigidamente regulamentados ou operavam confortavelmente em cartéis. Regulamentações como a criação de teto para o rendimento de depósitos remunerados protegeu os banqueiros contra as oscilações da taxa de juro. As indústrias, que atuavam primordialmente nos mercados domésticos, não estavam tão preocupadas com as taxas de câmbio.

A volta à realidade veio com a desregulamentação e a globalização. Os anos de 1970 foram o palco de um movimento mundial de políticas orientadas para o livre mercado e de desregulamentação dos mercados financeiros. A desregulamentação obrigou as instituições financeiras a tornarem-se mais competitivas e claramente conscientes da necessidade de lidar com o risco financeiro. A globalização forçou, ainda, as empresas a reconhecer a verdadeira natureza global da competição. Neste processo, as companhias ficaram expostas a maior variedade de riscos financeiros. Isso nos leva à questão da origem desses riscos. Os riscos originam-se de várias fontes. Podem ser criados pelos seres humanos, como por exemplo, os ciclos de negócios, a inflação, as mudanças das políticas do governo e as guerras. O risco também de fenômenos naturais imprevisíveis, tais como o clima e os terremotos, ou resulta das principais fontes de crescimento econômico de longo prazo. É o caso das inovações tecnológicas que podem tornar a tecnologia existente obsoleta e criar deslocamentos de emprego. Portanto, o risco e a vontade de assumi-lo são essenciais para o crescimento da economia.

Grande parte das indústrias financeiras e de seguros tem-se dedicados à criação de mercados para compartilhar esses riscos. Em um nível mais primário, a

acumulação de ativos ou poupança provê um colchão de contra o risco de renda. A introdução de empréstimos para pessoa física, inicialmente registrados na Grécia antiga, facilita o alisamento do consumo. Contratos de seguro, que remontam ao sistema de seguro contra roubo das caravanas da Babilônia, utilizam princípios de diversificação para proteção contra acidentes e outros desastres. Mesmo as empresas de capital aberto podem ser vistas como um arranjo que permite aos investidores diminuir o risco de controle de uma companhia ao reparti-lo com o mercado.

Todavia, os mercados financeiros não conseguem se proteger de todos os riscos. Extensos riscos macroeconômicos que criam flutuações nos níveis de renda e emprego são difíceis de hedgear. É por isso que os governos criaram “redes de segurança social” que o setor privado não pode prover. Nesse sentido, o estado de bem-estar social pode ser visto como uma instituição que permite compartilhar riscos.

Infelizmente, os governos podem também contribuir para o risco. Por exemplo, a crise asiática de 1997 foi amplamente atribuída a políticas econômicas insustentáveis, que causaram inúmeros estragos, e a um mercado financeiro frágil. Periodicamente, as interferências do governo no setor bancário parecem levar a sistemáticas alocações ineficientes de crédito que, em última instância, resultam em crises bancárias. Os países que fixam sua taxa de câmbio em níveis irrealistas criam desequilíbrios sérios em suas economias. A aparente estabilidade incentiva as instituições a se endividarem em moeda estrangeira, permitindo que uma simples desvalorização gere um desastre. Isso explica por que grandes economias estão deixando suas moedas flutuarem livremente ou caminhando para total integração monetária, na forma de dolarização ou de união monetária, como na Europa.

## 2. O RISCO SOBERANO

### *2.1. Definição e nomenclatura das classificações soberanas*

Transações financeiras são intrinsecamente marcadas por assimetrias de informação entre aplicadores e tomadores de recursos. Estes têm necessariamente um maior conhecimento sobre sua própria capacidade de pagamento e sua disposição a pagar do que aqueles que lhes repassam recursos. Portanto, do ponto de vista dos credores, a presença de tal assimetria afetará os prêmios pelos riscos de crédito exigidos em qualquer operação de crédito e aquisição de títulos financeiros.

As transações financeiras só se desenvolvem quando se fazem possíveis meios para atenuar o peso negativo das assimetrias de informação: coleta e processamento de informações antes das operações; firmação de contratos e monitoramento de sua execução de modo a controlar o uso dos recursos após o repasse; estabelecimento de garantias de modo a minimizar as perdas em caso de inadimplência ou falência do devedor e, assim, elevar a disposição a pagar por parte desse devedor etc. Contudo, tais mecanismos operam com custos e nem sempre com eficácia suficiente para contornar o problema.

Quando não há instrumentos legais-judiciários ou institucionais que sustentem o cumprimento de contratos e o exercício de garantias, a assimetria de informações e os prêmios cobrados como compensação pelos riscos de crédito encarecem e, no limite, inviabilizam a existência de transações financeiras. Por seu turno, as agências ou instituições – privadas e públicas – de classificação (*rating*) de riscos de crédito se inserem na coleta e processamento de informações antes das operações. Quer como centro gerador de informações para uso exclusivo, dentro de um grupo econômico, ou como fornecedores de serviços para clientes, tais unidades desenvolvem competências específicas e se beneficiam de economias de escala e escopo nas atividades de análise e classificação de riscos de crédito, o que as justifica e viabiliza economicamente<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Um erro freqüente, entre leigos, é confundir a atuação de tais agências e seus *ratings* com recomendações de compra/venda de títulos, por parte de instituições financeiras a seus clientes, concernentes a ajustes de carteiras usadas como *benchmarks*.



A rigor, a presença de agências supridoras de *ratings*, como mercadoria, constitui elemento necessário para que a oferta de recursos financeiros, em qualquer economia, não fique restrita a bancos, instituições com competência particular na coleta e processamento de informações sobre a qualidade de seus clientes, por conta da proximidade com estes que é intrínseca a suas operações. Dado o caráter distanciado e impessoal das relações entre aplicadores e captadores que diferencia os mercados de capitais – ações e títulos de crédito negociáveis em mercados secundários – das operações bancárias, o desenvolvimento de tais mercados supõe a disponibilidade dos serviços de *rating*<sup>2</sup>.

Neste contexto, um risco em particular é o risco soberano, ou seja, o risco de crédito associado a operações de crédito concedido a Estados soberanos. O exercício de garantias e o monitoramento e cumprimento de contratos adquirem, evidentemente, características distintas daquelas presentes nos casos de crédito para agentes privados ou mesmo de setores públicos infra-nacionais e não-soberanos. Além disso, os determinantes da capacidade de pagamento e da disposição a pagar são de outra natureza, reportando-se a variáveis macroeconômicas como reservas de divisas e fluxos no balanço de pagamentos, crescimento econômico e capacidade de arrecadação tributária, fatores políticos etc. As principais agências públicas e privadas internacionais de classificação de riscos de crédito – neste segundo caso, Moody's, Standard & Poor's (S&P) e Fitch – procedem regularmente ao *rating* de riscos soberanos, ainda que, no caso das agências privadas, não seja esta sua atividade econômica central.

Agências classificam tanto um devedor, quanto uma emissão específica. Algumas vezes, caso haja garantias ou cláusulas contratuais que tornem mais seguro um determinado título do que a garantia dada pelo patrimônio geral do emissor, a classificação do título pode superar a classificação do emissor<sup>3</sup>.

Em relação à moeda de denominação da dívida, as classificações podem ser relativas a obrigações em moeda nacional ou estrangeira. Quanto ao prazo, as

---

<sup>2</sup> Num extremo, quando a superação das assimetrias de informação se revela de alto custo ou difícil, não existe nem o crédito bancário e as operações de crédito se limitam ao âmbito da “vizinhança” (parentesco ou proximidade pessoal, informalidade etc.). Isto pode ocorrer com parcelas da economia (população pobre, microempresas etc.) ou até com economias inteiras.

<sup>3</sup> Esse foi o caso de uma emissão de US\$ 250 milhões da Aracruz, realizada em 2002, que recebeu uma classificação “AAA” pela Fitch, a melhor possível, enquanto a classificação da própria empresa era “B”, uma das mais baixas. A emissão de 2002 teve garantia incondicional de uma empresa estrangeira (Agência Estado, 7.08.2003). Para maiores detalhes sobre essa operação ver Fitch, 2003d.

classificações podem ser divididas em obrigações de longo-prazo e de curto-prazo, com estas designando os títulos que vencem em menos de um ano.

Como nos demais casos, no risco-soberano as agências buscam avaliar a capacidade e a disposição de um governo servir integralmente a sua dívida nos prazos e condições acordados com os credores quando da contratação do empréstimo. O resultado desta avaliação é sintetizado em classificações, que são estimativas da probabilidade de um dado governo entrar em moratória, o que significa não apenas a suspensão do pagamento dos juros ou principal da dívida na data de seu vencimento, mas também sua troca ou reestruturação “involuntária”. Dada a subjetividade do termo “involuntária”, é difícil defini-lo precisamente, com as operações sendo avaliadas caso a caso. O principal fator considerado é a presença ou não de alguma redução substancial do valor presente do título após a operação de troca ou reestruturação<sup>4</sup>.

É importante notar que as classificações soberanas referem-se somente a capacidade e disposição do governo central honrar suas dívidas com credores privados. São, portanto, uma estimativa do risco-soberano e não se referem aos créditos bilaterais e de instituições multilaterais como o Banco Mundial e o FMI (Bhatia, 2002) ou diretamente à probabilidade de inadimplência dos governos subnacionais, empresas estatais ou privadas.

Dependendo da agência, as classificações podem também incorporar a expectativa de recuperação do principal. As classificações da Moody's são indicadores da perda esperada, que é uma função da probabilidade de moratória e da expectativa de perda monetária em caso de inadimplemento (Moody's, 1999 e Bhatia, 2002). Já a Fitch avalia apenas a probabilidade de moratória até sua ocorrência, a partir de então diferenciando suas avaliações com base na perspectiva de recuperação do principal (Fitch, 1998 e Bhatia, 2002). No caso da S&P, as classificações buscam refletir simplesmente a probabilidade de moratória e não se referem a sua gravidade, o período

---

<sup>4</sup> Entretanto, mesmo que ocorra ganho em termos de valor presente, pode haver casos em que os credores são

compelidos a participar da operação, devido a, por exemplo, uma sinalização tácita ou explícita do governo de que a opção à troca é a suspensão do serviço da dívida. A título de ilustração, as três agências não consideraram involuntárias as trocas ou reestruturações de dívida efetuadas pelos governos da Argentina, entre maio e junho de 2001, Venezuela, em 2002 e 2003, Turquia, em junho de 2002, e Rússia, em 1998. Já as trocas realizadas pelos governos do Uruguai, em maio de 2003, e da Argentina, em novembro de 2001 foram consideradas involuntárias. Para maiores detalhes sobre a definição de moratória ver Bhatia (2002), Moody's (2003a), Standard and Poor's (1999) e Fitch (2003a).

em que o governo permanecerá em moratória, os termos de uma possível renegociação da dívida e o valor esperado de recuperação do principal (Bhatia, 2002).

Cada agência possui uma taxonomia própria de classificação, o que dificulta sua interpretação e comparação. De uma maneira geral, as classificações são variações da escala A, B, C, D. Na escala da S&P e da Fitch, a melhor classificação é “AAA” e a pior “D”. Já na escala da Moody’s, a melhor classificação é “Aaa” e a pior “C”. Quanto pior a classificação, maior é a probabilidade de moratória e vice-versa. Os governos classificados acima de “BBB-” ou “Baa3” são chamados de “grau de investimento”, enquanto os classificados abaixo são chamados de “grau de especulação”<sup>5</sup>.

Para diferenciar governos em uma mesma categoria, a S&P e a Fitch adotam sinais aritméticos (+ e -) e a Moody’s números (1, 2 e 3). As categorias mais elevadas (AAA e Aaa) e as mais baixas (CC, Ca, ou abaixo), não possuem tais símbolos de diferenciação.

Um procedimento freqüente, para tornar comparáveis os *ratings*, é adotar alguma transposição, linear ou não-linear, das escalas de classificação de risco para um escala numérica. A Tabela I, adiante, reproduz a transposição proposta por Bathia (2002).

Para cada governo avaliado, as agências divulgam sua opinião sobre a direção provável da classificação de risco no médio prazo (um a três anos). Esse indicador é chamado de perspectiva (*outlook*), que pode ser positiva, negativa, estável e em desenvolvimento<sup>6</sup>. Quando surge uma possibilidade de mudança na classificação de um soberano, as agências podem colocá-lo em uma listagem à parte. A Moody’s a chama de “lista de aviso” (*Watchlist*) e fornece a possível direção da classificação nos próximos 90 dias: em revisão para elevação (*upgrade*), em revisão para rebaixamento (*downgrade*), ou indefinido<sup>7</sup>. A listagem da Fitch é chamada de “alerta de classificação”

---

<sup>5</sup> As agências disponibilizam as definições das classificações em seus sítios em português na internet. Moody’s: [www.moodys.com.br](http://www.moodys.com.br); Standard and Poor’s: [www.standardandpoors.com.br](http://www.standardandpoors.com.br); Fitch: [www.fitchratings.com.br](http://www.fitchratings.com.br).

<sup>6</sup> Esta perspectiva é raramente dada e significa que a modificação da classificação está sujeita a ocorrência ou não de determinado fato. Em maio, na lista de classificação da Moody’s, por exemplo, apenas a Venezuela possuía uma perspectiva em desenvolvimento.

<sup>7</sup> Historicamente, cerca de 70% de todas as classificações corporativas foram modificadas para a mesma direção indicada na “lista de aviso” (Moody’s 2002b).

(*RatingAlert*) e a da S&P de “aviso de crédito” (*CreditWatch*), de caráter positivo, negativo ou indefinido.

**Tabela I: Escala de Classificação de Risco**

S&P	Fitch	Moody's	Escala Numérica
<i>Grau de Investimento</i>			
AAA	AAA	Aaa	1
AA+	AA+	Aa1	2
AA	AA	Aa2	3
AA-	AA-	Aa3	4
A+	A+	A1	5
A	A	A2	6
A-	A-	A3	7
BBB+	BBB+	Baa1	8
BBB	BBB	Baa2	9
BBB-	BBB-	Baa3	10
<i>Grau de Especulação</i>			
BB+	BB+	Ba1	11
BB	BB	Ba2	12
BB-	BB-	Ba3	13
B+	B+	B1	14
B	B	B2	15
B-	B-	B3	16
CCC+	CCC+	Caa1	17
CCC	CCC	Caa2	18
CCC-	CCC-	Caa3	19
CC	CC	--	20
C	C	--	21
SD <sup>1</sup>	DDD <sup>3</sup>	Ca <sup>4</sup>	22
D <sup>2</sup>	DD	C	23
--	D	--	24

Fontes: Bathia (2002), Moodys, Standard and Poor's e Fitch.

1. Moratória parcial.

2. Moratória.

3. Moratória. As classificações de obrigações nesta categoria são baseadas na possibilidade de recuperação parcial ou total do empréstimo. Uma vez que a expectativa de recuperação dos montantes são estritamente especulativos e não podem ser estimados com precisão, as seguintes estimativas servem como diretriz: a classificação "DDD" representa o maior potencial de recuperação dos montantes investidos em títulos inadimplentes, de 90% a 100% do principal e juros; o "DD" indica que a probabilidade de recuperação é entre 50% e 90%; e o "D" a menor possibilidade de recuperação, por exemplo, inferior a 50%.

4. Os soberanos classificados como Ca e C geralmente encontram-se em moratória, oferecem pouca segurança financeira e a probabilidade de recuperação integral do principal por parte dos investidores é muito baixa.

(--) Não aplicável.

As classificações de risco são indicadores simples e públicos (as agências disponibilizam suas listagens regularmente em seu sítios da internet), que reduzem as incertezas com relação ao risco dos títulos governamentais. Para os agentes econômicos que usam tais *ratings* como substitutos de esforços próprios de coleta e processamento de informações sobre os riscos soberanos, as classificações viabilizam operações com

títulos soberanos, principalmente no caso de países emergentes que, na ausência das classificações, teriam acesso mais limitado a recursos externos e a custos maiores (Cantor e Parker, 1995). Títulos de governos classificados são preferíveis aos de governos não classificados e as classificações são parâmetros amplamente utilizados por investidores para determinar preços e tomar decisões de compra e venda de títulos da dívida externa pública.

Grandes investidores institucionais, como os fundos de pensão, possuem regras de gestão interna ou seguem determinações de órgãos reguladores que limitam a detenção de ativos classificados como “grau de especulação” (FMI, 1999). Outros montam suas carteiras de investimento com base nas classificações e em sua particular propensão ao risco. Bancos e outras instituições financeiras, seguindo regras próprias ou da legislação financeira de seu país, usam as classificações para determinar provisões e requisitos de capital (Canuto, 2002) (Canuto e Lima, 2002) <sup>8</sup>.

O uso bastante difundido das classificações para administrar a exposição a riscos demonstra que os investidores as consideram indicadores adequados da probabilidade de moratória. A tabela II mostra as Taxas Acumuladas de Inadimplência (TI) de soberanos e empresas em períodos de 1, 5 e 10 anos por classificação, segundo a Moody's. Cada TI responde ao seguinte tipo de pergunta: em média, qual percentagem de empresas ou soberanos classificados como B entraram em inadimplência passados até 5 anos? Na tabela abaixo, verifica-se que isto ocorreu com 22,2% dos soberanos e 33,2% das empresas. Para um número suficientemente grande de observações, a TI tende a tornar-se uma estimativa da Probabilidade de Inadimplência (PI), dada a classe de risco.

A julgar pela tabela II, a relação entre TIs e classes de *rating* é consistente<sup>9</sup>. A frequência de inadimplência (*default*) nas categorias com “grau de especulação” é maior do que nas classes com “grau de investimento”. Aquela frequência aumenta na medida em que a classificação piora e em que o tempo considerado é maior.

---

<sup>8</sup> A respeito do papel das classificações nos mercados de capitais ver também Moody's (1997).

<sup>9</sup> Com uma ressalva para a TI das classificações soberanas Caa, Ca e C para o período de um ano, que é zero, quando se esperaria que fosse superior à da classe B. O tamanho relativamente pequeno da amostra de soberanos pode ser uma explicação para o surgimento deste problema. Enquanto o cálculo das TIs das empresas inclui milhares de observações e dezenas de episódios de moratória, a amostra de soberanos inclui apenas 88 observações, com 8 casos de moratória. As agências esperam que, com a passagem do tempo, as TIs de soberanos e empresas converjam para valores mais próximos.

As classificações não buscam prever a suspensão de pagamentos. São indicadores de risco relativo. Por exemplo, o fato de uma empresa ser classificada como Aa não significa que esta necessariamente permanecerá adimplente, mas apenas que isto tende a acontecer mais frequentemente ao longo do tempo do que no caso das empresas de classificações inferiores. As taxas de inadimplência são sensíveis à conjuntura do período em que são calculadas, variando consideravelmente em função de ciclos econômicos mundiais e domésticos (Moody's, 1997).

As agências e suas classificações são hoje um componente importante da dinâmica dos mercados financeiros internacionais. Até os anos 80, o principal fornecedor de crédito externo aos governos era um grupo restrito de grandes bancos internacionais. Hoje, com o uso dos bônus e títulos como principais instrumentos de captação, em substituição aos empréstimos sindicalizados, o conjunto de credores é maior, mais difuso e heterogêneo<sup>10</sup>. A profusão de países que recorrem ao mercado internacional de crédito regularmente, os problemas associados à dificuldade de comparação de dados macroeconômicos, bem como a complexidade e diversidade das economias desses países, tornam a tarefa de avaliação de risco-soberano demasiadamente dispendiosa individualmente para a grande maioria dos investidores.

Durante a crise asiática surgiram diversas críticas às agências (Reinhart, 2002) (Sy, 2003). Entre elas a principal foi a de que a classificação de Tailândia, Coréia e Indonésia como “grau de investimento” no início de 1997 não refletia adequadamente o risco de deter títulos da dívida externa dos governos desses países. Por outro lado, no caso dos três países mencionados, nenhum suspendeu o serviço dos seus títulos soberanos, apesar da gravidade das crises<sup>11</sup>. Segundo as agências, as classificações não têm como objetivo indicar quando uma moratória ocorrerá ou se o soberano enfrentará uma crise de balanço de pagamentos. Espera-se que os soberanos com “grau de investimento” enfrentem menos crises e tenham maior capacidade para administrá-las do que os soberanos da categoria “grau de especulação”.

---

<sup>10</sup> Por exemplo, 43,5% dos títulos da dívida externa do governo argentino pertencem a indivíduos e o restante a investidores institucionais. Estes títulos estão denominados em 7 moedas diferentes e sujeitos a 8 jurisdições distintas (EIU, 2003).

<sup>11</sup> Contudo, posteriormente suspenderam o pagamento de outros passivos classificados pelas agências: depósitos bancários, no caso da Coréia em 1998, e empréstimos bancários privados, no caso da Indonésia em 1999 e 2001 (Moody's, 2003a).

No entanto, como as crises de balanço de pagamentos influenciam a capacidade de pagar títulos soberanos, as classificações de então dos países asiáticos deveriam estar refletindo adequadamente também esse risco<sup>12</sup>. Com efeito, os eventos de moratória da dívida externa dos governos centrais têm sido frequentemente, embora nem sempre, acompanhados de crise no balanço de pagamentos, desvalorização cambial expressiva, recessão na economia doméstica e restrições à saída de capitais. Afinal, as economias emergentes se caracterizam por ser absorvedoras líquidas de capital externo, num contexto de alta mobilidade de capital e de dominância dos movimentos nas contas de capitais sobre as contas-correntes do balanço de pagamentos. Portanto, o natural é que as crises das economias emergentes em geral se manifestem como “crises gêmeas”, combinando, de um lado, fuga de capitais e problemas cambiais com, de outro, alguma(s) instância(s) doméstica(s) às voltas com posições patrimoniais fragilizadas pela súbita secura nas fontes externas de sua sustentação. No caso da Ásia, em 1997-98, o lado fragilizado foi o sistema bancário e corporativo doméstico, ao passo que, na América Latina, o caso típico foi o de fragilidade no financiamento do setor público (Canuto, 2001).

Ainda em sua própria defesa, as agências argumentam que diversas informações importantes para avaliar a capacidade de pagamento dos países asiáticos não estavam disponíveis antes da crise. Especificamente, os dados oficiais disponíveis subestimavam a relação entre créditos inadimplentes e créditos totais do setor bancário, o nível negativo das reservas internacionais líquidas do Banco Central da Coreia, o estoque da dívida denominada em moeda estrangeira do setor privado da Indonésia e a dimensão das operações no mercado futuro de câmbio do Banco Central da Tailândia. Após a crise asiática, as agências passaram a dar maior atenção para passivos externos do setor privado financeiro, principalmente os de curto prazo, bem como para a possibilidade de que esses passivos se transformem em passivos públicos após uma crise. Também passaram a avaliar mais cuidadosamente os passivos contingentes do

---

<sup>12</sup> Para uma discussão sobre o desempenho das agências durante as crises financeiras dos mercados emergentes nos anos 90, ver FMI (1999). Sy (2003), avaliando o período de 1994 a 2002, conclui que as classificações soberanas não antecipam crises cambiais, sendo normalmente ajustadas após o desencadeamento da crise. Também não foi encontrada uma relação estreita entre crises cambiais e a probabilidade de moratória soberana. Entretanto, as classificações soberanas e mudanças nas mesmas ajudam a prever crises de dívida externa, definidas como a elevação para acima de 10 pontos percentuais (ou, 1.000 pontos base) da diferença entre os rendimentos dos títulos soberanos denominados em dólares e os títulos do tesouro norte-americanos de características semelhantes (*spread*).

setor público (conforme veremos adiante, quando a metodologia de avaliação de risco será discutida em maiores detalhes).

Não obstante às críticas e limitações da avaliação de risco soberano, as classificações têm crescido em importância. O seu uso como parâmetro de regulação financeira é bastante difundido nos EUA e vem se expandindo tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento. No Comitê para Revisão do Acordo da Basileia discute-se a possibilidade do uso das classificações como referência para estabelecer os requerimentos mínimos de capital ponderados pelo risco, para créditos a soberanos. Atualmente, os pesos são determinados da seguinte maneira: se um país é membro da OCDE o peso de risco auferido é zero; caso contrário o peso é 100. Pela proposta em discussão, esses pesos variariam de acordo com a classificação de risco dada ao país pelas agências internacionais e pelas agências de seguro de crédito à exportação dos países desenvolvidos que formam o chamado G-10<sup>13</sup>.

## ***2.2. Risco-soberano, Risco-país e Prêmios de risco***

Risco-soberano e risco-país, embora fortemente relacionados, dizem respeito a objetos distintos. O risco-país é um conceito mais abrangente que se reporta, para além do risco soberano, ao risco de inadimplência dos demais credores residentes em um país associado a fatores que podem estar sob o controle do governo, mas não estão sob o controle das empresas privadas ou dos indivíduos (Claessens e Embrechts, 2002). Este é o caso, por exemplo, de empresas privadas que detêm capacidade e disposição de realizar compromissos com credores externos, mas se defrontam com riscos de conversibilidade ou transferência de divisas decorrentes da possibilidade de controles de capitais serem subitamente estabelecidos pelo Estado soberano.

O risco-país diz respeito a todos os ativos financeiros do país, impondo-lhes uma carga compensatória de prêmio no retorno por eles oferecido. Evidentemente, os dois riscos guardam relação de parentesco, já que uma moratória na dívida soberana tende a exercer impacto negativo sobre os demais fluxos de capital para o país, afetando também dívidas externas privadas. No sentido inverso, sem disponibilidade de divisas o Estado soberano torna-se incapaz de cumprir seus compromissos devidos em moeda

---

<sup>13</sup> Para maiores informações sobre o uso de classificações em processos regulatórios e sobre as propostas de revisão do acordo da Basileia, ver FMI (1999) e Canuto e Lima (2002).



estrangeira. Ainda assim, vale guardar as diferenças: na Ásia, conforme observamos, a crise gêmea no mercado cambial e nas finanças privadas domésticas ocorreu sem riscos equivalentes na área de suas dívidas soberanas, enquanto na Rússia, como exemplo contrário, a crise na dívida pública não impediu a continuidade de alguns pagamentos privados ao exterior.

Com efeito, em contraste com a década de 80, a prática que tem atualmente prevalecido entre os governos durante crises de balanço de pagamentos, ainda que nem sempre bem sucedida, é tentar evitar uma moratória generalizada. Isto pode ser justificado pelo aprofundamento da integração econômica e financeira da década de 90, que fez com que o papel do setor externo crescesse substancialmente, sobretudo nos mercados emergentes.

Muitas empresas desses países utilizam extensivamente o mercado externo para se financiar e o investimento direto estrangeiro é um fator importante para o seu crescimento econômico. Controles cambiais extensivos podem gerar dificuldades duradouras para a captação de recursos no exterior pelas empresas e redução nos fluxos de investimento direto estrangeiro, causando danos importantes à economia do país (Claessens e Embrechts, 2002).

Como regra geral, a classificação soberana é um teto para os demais credores de um país, mas o teto pode ser ultrapassado em situações especiais, quando as agências entendem que determinados devedores estão menos vulneráveis ao risco de transferência. Por exemplo, a partir de junho de 2001, a Moody's flexibilizou sua política de teto soberano, tendo em vista os episódios recentes de moratória da dívida externa do Paquistão, Equador, Rússia e Ucrânia, quando os governos permitiram pagamentos em moeda estrangeira de algumas classes privilegiadas de devedores. Estes foram tipicamente companhias grandes e importantes que se financiavam extensivamente nos mercados internacionais e cujo cumprimento de obrigações, caso impedido, poderia agravar ainda mais a situação econômica desses países (Moody's, 2001).

Segundo a agência, são cinco os fatores avaliados que poderão levar a classificação de uma empresa para além do teto soberano: i) a probabilidade de moratória generalizada no caso de inadimplência do governo central; ii) valor da dívida, levando-se em conta as garantias; iii) condições de acesso a divisas através da exportação regular e em larga escala, ativos no exterior, proprietário estrangeiro ou

outras fontes de apoio externo; iv) integração com as redes de produção global e de suprimento; e v) importância para a economia nacional e para os mercados de capitais internacionais.

Os *ratings* soberanos e de risco-país aplicados aos demais títulos de um país importam porque, além de determinarem a extensão da clientela possível para sua compra, afetam diretamente os preços dos ativos. O rendimento diferencial dos ativos com riscos em relação aos ativos considerados sem riscos é determinado pelas condições gerais de liquidez, pelo grau de aversão a riscos por parte dos aplicadores de recursos e o risco particular que estes atribuem a cada ativo. A assimetria de informações, quando não atenuada, intensifica a aversão a riscos. Quando os *ratings* das agências são usados como referência para aproximação ao risco de crédito, tendem a refletir-se nos preços dos ativos e nos prêmios cobrados pelos riscos.

O indicador de mercado mais difundido no que diz respeito a prêmios de risco em títulos de economias emergentes é o EMBI+ do J.P.Morgan<sup>14</sup>. Este índice é composto por uma cesta de títulos denominados em moeda estrangeira emitidos pelos governos centrais de diversos países emergentes e que são negociados em mercados secundários<sup>15</sup>. O EMBI+ é composto principalmente por títulos da dívida externa (*Bradies* e Eurobônus), mas pode também incluir empréstimos negociados (*traded loans*) e títulos domésticos denominados em moeda estrangeira<sup>16</sup>.

O J.P.Morgan divulga os níveis do índice e as margens soberanas (*sovereign spreads*). O índice representa uma média ponderada, pelo volume negociado no mercado secundário, dos preços dos papéis que compõem a cesta; a margem soberana é dada pela diferença entre os rendimentos dos títulos governamentais e os títulos do Tesouro dos EUA com características semelhantes, considerados de risco zero (Aaa/AAA, na classificação das agências). O EMBI+ pode ser decomposto em sub-

---

<sup>14</sup> *Emerging Markets Bond Index Plus* (Índice dos Bônus dos Mercados Emergentes Mais).

<sup>15</sup> Em setembro de 2003, faziam parte do EMBI+: Argentina, Brasil, México, Rússia, Venezuela, Turquia, Filipinas, Colômbia, Malásia, Bulgária, Peru, África do Sul, Panamá, Equador, Polônia, Marrocos, Ucrânia, Egito e Nigéria. Para maiores detalhes sobre a metodologia de compilação do índice, ver J.P.Morgan (1995).

<sup>16</sup> Em 30 de agosto, o EMBI+ era composto por 28,5% de *Bradies*, 70,8% de Eurobônus e 0,7% de empréstimos negociáveis, segundo o valor de mercado. Os critérios para que um título da dívida faça parte do EMBI+ são: um valor mínimo a vencer de US\$ 500 milhões; classificação igual ou inferior a BBB+ (S&P) e Baa1 (Moody's); mais de um ano para o vencimento; e a possibilidade de ser compensado internacionalmente, por meio de sistemas como o Euroclear.

índices, um para cada país. A margem soberana desses sub-índices é usualmente referida como “risco-país”.

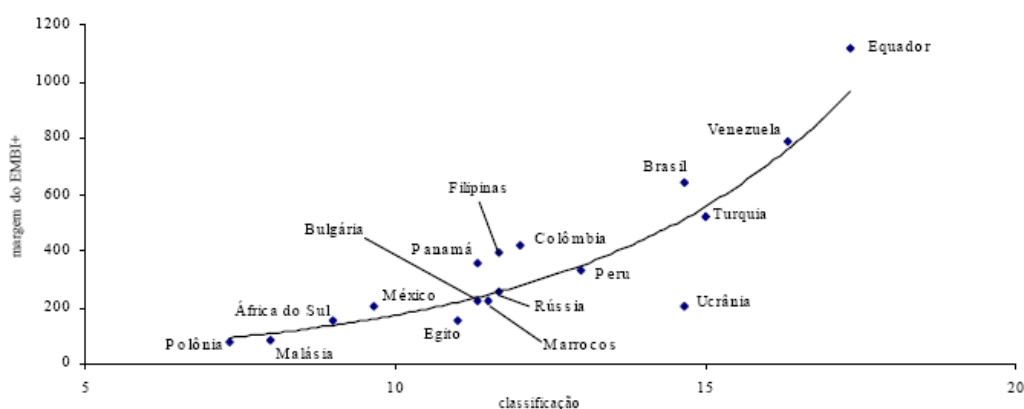
A remuneração adicional em relação aos títulos do governo dos EUA é dada para compensar o maior risco dos títulos da dívida pública de países emergentes. Quanto maior a margem, maior é a probabilidade de inadimplência inferida pelos investidores. Como no cálculo da margem soberana são considerados apenas títulos emitidos pelos governos centrais, corresponde a um indicador de risco-soberano, sendo algo imprecisa sua denominação como “risco-país”.

Tendo em vista que a margem do EMBI+ e as classificações das agências são indicadores de risco-soberano, espera-se alguma relação direta entre ambos. O gráfico 1 mostra esses dois indicadores para os países que compõem o EMBI+, exceto Nigéria e Argentina. Observa-se que há de fato uma relação direta, mas imperfeita, entre a margem do EMBI+ e os *ratings*.

Uma notável exceção é a Ucrânia que possui a mesma classificação média do Brasil, mas a margem soberana era três vezes menor em 19 de setembro de 2003.

Não obstante, de um modo geral, os governos em “grau de especulação” enfrentam um custo mais elevado de captação de recursos no mercado internacional em relação aos “grau de investimento”. Isto tem reflexos diretos sobre o custo de financiamento externo do setor privado, pois a margem, bem como a classificação soberana, são parâmetros importantes na determinação dos custos das captações externas dos residentes de um país.

**Gráfico I: Margem do EMBI+ e Classificação de Risco**  
(19 de setembro de 2003)



Fontes: J.P. Morgan, Moody's, S&P e Fitch.

Notas: 1. Média das classificações segundo a escala numérica descrita na tabela I

2. Classificação acima de 10 grau de especulação; abaixo grau de investimento.

3. O Marrocos não é classificado pela Fitch.

Uma das razões para eventuais desacordos entre as avaliações de risco do mercado e das agências é que a margem é extraída dos preços de ativos, sujeitos a forças de oferta e demanda que são, por sua vez, influenciadas por diversos fatores que vão além das variações na percepção de riscos. Conforme observamos, influenciam nesse contexto as alterações de humor quanto à confiança dos aplicadores na qualidade de informações e nos parâmetros mais gerais de cálculo, o estado de sua aversão a riscos, a liquidez colocada pelas políticas monetárias de economias desenvolvidas e outros fatores de curto prazo<sup>17</sup>. Em contraste com a perspectiva mais estável e de maior alcance temporal buscada nos *ratings*, os índices de preços de mercado são sensíveis a eventos conjunturais, de curto prazo, o que lhes leva a flutuações gerais ou específicas a países.

Contudo, salvo por discrepâncias em períodos curtos, os estudos existentes apontam para uma relativa convergência entre índices de prêmios de riscos nos mercados e os *ratings* das agências, quando são tomadas como referência as médias de períodos longos. Variações de caráter geral, como, por exemplo, um aumento generalizado da aversão a riscos, queda na confiança ou redução na liquidez disponível, tendem a deslocar para cima e a tornar mais íngreme a Curva do Gráfico 1, sem, porém, subverter a escala crescente de prêmios conforme os *ratings*.

No longo prazo, a volatilidade exibida pelos prêmios de risco das economias com “grau especulativo” revela-se maior do que a equivalente nos casos de “grau de investimento”, algo que acaba acentuando o caráter íngreme da curva. As economias na ponta mais especulativa apresentam maior sensibilidade, por exemplo, em relação às mudanças nas taxas de juros das economias desenvolvidas.

É freqüente a manifestação de dúvidas quanto à natureza da correlação e da direção da causalidade entre classes de risco e prêmios de risco no mercado. Os *ratings* balizam e estabilizam a direção tomada pelos mercados voláteis ou os primeiros seguem tendências que venham a ser sistematicamente mostradas pelo segundo, com as mudanças nas classificações vindo a reboque da mudança na percepção de risco pelo mercado? Os mercados se movem mais rapidamente e, quando exibem um curso sustentado em certa direção, no caso de um ativo em

---

<sup>17</sup> Este problema se acentua para ativos mais líquidos, como é o caso dos C-Bonds brasileiros. Sua elevada liquidez, além da classificação em “grau de especulação” do governo brasileiro, tornam-lhes, por exemplo, candidatos naturais à venda em momentos de instabilidade nos mercados de títulos de emergentes (Canuto, 2002).

particular, tal direção vê-se freqüentemente acentuada por conta de anúncios de alterações no *rating* do ativo, sugerindo forte pró-ciclicidade resultante do trabalho das agências.

Um estudo realizado pela Secretaria de Assuntos Internacionais do Ministério da Fazenda para Brasil, México e Argentina, cobrindo o período de 1994 a janeiro de 2001, concluiu que, na maioria dos períodos de flutuação, as agências de classificação de risco mantiveram-se independentes em relação às oscilações da margem soberana. Há casos em que as agências seguem o mercado, casos em que as agências não o seguem e, ainda, outros onde ambos são surpreendidos com a súbita mudança na situação econômica e financeira de um país (SAIN, 2001). Reisen e von Maltzan (1999, citado em FMI, 1999) realizaram um estudo empírico, para 29 países no período de 1989 a 1997, que buscava verificar a existência de causalidade entre variações na margem soberana e variações nas classificações. Os autores concluíram que as margens soberanas precedem temporalmente as classificações no sentido de Granger e vice-versa. Em outras palavras, tanto as classificações podem ser vistas seguindo o mercado quanto o mercado pode ser tomado como seguidor das classificações.

A conclusão desses estudos reflete a prática das agências – descrita no próximo item – e dos investidores. Conforme vimos anteriormente, os investidores tomam decisões de compra e venda com base nas classificações, devido a regras de auto-regulação ou governamentais. Portanto, é natural que, uma vez elevada ou rebaixada a classificação de um soberano, o preço de seus títulos varie na mesma direção, em função do aumento ou diminuição da oferta desses papéis.

Também veremos no próximo item que, em situações normais, a percepção de risco de mercado, conforme refletida nas margens soberanas, não faz parte do processo de avaliação de risco. No entanto, em momentos de instabilidade, as agências a incorporam em sua análise. A razão para tanto é que uma elevação significativa da margem pode, por si só, deflagrar a suspensão do serviço da dívida pela restrição que cria de acesso ao mercado financeiro. As classificações, a princípio, devem ser estáveis, baseando-se nos fundamentos de médio e longo-prazos do credor. Os investidores esperam que essas características sejam preservadas e argumentam que o uso de um indicador volátil como a margem soberana pode reduzir a estabilidade das classificações. Por outro lado, a decisão de uma redução na classificação pode, de fato,

ter um efeito pró-cíclico durante crises de confiança, contribuindo para agravá-las (Moody's, 2002a).

Uma hipótese a ser considerada, adicionalmente, é a de existirem fatores comuns subjacentes a ambos os *ratings* e as tendências nos prêmios de risco nos mercados, com a aparente pró-ciclicidade dos anteriores manifestando apenas o caráter mais lento de seus reflexos, em comparação com o imediatismo dos prêmios de risco no mercado. Neste sentido, mesmo quando o movimento de mercado é introjetado nas decisões das agências e os *ratings* acentuam as direções de mercado, o balizamento em última instância de ambos estaria nesse terceiro conjunto de fatores.

A hipótese de um *tertius*, ou seja, da existência de determinantes que antecedem e explicam o co-movimento de *ratings* e prêmios, será visitada no item 4. O próximo item abordará os processos de classificação adotados pelas agências. Notar-se-á, então, a consideração de certo conjunto básico de variáveis macroeconômicas, ao qual nos reportaremos no quarto item.

### **2. 3. O Processo de Classificação de Risco-soberano**

A avaliação de risco-soberano deve julgar não apenas a capacidade de pagar dos governos, mas principalmente sua disposição a pagar<sup>18</sup>. Isso inevitavelmente introduz certo grau de subjetividade na análise, tornando-a mais complexa e difícil do que a avaliação de risco das empresas. A disposição a pagar pode ser bastante reduzida devido à falta de um mecanismo explícito para garantir o cumprimento integral dos termos acordados quando contratada a dívida. Não há, por exemplo, uma entidade supranacional capaz de resolver, em tempo razoável, os contenciosos entre governos e credores e há uma grande dificuldade para credores imporem sanções diretas no caso de inadimplência. Isto decorre do princípio do direito internacional da imunidade dos estados soberanos, segundo o qual as propriedades, tanto físicas quanto financeiras, dos governos não estão sujeitas a jurisdição de um segundo governo estrangeiro<sup>19</sup>. Além

---

<sup>18</sup> Há uma extensa literatura teórica sobre risco-soberano. Para uma resenha desta literatura até 1986 ver Eaton, Gersovitz e Stiglitz (1986); para uma resenha mais recente ver Araújo (2002).

<sup>19</sup> Mais recentemente, tem prevalecido o princípio da imunidade soberana restrita, que limita a imunidade soberana a atividades tipicamente de Estado, como no caso das embaixadas e consulados, e não se aplica a atos de gestão, ou seja, aqueles que também podem ser executados pelo setor privado. No entanto, essa distinção teve até o momento pouco efeito prático. Raros são os casos de credores que obtêm decisões

disso, as decisões governamentais são tomadas levando-se em consideração não apenas aspectos econômicos e financeiros, mas também sociais e políticos, que podem exercer influência decisiva sobre a disposição a pagar dos soberanos.

A sanção mais efetiva que os credores podem impor é o fechamento do mercado internacional de crédito para os governos inadimplentes e a exigência de um maior prêmio de risco (maior taxa de juros) quando estes voltam a captar recursos no exterior. Em parte por isso, a maioria dos eventos de moratória soberana é parcial, em vez de total. Tipicamente, os governos em dificuldades estabelecem um tipo de hierarquia entre seus credores e evitam tornarem-se inadimplentes com as instituições multilaterais de crédito. Um governo pode permanecer em moratória por um longo período, mas, cedo ou tarde, necessita retomar as captações externas, chegando a algum tipo de acordo com os credores quanto aos créditos pendentes.

Uma pesquisa conduzida pelo FMI mostra que as classificações não são o resultado de algum modelo estatístico específico que determine quantitativamente a probabilidade de moratória (FMI, 1999). A classificação é o resultado de um trabalho interdisciplinar que combina a análise por meio de métodos quantitativos com a sensibilidade dos analistas a parâmetros qualitativos (Moody's, 2003b), sendo dada grande ênfase a esse segundo aspecto.

Normalmente, o processo de classificação é composto por três etapas: i) avaliação de conjuntura, ii) quantificação dos fatores avaliados, mesmo que qualitativos, por meio de um “modelo de pontuação” e iii) decisão da classificação por votação em um comitê com base na análise das informações levantadas em (i) e (ii)<sup>20</sup>. A análise de conjuntura geralmente se inicia com uma visita de pelo menos dois analistas ao país em avaliação. Na oportunidade, são realizadas reuniões com os principais funcionários do governo, com analistas do setor privado, jornalistas,

---

favoráveis a penhora de ativos estatais face ao não pagamento de uma dívida. Por outro lado, o valor dos ativos penhoráveis de governos no exterior é, na maioria dos casos, significativamente inferior ao total devido. Este tema é mais complexo e polêmico do que descrito aqui e foge do objetivo deste trabalho. Para um resumo dessa discussão nos EUA e Reino Unido, ver Obstfeld e Rogoff (1996); para um debate sob a perspectiva do direito brasileiro ver Azevedo e Júnior (2001).

<sup>20</sup>As informações sobre o processo de classificação foram obtidas em Bhatia (2002) e FMI (1999) e complementadas com textos das próprias agências (Fitch, 1998, Standard and Poor's, 1998 e 2002b e Moody's, 1999a, 1999b, 2002a, 2002b e 2003b).

pesquisadores universitários e membros da oposição política. Os encontros com funcionários do governo servem, entre outras coisas, para pedir informações mais detalhadas sobre dados oficiais e são fundamentais para aprofundar o entendimento acerca da condução das políticas fiscal e monetária. As agências dão grande importância à clareza e consistência dessas políticas, pois a experiência mostra que sua condução tem grande influência sobre o balanço de pagamentos e a sustentabilidade da dívida pública. Os contatos com os demais setores servem de contraponto à visão oficial. Após a visita, é elaborado um relatório, distribuído antecipadamente aos membros do comitê, com tabelas de dados macroeconômicos, projeções e a recomendação de classificação.

O comitê é a principal instância do processo de classificação. O modelo de pontuação disciplina suas reuniões, servindo de guia para as discussões e o estabelecimento final das classificações. Cada parâmetro é discutido e avaliado abertamente por seus membros, sendo posteriormente pontuado por votação. Um fator central nessas discussões é a ênfase no exercício comparativo entre países de classificação similar, independentemente de sua região, no intuito de evitar inconsistências. Por esse motivo, a composição do comitê é bastante heterogênea, contendo, além dos analistas especializados no país avaliado, analistas dos setores privados relevantes e especialistas em soberanos de diversas regiões e classificações.

O modelo de pontuação da S&P possui 10 categorias e o da Fitch 14, mas ambos podem ser consolidados em 5 categorias gerais: risco político, civil e institucional; setor real; setor monetário e financeiro; setor externo; e setor fiscal. No caso da S&P, a cada categoria é atribuída uma nota de 1 (melhor) a 6 (pior). Os valores das categorias são ponderados e somados para a obtenção da pontuação total. Os fatores qualitativos – como, por exemplo, a probabilidade de um golpe de Estado – são avaliados com base na experiência e entendimento subjetivos dos membros do comitê; para as variáveis quantificáveis são estabelecidos níveis correspondentes a cada nota. A avaliação das categorias não é independente, pois os fatores políticos e institucionais influenciam a dinâmica dos demais setores e vice-versa.

Dado que as classificações são opiniões sobre a probabilidade futura de inadimplência, as projeções de vários indicadores macroeconômicos têm um peso



importante no modelo de pontuação. No caso da S&P, as principais projeções consideradas são: PIB nominal *per capita* (em dólares), crescimento real do PIB *per capita*, resultado nominal do governo geral / PIB<sup>21</sup>, dívida líquida geral ou consolidada do governo / PIB, despesas brutas com juros / receitas brutas, inflação medida pelo índice de preços ao consumidor, necessidade bruta de financiamento externo / reservas internacionais, dívida externa líquida do setor público / receitas de conta corrente do balanço de pagamentos e dívida externa líquida do setor privado não-financeiro / receitas de conta corrente do balanço de pagamentos (Bhatia, 2002).

Para construir as projeções do setor real e monetário, utilizam-se extensivamente os cenários de médio-prazo do FMI e do *Consensus Forecast*, da Consensus Economics. As agências dão grande importância às projeções para a dívida pública interna e externa total, que são o resultado final de exercícios de sustentabilidade da dívida. O cenário básico para as simulações de sustentabilidade é construído levando-se em conta a avaliação subjetiva dos analistas especializados, avaliadas pelos membros do comitê, e não um modelo econométrico abrangente de projeções macroeconômicas. Os pressupostos utilizados são variações mais conservadoras das projeções oficiais ou do FMI, a partir dos quais cenários alternativos são construídos (Bhatia, 2002). Algumas vezes as agências condicionam, abertamente ou de modo reservado, uma elevação na classificação à aprovação de reformas que melhoram a perspectiva de longo prazo do endividamento público. Este foi o caso da S&P, ao elevar a classificação do México em 2001 de BB+ para BBB- após a aprovação da reforma tributária, levando na ocasião o país à categoria “grau de investimento”.

Apesar de incorporar projeções, os resultados do modelo de pontuação têm um viés retrospectivo e podem não refletir aspectos menos tangíveis que afetam o risco de moratória, como os fatores sociais, históricos e políticos. O comitê pode entender que a classificação indicada pelo modelo não é adequada, em decorrência, por exemplo, da condução da política econômica. Esta, por sua vez, pode estar relacionada a uma diversidade de fatores, como o caráter ideológico do governo, a austeridade das

---

<sup>21</sup> A definição de governo geral abrange governo federal ou administração central, inclusive o sistema previdenciário, banco central e governos locais. Não inclui as empresas estatais financeiras e não financeiras.

políticas fiscal e monetária, pressões sociais, popularidade do governo e base de sustentação no Congresso. Os membros do comitê avaliam como as autoridades administraram problemas econômicos no passado, quais as indicações dadas de como eventuais situações de estresse serão administradas no futuro e quais os instrumentos disponíveis para tanto. Entre os aspectos importantes nesta avaliação está o histórico de moratória de dívida pública, o relacionamento do governo com o FMI e outras instituições multilaterais de crédito, o arcabouço institucional (por exemplo, a existência de um banco central autônomo) e a capacidade do governo para obter o apoio político necessário à gerência de eventuais crises. Como contraponto a seu processo de avaliação de risco-soberano, o comitê discute as opiniões de analistas políticos independentes, analistas de bancos e consultorias privadas e de outras agências de classificação.

Após todas essas considerações a classificação é determinada por votação. Em seguida é elaborado e divulgado um relatório que incorpora a visão majoritária do comitê. O relatório busca explicitar os principais fatores subjacentes à classificação, indicando quais são as principais preocupações da agência, porque a classificação não é maior ou menor, os fatores que podem levar a sua redução ou elevação e quais são as perspectivas para a classificação em diferentes cenários (Moody's 2002a). Além disso, os relatórios vêm acompanhados de uma seleção de indicadores macroeconômicos e projeções para, no máximo, os dois anos seguintes.

Uma vez estabelecida uma classificação, esta é revisada periodicamente. Os processos de revisão e de estabelecimento da primeira classificação são essencialmente os mesmos. Nas revisões, a frequência das visitas varia entre 6 e 24 meses, dependendo do país. Em condições normais, os comitês são reunidos algumas semanas após as visitas. Quando surge um fato inesperado relevante, o analista-chefe responsável pelo soberano pode convocar uma reunião *ad hoc* do comitê, que não é precedida pelas etapas normais do processo. Os resultados das discussões podem levar ou não a uma mudança na perspectiva da classificação, à colocação do soberano na listagem de aviso ou à modificação da própria classificação.

### 3. MODELO DE MARKOWITZ

#### 3.1. O Modelo de Markowitz

Markowitz (1959, p.3) afirma que “um bom *portifólio* de ativos é mais que uma grande lista de boas ações e títulos de dívida. É um conjunto balanceado, que fornece ao investidor proteções e oportunidades em um conjunto amplo de situações”. Foi a partir de seu artigo inicial (1952) que se desenvolveram e incrementaram-se todos os estudos sobre a construção de carteiras de ativos de risco. Ainda segundo Markowitz (1959, p.3), “o objetivo da análise de *portifólios* é encontrar as carteiras que melhor se adequem aos objetivos do investidor”. Em seu artigo de 1952, Markowitz rejeita a hipótese de que o investidor busca maximizar a taxa de retorno de seu investimento, mostrando que esta não serve para explicar o porquê dos investidores diversificarem suas carteiras. A seguir mostra que, se o investidor levar em consideração tanto o retorno esperado quanto a variância desse retorno, então é possível construir um modelo que não apenas é capaz de explicar as razões da diversificação como também de propor um processo decisório para a seleção de carteiras ótimas segundo as preferências de cada investidor. Assim, no modelo proposto por Markowitz (1952), as duas únicas variáveis que interessam à satisfação do investidor são o retorno esperado e o risco, expresso pela variância desses retornos. Além disso, ele assume que os investidores são avessos ao risco, o que resulta no conhecido Princípio da Dominância (Sharpe, 1995, p.194):

*“Um investidor irá escolher seu portfólio ótimo do conjunto de portfólios que:*

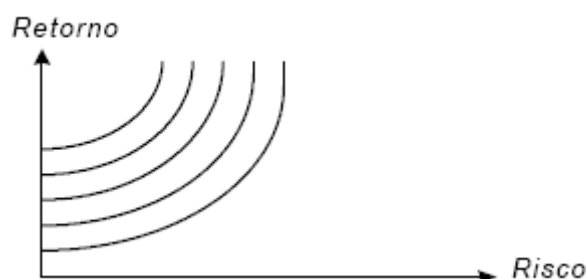
- 1. Oferecer o máximo retorno esperado para diferentes níveis de risco, e*
- 2. Oferecer o mínimo risco para diferentes níveis de retorno esperado.”*

Naturalmente, não existem apenas investidores avessos ao risco. Há investidores que preferem incorrer em um risco mais elevado para ganharem um pouco mais, e também há aqueles que para um mesmo retorno, aceitam correr qualquer risco. Posteriormente (1976, 1991), Markowitz discute a validade da utilização de seu modelo com outra medida de risco (semi-variância), e outros tipos de função utilidade.

No modelo original de Markowitz, onde os investidores são avessos ao risco, para manter o mesmo nível de satisfação um investidor apenas aceita correr mais risco se o retorno também aumentar.

Uma forma didática de expressar essa relação entre retorno e risco é através da Teoria da Utilidade, muito embora Markowitz (1991, p.209) ressalte que “não existe uma conexão inevitável entre a validade do princípio de maximização da utilidade e a validade da análise de *portifólios*”, sendo possível aceitar ou rejeitar o uso da análise de média e variância independentemente da aceitação ou não do princípio de maximização da utilidade.

Sharpe (1995) utiliza esta abordagem para ilustrar o processo de obtenção de carteiras ótimas, partindo de um mapa de contorno com curvas que representam níveis constantes de satisfação do investidor, em nosso caso avesso ao risco (curvas superiores indicam maiores níveis de satisfação):



Conforme mencionado anteriormente, no modelo de Markowitz (1952), o retorno esperado  $R_{carteira}$  de uma carteira de ativos, formada pelos ativos  $A_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ , é expresso por sua média, dada por:

$$R_{carteira} = \sum_{i=1}^n \omega_i \cdot R_i$$

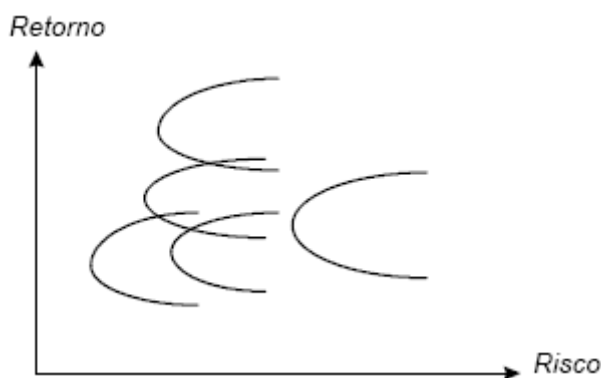
onde  $\omega_i$  é o peso ou participação de cada ativo nessa carteira e  $R_i$  é o retorno esperado para cada um dos ativos.

O risco de uma carteira, por sua vez, foi definido no modelo original através da variância  $\sigma_{carteira}^2$  dos retornos da carteira ou, analogamente, através de seu desvio-padrão,  $\sigma_{carteira}$ , que pode ser obtido da seguinte forma:

$$\sigma_{carteira} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_i \cdot \omega_j \cdot \sigma_{ij}}$$

onde representa a covariância entre os ativos  $A_i$  e  $A_j$ , sendo portanto  $\sigma_{ii}$  a própria variância do ativo  $A_i$ .

Assim, uma vez estimados os retornos e as variâncias esperadas para cada ativo, e também as covariâncias esperadas para cada par de ativos, podem ser construídas, variando-se as composições  $\omega_i$ , todas as carteiras possíveis com o conjunto de ativos selecionado. Conforme demonstrou Markowitz, estas carteiras possíveis formam um conjunto de hipérboles, sendo algumas possibilidades mostradas na figura abaixo:



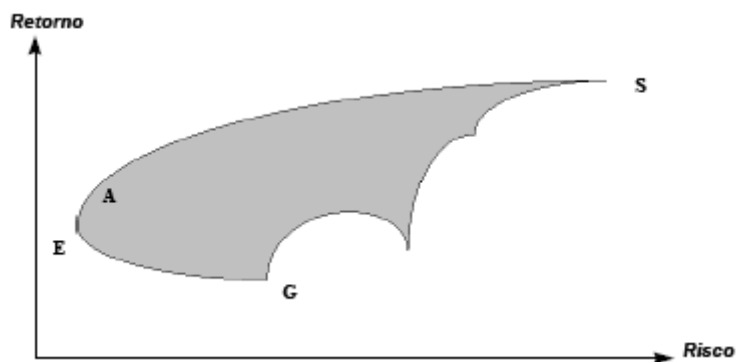
Cada ponto da família de hipérboles corresponde a diferentes composições de carteiras.

Entre essas infinitas carteiras há um conjunto de carteiras ótimas, que são exatamente aquelas que atendem o Princípio de Dominância expresso anteriormente. Porém, uma carteira de ativos não-alavancada deve obedecer às seguintes restrições:

$$\sum_{i=1}^n \omega_i = 1 \text{ (todo capital deve ser aplicado)}$$

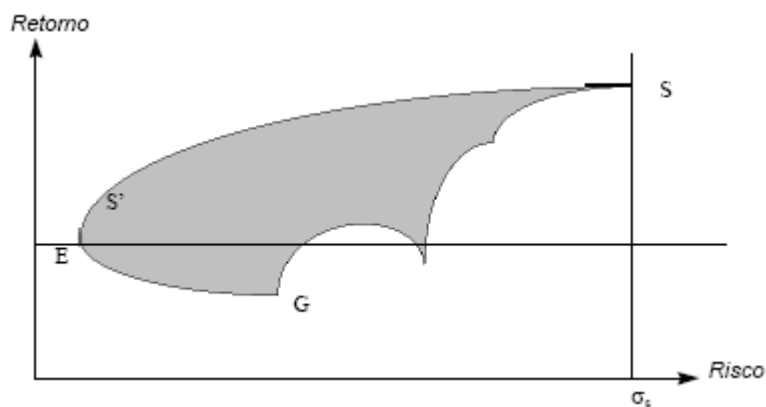
$$0 \leq \omega_i \leq 1 \text{ (não alancagem)}$$

Se for feita a aplicação destas restrições, a família de hipérboles constitui-se em um conjunto compacto, como mostra a figura abaixo:

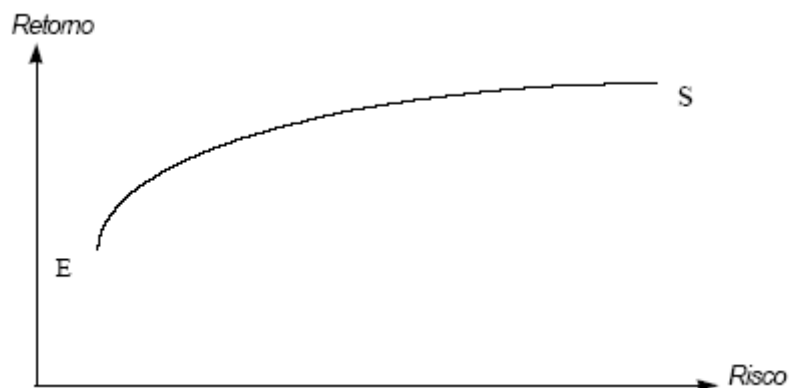


A região destacada representa a região factível, isto é, em todo e qualquer ponto da região A obedecem-se às restrições. Supondo-se que o investidor é racional e aceita o Princípio da Dominância, existem dois pontos de interesse (figura a seguir):

- ponto E: de mínimo risco (vértice da região hiperbólica)
- ponto S: de máximo retorno

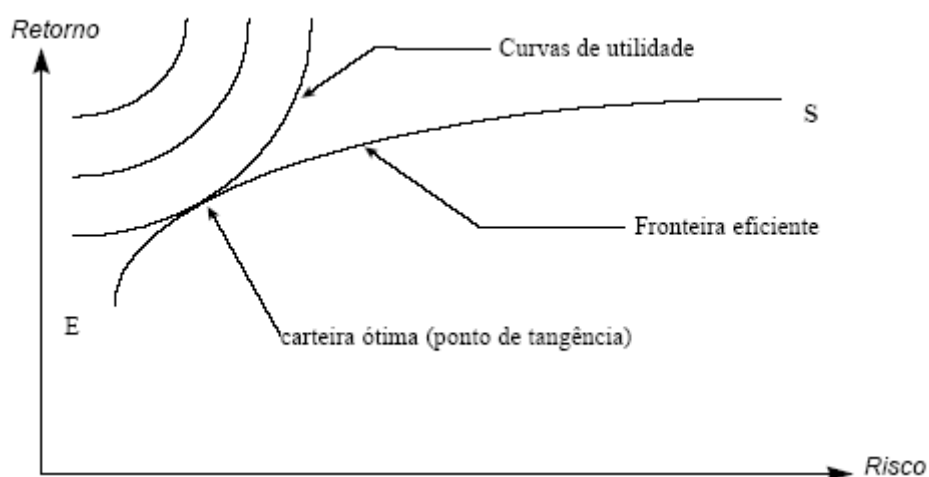


Como as carteiras devem oferecer o máximo retorno esperado para diferentes níveis de risco é fácil verificar-se que, para cada carteira com risco entre  $\sigma_E$  e  $\sigma_S$ , a de máximo retorno é aquela situada na fronteira superior da região S. O conjunto resultante destes pontos é a curva ES, como mostra a figura abaixo:



A curva obtida denomina-se Fronteira Eficiente de Ativos de Risco. Cada ponto da Fronteira Eficiente corresponde a uma carteira denominada eficiente, de vez que é a de maior retorno dentre todas as possíveis para um determinado nível de risco. Uma vez obtida a Fronteira Eficiente, pode-se encontrar a solução do problema de buscar a carteira ótima. A classificação de uma carteira como ótima ou não depende do critério utilizado.

Aqui, será utilizado o critério de maximização da Utilidade. Se for efetuada a sobreposição do mapa de contorno das curvas de utilidade correspondente a um determinado investidor sobre a Fronteira Eficiente, uma das curvas irá tangenciar a Fronteira, como mostra a Figura 6. Este ponto de tangência é único e corresponde à solução final do problema. Trata-se da carteira ótima para o investidor considerado.



É importante ressaltar dois aspectos:

- A obtenção da Fronteira Eficiente de Ativos de Risco independe do tipo de investidor. Ela resulta tão-somente da aplicação do Princípio da Dominância à relação  $R(s)$ , que por sua vez depende apenas dos ativos considerados.
- A solução final, isto é, a carteira ótima, é que depende do comportamento do investidor. Ela é obtida varrendo a região factível (a Fronteira Eficiente de Ativos de Risco) com as curvas de utilidade particulares ao investidor.

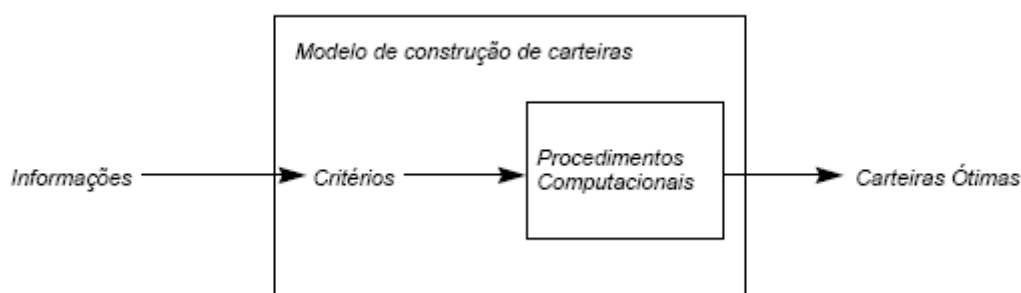
### 3.2. O Processo de Construção de Carteiras

De acordo com Markowitz (1959, p.205), o processo de construção de *portifólios* ou carteiras de ativos é caracterizado por três elementos fundamentais:

1. A informação referente aos ativos sobre os quais se baseia;
2. Os critérios para classificação dos melhores e piores portfólios, que definem os objetivos da análise; e
3. Os procedimentos computacionais, através dos quais os portfólios que atendem aos critérios em (2) são obtidos a partir dos inputs em (1).

Colocando sua teoria de forma normativa, Markowitz ressalta que “os resultados da análise de *portifólios* não são mais que as conseqüências lógicas das informações sobre os ativos” (1991, p.205), evidenciando assim a importância da utilização de informações adequadas no processo de construção de carteiras.

Esquemáticamente, o processo de construção de carteiras poderia ser representado da seguinte forma:



A seguir, são apresentados e discutidos cada um dos elementos deste processo:



### 3.3. Informações

As entradas básicas do modelo são o retorno e o desvio-padrão (ou a variância) esperados para cada um dos ativos e as covariâncias esperadas para cada par de ativos. Estas informações podem ser obtidas tanto através da análise de períodos passados como através da construção de cenários. Securato (1993), ilustra a segunda abordagem do seguinte modo:

Ativo $A_i$		
Cenário	Retorno	Probabilidade
Cenário 1	$I_1$	$P_1$
Cenário 2	$I_2$	$P_2$
Cenário 3	$I_3$	$P_3$
...	...	...
Cenário C	$I_C$	$P_C$

Nesse caso, o retorno esperado  $R_i$  para o ativo  $A_i$  é dado por:

$$R_i = \sum_{i=1}^C I_i \cdot P_i$$

E o desvio-padrão desse retorno é:

$$\sigma_i = \sqrt{\sum_{i=1}^C P_i \cdot (I_i - R_i)^2}$$

As covariâncias entre os retornos de dois ativos A e B:

$$\text{cov}(R_A, R_B) = \sum_{i=1}^n (I_{A_i} - R_{A_i}) \cdot (I_{B_i} - R_{B_i})$$

### 3.4. Critério de Seleção

Os critérios utilizados na análise incluem aquilo que é necessário para distinguir os *portifólios* melhores dos piores, determinando as conclusões. Markowitz os define como “os guias para o que é importante e não-importante, relevante e irrelevante” (1991, p.205).

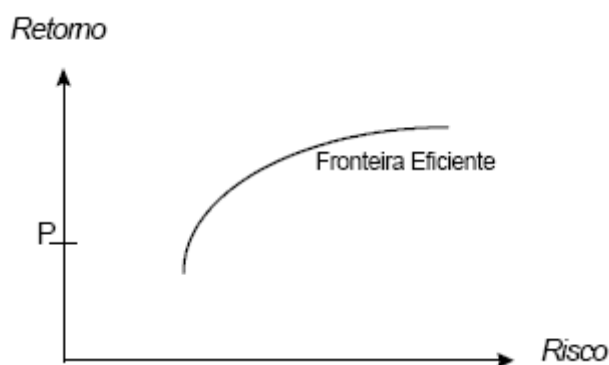
O modelo de Markowitz (1952) considera que os únicos resultados que interessam ao investidor são o retorno e o risco esperados para sua carteira e, sendo o

investidor avesso ao risco, a relação entre essas duas variáveis pode ser expressa pelo Princípio de Dominância apresentado anteriormente.

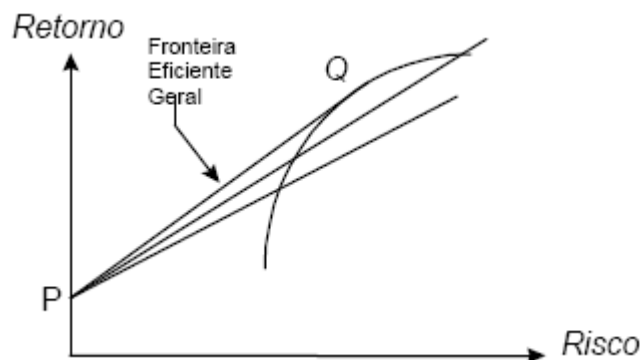
Assim, para determinar a carteira ótima de um determinado investidor podemos, com base na Teoria da Utilidade, sobrepor seu mapa de contorno das curvas de utilidade com a Fronteira Eficiente de carteiras de ativos de risco, encontrando uma única carteira que maximiza a utilidade.

Tobin (1958), propôs uma solução para o problema de encontrar a carteira ótima que independe do formato das curvas de utilidade de cada investidor. Acrescentando à carteira um ativo livre de risco, ou seja, um ativo cuja rentabilidade esperada é conhecida com 100% de probabilidade, Tobin demonstrou que qualquer investidor que aceite o Princípio de Dominância irá possuir a carteira de ativos de risco com a maior relação (prêmio pelo risco  $\div$  risco), utilizando o ativo livre de risco para ajustar suas preferências por risco ou retorno.

Nesse caso, para obtermos as carteiras possíveis a partir da escolha de um *portifólio* específico sobre a fronteira eficiente, basta unirmos o *portifólio* selecionado ao ativo livre de risco. A reta obtida representa todas as combinações possíveis entre o ativo livre de risco e o ponto selecionado sobre a fronteira.



Fixando-se o retorno do ativo livre de risco, nota-se que infinitos pontos sobre a fronteira eficiente podem ser utilizados para formar a carteira (ativos de risco; ativo livre de risco). No entanto, dentre essas infinitas composições, há uma em especial que permite a criação de carteiras que dominam todas as outras possibilidades em termos de menor risco e maior retorno. Essa carteira corresponde ao ponto onde a reta risco retorno do *portifólio* (ativos de risco; ativo livre de risco) é uma tangente à Fronteira Eficiente de Ativos de Risco.



Esta reta corresponde ao *portifólio* de ativos de risco para o qual cada unidade de risco acrescida permitem o maior aumento de rentabilidade. É portanto o *portifólio* de máxima razão entre prêmio pelo risco por unidade de risco acrescida, e isso pode ser verificado facilmente do ponto de vista geométrico, pois a reta tangente é a de maior coeficiente angular dentre as possíveis retas. Quando se assume a existência de um ativo livre de risco e a medida de risco utilizada é o desvio- padrão, a relação (prêmio pelo risco ÷ risco) nada mais é que o conhecido índice de Sharpe (1966), expresso por:

$$IS_i = \frac{R_i - r_f}{\sigma_i}$$

onde  $r_f$  é o retorno do ativo livre de risco.

### 3.5. Procedimentos Computacionais

Definidas as variáveis de entrada e os critérios de seleção, “os procedimentos computacionais são os meios pelos quais as informações sobre os ativos são transformadas em conclusões sobre os *portifólios*” (Markowitz, 1991, p.205). Os procedimentos que envolvem a obtenção de carteiras ótimas envolvem apenas as relações estatísticas entre ativos e carteiras e programação matemática.

Assim, um dos procedimentos que pode ser utilizado para a obtenção da fronteira eficiente não alavancada consiste na solução do seguinte problema:

Minimizar o risco do *portifólio*:

$$\text{Minimizar: } \sigma_{carteira} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_i \cdot \omega_j \cdot \sigma_{ij}}$$

Dadas as seguintes restrições:

- 1-  $\sum_{i=1}^n \omega_i \cdot R_i = R_{carteira}$  (Retorno esperado)
- 2-  $\sum_{i=1}^n \omega_i = 1$  (Todo capital disponível é aplicado)
- 3-  $0 \leq \omega_i \leq 1$  (Não é possível vender a descoberto)

E, desse modo, podemos encontrar para cada valor de retorno possível a carteira de mínimo risco que satisfaz todas as condições expostas anteriormente.

### 3.6. Procedimentos Computacionais

Dado o critério apresentado, o problema a ser resolvido apresenta a seguinte forma:

Maximizar o índice de Sharpe (1966) do *portifólio*:

$$\text{Maximizar } IS_{carteira} = \frac{R_{carteira} - r_f}{\sigma_{carteira}}$$

Sujeito à:

$$1- \sum_{i=1}^n \omega_i = 1$$

$$2- 0 \leq \omega_i \leq 1$$

Onde:

$$\sigma_{carteira} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_i \cdot \omega_j \cdot \sigma_{ij}}$$

E:

$$\sum_{i=1}^n \omega_i \cdot R_i = R_{carteira}$$

Assim, foram definidas as seguintes matrizes:

$$M = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1i} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \dots & \sigma_{2i} \\ \dots & \dots & & \dots \\ \sigma_{i1} & \sigma_{i2} & \dots & \sigma_{ii} \end{bmatrix} \text{ (Matriz de covariâncias)}$$

$$I^t = \begin{bmatrix} I_{\mu_1} & I_{\mu_2} & \dots & I_{\mu_i} \end{bmatrix} \text{ (Vetor de retornos esperados)}$$

$$W^t = \begin{bmatrix} \omega_1 & \omega_2 & \dots & \omega_i \end{bmatrix} \text{ (Vetor de pesos)}$$

Existem algumas ferramentas para obter as carteiras ótimas em cada semestre. Citamos aqui a ferramenta Solver do Microsoft Excel, através da qual se define a função objetivo e as restrições descritas anteriormente. Além disso, existem programas que possuem a metodologia descrita ao longo deste texto implementada em seu código. Um exemplo de programa que realiza esses cálculos com extrema eficiência é o MATLAB.

## 4. MODELO DE SHARPE

### 4.1. Introdução

O método de Markowitz apresenta, para muitos, uma complexidade de cálculo que pode configurar um empecilho para sua implementação. Para se encontrar um portfólio ótimo de  $n$  títulos existe a necessidade de que sejam calculadas  $n(n - 1)$  duas covariâncias. Assim, se desejarmos montar este portfólio a partir de um conjunto de 100 títulos, por exemplo, há a necessidade de que sejam calculadas 4.950 covariâncias entre suas taxas de retorno. E este número aumenta exponencialmente com o aumento dos títulos investíveis.

Alguns anos mais tarde, William Sharpe (1964) concebeu um modelo muito mais simples, denominado de modelo do índice único, demonstrando que a relação entre o risco e o retorno entre os títulos é uma relação linear e esta relação é explicada por um índice de mercado. Assim, todos os títulos estão correlacionados com este índice de mercado. Esta simplificação elimina a necessidade de se calcular as covariâncias entre todos os títulos, bastando para tanto verificar-se a relação, ou a sensibilidade, entre a oscilação de um título e a oscilação de um índice de mercado ou o seu coeficiente beta. Para se otimizar portfólios através da metodologia de Sharpe são necessários os coeficientes betas de cada título, calculados através da regressão entre os retornos destes títulos e um índice de mercado adequado, isto é, que tenha como critérios de ponderação o valor de mercado dos ativos. A necessidade de se dispor de *bons* betas para a utilização deste modelo é de fundamental importância, já que o coeficiente beta descreve as informações contidas na matriz de variâncias/covariâncias entre títulos.

Em 1978 Sharpe deu outra contribuição para o modelo original, criando um algoritmo que tornou viável e prático o cálculo de portfólios ótimos, através da eliminação da programação quadrática para resolver o problema matemático. Como o próprio Sharpe afirma em seu artigo original, a idéia básica do algoritmo é “embaraçosamente simples” e cada iteração por ele realizado melhora um portfólio possível calculado anteriormente.

## 4.2. Introdução

A idéia inicial do modelo é substituir as covariâncias pelos coeficientes de correlação linear, visto que:

$$r_{xy} = \frac{\text{cov}(x, y)}{S_x \cdot S_y}$$

Em que  $r_{xy}$  é o coeficiente de correlação linear das variáveis aleatórias  $x$  e  $y$ . Naturalmente, a expressão fornece uma relação entre a covariância e o coeficiente de correlação, onde se sabe que:

$$-1 \leq r_{xy} \leq 1$$

De forma que:

- se  $x$  e  $y$  são independentes,  $r_{xy} = 0$ , o que equivale a  $\text{cov}(x, y) = 0$ ;
- se  $x$  e  $y$  apresentam  $r_{xy} = 1$ , então,  $x$  e  $y$  estão relacionados segundo a equação de uma reta inclinada positivamente, no plano  $xy$ ;
- se  $x$  e  $y$  apresentam  $r_{xy} = -1$ , então,  $x$  e  $y$  estão relacionados segundo a equação de uma reta inclinada negativamente, no plano  $xy$ ;
- nos demais casos, devem-se obter os vários níveis possíveis de correlação linear entre  $x$  e  $y$ .

Assim, dados os ativos  $A_1, A_2, \dots, A_n$ , em que se conhecem seus retornos e desvios, pode-se calcular os coeficientes de correlação linear  $r_{j,k}; k, j = 1, \dots, n$ .

A grande vantagem do modelo de Sharpe é a seguinte: é possível calcular o coeficiente de correlação linear dos retornos dos ativos  $A_1, A_2, \dots, A_n$ , em relação a um único ativo, que atua como uma espécie de padrão para as comparações.

De posse deste ativo padrão, pode-se comparar o retorno de cada ativo com o retorno deste ativo padrão e examinar o grau de correlação linear.

Sharpe considerou como padrão o que foi chamado de “carteira de mercado”, indicado por  $M$ , a “carteira de referência da economia”.

Fixado o ativo padrão, dado pela carteira de mercado, o próximo passo é a obtenção desta carteira ou algo que dela se aproxime. Em seguida, se equaciona a

questão do retorno médio da carteira e o risco, em função do coeficiente de correlação linear de cada ativo com a carteira de mercado.

Aceita a questão da carteira de mercado e sua possibilidade prática de obtê-la, o próximo passo é a determinação da relação risco-retorno e, com isto, a fronteira eficiente de investimentos, a partir dos coeficientes de correlação linear de cada ativo com a carteira M, de acordo com o modelo de Sharpe.

### ***4.3. Cálculo do Retorno Médio e do Risco de uma Carteira – Modelo de Sharpe***

#### ***5.3.1. Regressão Linear entre os Retornos de um Ativo e a Carteira M***

Considere-se um ativo de risco A, do qual se conhece a distribuição de probabilidades dos retornos  $I_A$ . Indica-se a média por  $I_{\mu_A}$  e o desvio por  $I_{S_A}$ .

Admite-se também conhecida a carteira M, do mercado, da qual se conhece a distribuição de probabilidades dos retornos  $R_M$ . Indica-se o retorno médio da carteira M por  $R_{\mu_M}$  e seu desvio por  $R_{S_M}$ .

Pode-se obter a regressão linear entre o retorno do ativo A, dado por  $I_A$ , e o retorno da carteira M, dado por  $R_M$ , segundo a equação:

$$I_A = a_A + b_A \cdot R_M + e_A$$

Onde:

- $a_A$  e  $b_A$  são os coeficientes resultantes da regressão;
- $e_A$  é a parcela de erro aleatório próprio da regressão, tal que  $E[e_A] = 0$ .

Este erro aleatório é independente em relação a outro título ou ao mercado; assim,  $\text{cov}(e_A, e_X) = 0$  para qualquer título e  $\text{cov}(e_A, R_M) = 0$ .

Para o cálculo do retorno médio do ativo A e seu desvio em função dos elementos que caracterizam a carteira M, tem-se:

- ***Média***

$$I_{\mu_A} = E[I_A] = E[a_A + b_A \cdot R_M + e_A] = a_A + b_A \cdot E[R_M] + E[e_A]$$

Como  $E[R_M] = R_{\mu_M}$  e  $E[e_A] = 0$ , temos:



$$I_{\mu_A} = a_A + b_A \cdot R_{\mu_M}$$

- **Desvio**

$$I_{S_A}^2 = S^2(I_A) = S^2(a_A + b_A \cdot R_M + e_A)$$

Ou

$$I_{S_A}^2 = S^2(a_A) + b_A^2 \cdot S^2(R_M) + S^2(e_A) + 2 \cdot \text{cov}(a_A, b_A \cdot R_M) + \\ + 2 \cdot \text{cov}(a_A, e_A) + 2 \cdot \text{cov}(b_A \cdot R_M, e_A)$$

Como  $a_A$  é constante, então  $S^2(a_A) = 0$  e suas covariâncias são nulas; por outro lado:

$$\text{cov}(b_A \cdot R_M, e_A) = b_A \cdot \text{cov}(R_M, e_A) = 0$$

Pois o erro aleatório  $e_A$  é independente da carteira de mercado.

Assim, indicando  $S^2(R_M) = R_{S_M}^2$  e  $S^2(e_A) = e_{S_A}^2$ , tem-se:

$$I_{S_A}^2 = b_A^2 \cdot R_{S_M}^2 + e_{S_A}^2$$

Os resultados obtidos permitem a seguinte interpretação:

O retorno médio do ativo A é dado por  $I_{\mu_A} = a_A + b_A \cdot R_{\mu_M}$

Assim, se o retorno médio do mercado é nulo, teremos  $I_{\mu_A} = a_A$  que corresponde ao retorno próprio do ativo A, independente do mercado;

Quanto ao risco, dado pela variância dos retornos de A, representado pela equação:

$$I_{S_A}^2 = b_A^2 \cdot R_{S_M}^2 + e_{S_A}^2$$

Pode ser entendido como risco total do ativo A e decomposto em duas parcelas:

- $b_A^2 \cdot R_{S_M}^2$ , que caracteriza o risco sistemático ou da conjuntura do mercado;
- $e_{S_A}^2$ , que representa o risco próprio do ativo A.

- **Covariâncias**

Considerem-se os ativos de risco A e B. Suas relações com a carteira M são dadas por:

➤ para o ativo A:

$$\begin{aligned} I_A &= a_A + b_A \cdot R_M + e_A \\ I_{\mu_A} &= a_A + b_A \cdot R_{\mu_M} \\ I_{S_A}^2 &= b_A^2 \cdot R_{S_M}^2 + e_{S_A}^2 \end{aligned}$$

➤ para o ativo B:

$$\begin{aligned} I_B &= a_B + b_B \cdot R_M + e_B \\ I_{\mu_B} &= a_B + b_B \cdot R_{\mu_M} \\ I_{S_B}^2 &= b_B^2 \cdot R_{S_M}^2 + e_{S_B}^2 \end{aligned}$$

Calculando-se a covariância dos retornos de A e B e procurando relacioná-la com a carteira M, segue:

$$\text{cov}(I_A, I_B) = E[I_A \cdot I_B] - E[I_A] \cdot E[I_B]$$

Desenvolvendo-se cada uma das parcelas da covariância, segue:

$$E[I_A \cdot I_B] = E[(a_A + b_A \cdot R_M + e_A) \cdot (a_B + b_B \cdot R_M + e_B)]$$

Ou:

$$\begin{aligned} E[I_A \cdot I_B] &= a_A \cdot a_B + a_A \cdot b_B \cdot E[R_M] + a_A \cdot E[e_B] + b_A \cdot a_B \cdot E[R_M] + \\ &+ b_A \cdot b_B \cdot E[R_M^2] + b_A \cdot E[R_M \cdot e_B] + a_B \cdot E[e_A] + b_B \cdot E[R_M \cdot e_A] + E[e_A \cdot e_B] \end{aligned}$$

Sabe-se que:

$$E[e_A] - E[e_B] = 0$$

Como  $e_A$  e  $e_B$  são independentes entre si e em relação ao mercado, então:

$$E[e_A \cdot e_B] = E[e_A] \cdot E[e_B] = 0$$

$$E[e_A \cdot R_M] = E[e_A] \cdot E[R_M] = 0$$

E:

$$E[e_B \cdot R_M] = E[e_B] \cdot E[R_M] = 0$$

Logo:

$$E[I_A \cdot I_B] = a_A \cdot a_B + a_A \cdot b_B \cdot E[R_M] + b_A \cdot a_B \cdot E[R_M] + b_A \cdot b_B \cdot E[R_M^2]$$

Desenvolvendo o produto  $E[I_A] \cdot E[I_B]$ , tem-se que:

$$\begin{aligned} E[I_A] \cdot E[I_B] &= I_{\mu_A} \cdot I_{\mu_B} = (a_A + b_A \cdot E[R_{\mu_M}]) \cdot (a_B + b_B \cdot E[R_{\mu_M}]) = \\ &= a_A \cdot a_B + a_A \cdot b_B \cdot E[R_M] + b_A \cdot a_B \cdot E[R_M] + b_A \cdot b_B \cdot E[R_M^2] \end{aligned}$$

Assim, sabendo-se que:

$$\text{cov}(I_A, I_B) = E[I_A \cdot I_B] - E[I_A] \cdot E[I_B]$$

Substituindo as parcelas:

$$\text{cov}(I_A, I_B) = b_A \cdot b_B \cdot E[R_M^2] - b_A \cdot b_B \cdot (E[R_M])^2$$

Como a variância do mercado é dada por:

$$R_{S_M}^2 = S^2(R_M) = E[R_M^2] - (E[R_M])^2$$

Então:

$$\text{cov}(I_A, I_B) = b_A \cdot b_B \cdot R_{S_M}^2$$

Conclui-se que a partir dos coeficientes das regressões lineares de cada ativo com a carteira de mercado e a variância do mercado podemos obter todas as covariâncias entre os ativos.

#### ***4.4. Cálculo da Média e o Desvio de uma Carteira em Função da Carteira de Mercado***

Considere-se uma carteira formada pelos ativos de risco  $A_1, A_2, \dots, A_n$ , respectivamente na proporção  $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$ , onde  $\omega_1 + \omega_2 + \dots + \omega_n = 1$ .

Em relação à carteira M, do mercado, indicam-se os retornos médios e os desvios dos ativos como segue:

$$I_{\mu_j} = a_j + b_j \cdot R_{\mu_M}; j = 1, \dots, n$$

E:

$$I_{S_j}^2 = b_j^2 \cdot R_{S_M}^2 + e_{S_j}^2; j = 1, \dots, n$$

As covariâncias serão escritas na forma:

$$\text{cov}(I_j, I_k) = b_j \cdot b_k \cdot R_{S_M}^2$$

Sabe-se ainda que o retorno médio da carteira e o desvio da carteira serão dados por:

$$I_{\mu_C} = \sum_{j=1}^n \omega_j \cdot I_{\mu_j}$$

E:

$$I_{S_C}^2 = \sum_{j=1}^n \omega_j^2 \cdot I_{S_j}^2 + 2 \cdot \sum_{j < k} \omega_j \cdot \omega_k \cdot \text{cov}(I_j, I_k)$$

Assim, substituindo o retorno e a variância de cada ativo, tem-se:

- Retorno da carteira:

$$I_{\mu_C} = \sum_{j=1}^n \omega_j \cdot (a_j + b_j \cdot R_{\mu_M})$$

- Variância-Risco da carteira:

$$I_{S_C}^2 = \sum_{j=1}^n \omega_j^2 \cdot (b_j^2 \cdot R_{S_M}^2 + e_{S_j}^2) + 2 \cdot \sum_{j < k} \omega_j \cdot \omega_k \cdot b_j \cdot b_k \cdot R_{S_M}^2$$

#### 4.5. Decomposição do Risco Total

Sabe-se que o risco, na forma de variância é dado por:

$$I_{S_j}^2 = b_j^2 \cdot R_{S_M}^2 + e_{S_j}^2$$

Onde:

$I_{S_j}^2$  é o risco total

$b_j^2 \cdot R_{S_M}^2$  é o risco sistemático ou conjuntural

$e_{S_j}^2$  é o risco próprio do ativo

Então, pode-se calcular:

$$e_{S_j}^2 = I_{S_j}^2 - b_j^2 \cdot R_{S_M}^2$$

#### 4.6. Fronteira Eficiente de Investimentos dos Ativos com Risco – Modelo de Sharpe

##### 4.6.1 Fronteira eficiente – Modelo de Sharpe

Sabe-se que o retorno médio da carteira é dado por:

$$I_{\mu_C} = \sum_{j=1}^n \omega_j \cdot (a_j + b_j \cdot R_{\mu_M})$$

Ou que:

$$I_{\mu_C} = \sum_{j=1}^n \omega_j \cdot a_j + R_{\mu_M} \cdot \sum_{j=1}^n \omega_j \cdot b_j$$

Indicando-se o retorno médio do mercado  $R_{\mu_M}$  por  $a_{n+1}$  e fazendo

$$\omega_{n+1} = \sum_{j=1}^n \omega_j \cdot b_j$$

Com esta conveniente notação pode-se escrever que

$$I_{\mu_C} = \sum_{j=1}^{n+1} \omega_j \cdot a_j$$

Como a variância é dada por

$$I_{S_C}^2 = \sum_{j=1}^n \omega_j^2 \cdot (b_j^2 \cdot R_{S_M}^2 + e_{S_j}^2) + 2 \cdot \sum_{j < k} \omega_j \cdot \omega_k \cdot b_j \cdot b_k \cdot R_{S_M}^2$$

Então, pode-se escrever:

$$I_{S_C}^2 = \sum_{j=1}^n \omega_j^2 \cdot e_{S_j}^2 + R_{S_M}^2 \cdot \sum_{j=1}^n \omega_j^2 \cdot b_j^2 + R_{S_M}^2 \cdot \sum_{j=1}^n \sum_{j \neq k=1}^n \omega_j \cdot \omega_k \cdot b_j \cdot b_k$$

Ou, então

$$I_{S_C}^2 = \sum_{j=1}^n \omega_j^2 \cdot e_{S_j}^2 + R_{S_M}^2 \cdot \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \omega_j \cdot \omega_k \cdot b_j \cdot b_k$$

Indicando-se  $R_{S_M}^2$  por  $e_{S_{n+1}}^2$  e fazendo

$$\omega_{n+1}^2 = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \omega_j \cdot \omega_k \cdot b_j \cdot b_k$$

Então, pode-se escrever:

$$I_{S_C}^2 = \sum_{j=1}^{n+1} \omega_j^2 \cdot e_{S_j}^2$$

Para a obtenção os pontos definidos pelas composições

$$(\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)$$

Que são candidatos à fronteira eficiente de investimentos, deve-se minimizar a variância (risco) da carteira  $I_{S_C}^2$ .

Assim, devem-se determinar as composições  $(\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)$  tais que se minimize  $I_{S_C}^2$ , sob as condições que:

$$I_{S_C}^2 = \sum_{j=1}^{n+1} \omega_j^2 \cdot e_{S_j}^2$$

$$\sum_{j=1}^n \omega_j = 1 \text{ e } 0 \leq \omega_j \leq 1; j = 1, \dots, n$$

Utilizando-se o método dos multiplicadores de Lagrange para resolver o problema, partimos da função:

$$I_{S_C}^2 = f(\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n) = \sum_{j=1}^{n+1} \omega_j^2 \cdot e_{S_j}^2$$

Onde  $e_{S_{n+1}}^2 = R_{S_M}^2$  sujeita às condições:

$$g(\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n, \omega_{n+1}) = \sum_{j=1}^{n+1} \omega_j^2 \cdot a_j - I_{\mu_C}$$

E:

$$h(\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n) = \sum_{j=1}^{n+1} \omega_j - 1$$

Observando-se que os resultados obtidos deverão levar em conta a condição  $0 \leq \omega_j \leq 1$ , que não está introduzida no método de Lagrange. Em seguida, constrói-se a função objetivo dada por:

$$F(\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n, \omega_{n+1}, \lambda_1, \lambda_2) = f + \lambda_1 \cdot h + \lambda_2 \cdot g$$

Calcula-se, então, as derivadas parciais de F,

$$\frac{\partial F}{\partial \omega_j}; j = 1, \dots, n$$

E, ainda:

$$\frac{\partial F}{\partial \lambda_1} \text{ e } \frac{\partial F}{\partial \lambda_2}$$

Igualando-se a zero estas derivadas, chega-se um sistema de  $n + 3$  equações com  $n + 3$  incógnitas dadas por  $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n, \omega_{n+1}, \lambda_1, \lambda_2$ . A solução deste sistema é que fornecerá as composições  $(\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)$  candidatas a pontos da fronteira eficiente de investimentos com risco.

#### 4.6.2. Análise dos valores para cada ativo da carteira

Exemplificando a metodologia para o caso de 5 ativos, a função objetivo será dada por:

$$\begin{aligned} F(\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n, \lambda_1, \lambda_2) = \\ = \sum_{j=1}^5 \omega_j^2 \cdot e_{S_j}^2 + \lambda_1 \cdot \left( \sum_{j=1}^5 \omega_j - 1 \right) + \lambda_2 \cdot \left( \sum_{j=1}^5 \omega_j \cdot a_j - I_{\mu_C} \right) \end{aligned}$$

Ou, desenvolvendo:

$$F(\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4, \omega_5, \lambda_1, \lambda_2) = \omega_1^2 \cdot e_{S_1}^2 + \omega_2^2 \cdot e_{S_2}^2 + \omega_3^2 \cdot e_{S_3}^2 + \omega_4^2 \cdot e_{S_4}^2 + \omega_5^2 \cdot e_{S_5}^2 + \\ + \lambda_1 \cdot (\omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4 - 1) + \lambda_2 \cdot (\omega_1 \cdot a_1 + \omega_2 \cdot a_2 + \omega_3 \cdot a_3 + \omega_4 \cdot a_4 + \omega_5 \cdot a_5)$$

Onde:

- $e_{S_5}^2 = R_{S_M}^2$  - variância de mercado
- $a_5 = R_{\mu_M}$  - retorno médio do mercado

Calculando-se as derivadas parciais e igualando-as a zero, obtém-se:

$$\frac{\partial F}{\partial \omega_1} = 2 \cdot \omega_1 \cdot e_{S_1}^2 + \lambda_1 + \lambda_2 \cdot a_1 = 0$$

$$\frac{\partial F}{\partial \omega_2} = 2 \cdot \omega_2 \cdot e_{S_2}^2 + \lambda_1 + \lambda_2 \cdot a_2 = 0$$

$$\frac{\partial F}{\partial \omega_3} = 2 \cdot \omega_3 \cdot e_{S_3}^2 + \lambda_1 + \lambda_2 \cdot a_3 = 0$$

$$\frac{\partial F}{\partial \omega_4} = 2 \cdot \omega_4 \cdot e_{S_4}^2 + \lambda_1 + \lambda_2 \cdot a_4 = 0$$

$$\frac{\partial F}{\partial \omega_5} = 2 \cdot \omega_5 \cdot e_{S_5}^2 + \lambda_1 + \lambda_2 \cdot a_5 = 0$$

$$\frac{\partial F}{\partial \lambda_1} = \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4 - 1 = 0$$

$$\frac{\partial F}{\partial \lambda_2} = \omega_1 \cdot a_1 + \omega_2 \cdot a_2 + \omega_3 \cdot a_3 + \omega_4 \cdot a_4 + \omega_5 \cdot a_5 - I_{\mu_C}$$

Sabendo-se que  $e_{S_C}^2 = R_{S_M}$  e  $a_5 = R_{\mu_M}$ , então, escrevendo o sistema na forma

matricial, tem-se:

$$\begin{bmatrix} 2 \cdot e_{S_1}^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & a_1 \\ 0 & 2 \cdot e_{S_2}^2 & 0 & 0 & 0 & 1 & a_2 \\ 0 & 0 & 2 \cdot e_{S_3}^2 & 0 & 0 & 1 & a_3 \\ 0 & 0 & 0 & 2 \cdot e_{S_4}^2 & 0 & 1 & a_4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 2 \cdot R_{S_M}^2 & 0 & R_{\mu_M} \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ a_1 & a_2 & a_3 & a_4 & R_{\mu_M} & 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \omega_3 \\ \omega_4 \\ \omega_5 \\ \lambda_1 \\ \lambda_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ I_{\mu_C} \end{bmatrix}$$

Ou seja, obtém-se um sistema da forma:

$$M \cdot W = U$$

Onde:

$$W = M^{-1} \cdot U$$

O que permitirá obter  $(\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4)$ , em função do retorno médio da carteira  $I_{\mu_c}$ .

O resultado obtido na forma matricial pode ser facilmente estendido para o caso de  $n$  ativos, sem maiores considerações.



## 5. CAPM - CAPITAL ASSET PRICING MODEL

### 5.1. Introdução

O desenvolvimento do CAPM está baseado em algumas hipóteses que têm a finalidade de simplificar sua elaboração. Estas hipóteses são:

1. Os investidores preocupam-se apenas com o valor esperado e com a variância (ou desvio-padrão) da taxa de retorno.
2. Os investidores têm preferência por retorno maior e por risco menor.
3. Os investidores desejam ter carteiras eficientes: aquelas que dão máximo retorno esperado, dado o risco, ou mínimo risco, dado o retorno esperado.
4. Os investidores estão de acordo quanto às distribuições de probabilidade das taxas de juro dos ativos, o que assegura a existência de um único conjunto de carteiras eficientes.
5. Os ativos são perfeitamente divisíveis.
6. Há um ativo sem risco, e os investidores podem comprá-lo e vendê-lo em qualquer quantidade.
7. Não há custos de transação ou impostos, ou, alternativamente eles são idênticos para todos os indivíduos.

As hipóteses de 1 a 4 estabelecem a aceitação da relação risco-retorno, base de toda a teoria.

As condições de mercado perfeito estão fixadas explicitamente na hipótese 6 e implicitamente na hipótese 4, visto que ela implica o seguinte:

- os investidores não podem, por meio de suas operações, influenciar os preços do mercado;
- os investidores têm todas as informações relevantes, seus custos, sobre os investimentos disponíveis.

### 5.2. Introdução ao modelo

Seja  $M$  a carteira de mercado, onde seu retorno  $R_M$  apresenta média  $R_{\mu_M}$  e risco (desvio)  $R_{S_M}$ .

Considere-se um ativo de risco A com retorno médio  $I_A$ , de média  $I_{\mu_A}$  e risco (desvio)  $I_{S_A}$ .

Finalmente, indica-se, aqui, por F o ativo livre de risco com retorno  $I_F$ .

Quer-se tomar uma carteira C composta pelo ativo A e por M, a carteira de mercado.

Utilizando-se as equações do risco e retorno para dois ativos, teremos:

$$I_{\mu_C} = \omega \cdot I_{\mu_A} + (1 - \omega) \cdot R_{\mu_M}$$

E

$$I_{S_C}^2 = \omega^2 \cdot I_{S_A}^2 + (1 - \omega)^2 \cdot R_{S_M}^2 + 2 \cdot \omega \cdot (1 - \omega) \cdot \text{cov}(I_A, R_M)$$

Sabe-se que a equação risco-retorno das carteiras formadas pelos ativos A e M é uma hipérbole.

A partir destas condições, pode-se examinar o que ocorre com o risco e o retorno à medida que se varia a proporção  $\omega$  do ativo A na carteira. Esta variação pode ser medida calculando-se:

$$\frac{\partial I_{\mu_C}}{\partial \omega} \text{ e } \frac{\partial I_{S_C}}{\partial \omega}$$

Que fornecem os incrementos de retorno e risco à medida que se aponta um acréscimo, positivo ou negativo à  $\omega$ .

Assim, tem-se:

$$\frac{\partial I_{\mu_C}}{\partial \omega} = I_{\mu_A} - R_{\mu_M}$$

E:

$$\frac{\partial I_{S_C}}{\partial \omega} = \frac{2 \cdot \omega^2 \cdot I_{S_A}^2 - 2 \cdot (1 - \omega) \cdot R_{S_M}^2 + 2 \cdot (1 - 2 \cdot \omega) \cdot \text{cov}(I_A, R_M)}{2 \cdot \sqrt{\omega^2 \cdot I_{S_A}^2 + (1 - \omega)^2 \cdot R_{S_M}^2 + 2 \cdot \omega \cdot (1 - \omega) \cdot \text{cov}(I_A, R_M)}}$$

O que possibilita calcular os coeficientes angulares das retas tangentes à hipérbole, formada pelas carteiras de A e M, para cada proporção  $\omega_0$  fixada.

$$m_{\omega_0} = \left. \frac{\frac{\partial I_{\mu_C}}{\partial \omega}}{\frac{\partial I_{S_C}}{\partial \omega}} \right|_{\omega_0}$$

### 5.3. Condições de Equilíbrio de Mercado – A Equação Fundamental do CAPM

Considere-se a carteira de mercado M e o ativo de risco A, sendo que, naturalmente, o ativo A faz parte da carteira M. Assim, quando se deseja elaborar carteiras do tipo C, formadas pela composição de A com M na proporção  $(\omega, 1-\omega)$ , estar-se-á também alterando a carteira de mercado M. Esta alteração ocorre devido à procura do ativo A na proporção  $\omega$ , o que corresponde a um acréscimo em relação à participação de A na carteira de mercado M.

Assim, a condição de equilíbrio do mercado ocorre para  $\omega = 0$ , ou seja, quando não há procura do ativo A em proporções maiores do que sua participação na carteira de mercado M.

Desta forma, tomando as carteiras do tipo C, formadas pela composição de A e M, o mercado estará em equilíbrio para  $C=M$ , ou seja, quando  $\omega = 0$ .

Então, o coeficiente angular da reta tangente à hipérbole pelo ponto M, ou seja, nas condições de equilíbrio do mercado, será dado pela equação dos coeficientes angulares das retas tangentes a hipérbole para  $\omega = 0$ , assim:

$$m_{\omega=0} = \frac{\frac{\partial I_{\mu_C}}{\partial \omega}}{\frac{\partial I_{S_C}}{\partial \omega}} \bigg|_{\omega=0} = \frac{I_{\mu_A} - R_{\mu_M}}{\frac{\text{cov}(I_A, R_M) - R_{S_M}^2}{R_{S_M}}}$$

Por outro lado, para as carteiras C, formadas pelos ativos A e M, sabe-se que a razão recompensa-variabilidade de uma carteira é dada por:

$$RV_C = \frac{I_{\mu_C} - I_F}{I_{S_C}}$$

A condição de máxima razão recompensa-variabilidade pode ser obtida pela determinação de  $\omega$  tal que:

$$\frac{\partial RV_C}{\partial \omega} = 0$$

Derivando a razão temos que:

$$\frac{\partial RV_C}{\partial \omega} = \frac{\frac{\partial I_{\mu_C}}{\partial \omega} \cdot I_{S_C} - \frac{\partial I_{S_C}}{\partial \omega} \cdot (I_{\mu_C} - I_F)}{I_{S_C}^2}$$

E, impondo a igualdade à zero, obtém-se:

$$\frac{\partial I_{\mu_C}}{\partial \omega} \cdot I_{S_C} - \frac{\partial I_{S_C}}{\partial \omega} \cdot (I_{\mu_C} - I_F) = 0$$

Ou, ainda:

$$\frac{\frac{\partial I_{\mu_C}}{\partial \omega}}{\frac{\partial I_{S_C}}{\partial \omega}} = \frac{I_{\mu_C} - I_F}{I_{S_C}}$$

Onde o primeiro membro da equação é o coeficiente angular das retas tangentes à hipérbole definidas pelas carteiras do tipo C, formadas pelos ativos A e M. O segundo membro corresponde à razão recompensa-variabilidade da carteira C de máxima razão.

Assim, em condições de equilíbrio de mercado tem-se  $\omega = 0$ , ou seja,  $C=M$ , então, a igualdade terá a forma:

$$\left. \frac{\frac{\partial I_{\mu_C}}{\partial \omega}}{\frac{\partial I_{S_C}}{\partial \omega}} \right|_{\omega=0} = \frac{R_{\mu_M} - I_F}{R_{S_M}}$$

As carteiras do tipo C' formadas pelos ativos M e F, livres de risco, são pontos de uma reta com coeficiente angular dado por  $RV_M$ , ou seja:

$$I_{\mu_{C'}} = I_F + \frac{R_{\mu_M} - I_F}{R_{S_M}} \cdot I_{S_{C'}}$$

Assim, a equação da reta por F e M será tangente à hipérbole.

Uma forma alternativa de encontrar a reta ( $t$ ) que é tangente à hipérbole pode ser obtida utilizando-se ferramentas de geometria analítica.

Se o ponto  $P(0, I_F)$  e a cônica  $(\lambda) f(x,y) = 0$ , temos:

- $P \in t \Rightarrow (t)y - y_0 = m(x - x_0)$
- como  $t$  é tangente a  $\lambda$ , determina-se  $m$  impondo  $\Delta = 0$ .

## 6. APLICAÇÃO DO MODELO

### 6.1. Introdução

O fluxo de investimentos dos países desenvolvidos para os países emergentes aumentou consistentemente na década de 90, como foi verificado por Bruni, Fuentes e Famá (1998).

O principal motivo da transferência internacional de recursos é a busca de maiores retornos possibilitados por oportunidades de negócio mais arriscadas, com o intuito de aumentar o retorno total da carteira de um investidor global. Após a elaboração da Moderna Teoria de Portifólios proposta por Markowitz, a migração de recursos para as economias em desenvolvimento deixa de ser somente uma busca por oportunidades de maiores ganhos, mas também de redução de risco de carteira.

O modelo de Markowitz propõe que o comportamento dos retornos dos ativos medidos em termos de coeficientes de correlação, pode reduzir o risco total de uma carteira. A redução de risco é explicável, pois o movimento desses retornos pode assumir direções contrárias em certos momentos e reduzir a volatilidade conjunta, medida em termos de variância. Dessa forma, uma carteira com um maior número de ativos, inversamente correlacionados, pode ter menor risco do que a soma dos riscos individuais desses ativos. Pensando dessa maneira, detectou-se a possibilidade de reduzir ainda mais o risco de uma carteira diversificada domesticamente em países desenvolvidos, investindo-se em ativos de países em desenvolvimento, pois o comportamento dos retornos destes ativos é diferente daqueles inseridos em mercados desenvolvidos. Logo, os investidores aumentariam a possibilidade de ganhos, reduzindo riscos, realizando a chamada diversificação internacional.

Nas últimas décadas, houve uma difusão das tecnologias de informação, a padronização dos mercados internacionais e maior facilidade nas transferências de recursos, possibilitada pelos sistemas eletrônicos de pagamentos. Esse fluxo de recursos facilitado provocou uma maior sincronia no comportamento dos retornos dos ativos dos países em desenvolvimento com os retornos dos países desenvolvidos.

A sincronia do comportamento dos mercados pode ser intuitivamente verificada pelo contágio das crises que assolaram México, países asiáticos, Rússia, Brasil e, mais recentemente, Argentina. Como também o reflexo do aumento da taxa de

juro doméstica nos EUA em 1999 na economia dos países em desenvolvimento. Os mercados, portanto, acabam se tornando mais interligados e dependentes, aumentando o fluxo de bens, serviços e informação, característico do processo de globalização. Uma maior sincronia no comportamento dos retornos dos ativos internacionais aumenta a correlação entre eles e diminui a possibilidade de redução do risco total de carteiras globais.

Neste trabalho, procura-se estudar a obtenção de um retorno pré-definido com a redução de risco em carteiras de ativos internacionais, utilizando a diversificação em economias emergentes. Após analisar as abordagens anteriores, será realizada verificação empírica sobre o comportamento da carteira composta por títulos de economias emergentes e títulos dos Estados Unidos, utilizando para isso séries temporais de retornos. Será verificada a possibilidade de diversificação internacional para os atuais níveis de globalização. Para isso, utilizaremos uma simulação de carteiras globais, obtendo a fronteira eficiente de Markowitz e, ainda, a reta do CAPM. Os títulos utilizados para composição da carteira e suas características principais estão representados abaixo:

Descrição	Emissor	Moeda	Vencimento	Maturidade	Rating		
					Moody's	S&P	Fitch
Título soberano	EUA	US\$ (EUA)	15/08/2010	6 anos	Aaa	AAA	AAA
Título soberano	Brasil	US\$ (EUA)	15/10/2010	6 anos	B1	BB-	BB-
Título soberano	Turquia	US\$ (EUA)	15/06/2010	6 anos	B1	BB-	B+
Título soberano	México	US\$ (EUA)	01/02/2010	6 anos	Baa2	BBB-	BBB-
Título soberano	Rússia	US\$ (EUA)	31/03/2010	6 anos	Baa3	BB+	BBB-

Como se pode observar da tabela acima os títulos considerados possuem características semelhantes, em especial todos possuem maturidade de aproximadamente 6 anos e referenciados em dólares americanos. Isso faz com que a análise caracterize-se como relevante e consistente no sentido econômico.

## ***6.2. Diversificação internacional e o risco cambial***

A diversificação internacional de carteiras de investimento segue o mesmo princípio das carteiras domésticas, onde o investidor tenta combinar ações que não são perfeitamente correlacionadas. Assim, Bodie, Kane, e Marcus (2000) indicam que devido ao fato dos retornos nos países serem imperfeitamente correlacionados,

existiriam oportunidades de ganhos, em termos de risco e retorno, na diversificação internacional.

Os investimentos internacionais têm ganhado créditos entre os investidores devido ao incremento nos retornos da carteira e na redução do risco na diversificação internacional. Por outro lado, este aumento nos retornos pode ser revertido pela volatilidade da taxa de câmbio (risco cambial), considerado como o risco mais comum nos investimentos globais. Apesar de uma maior integração entre os mercados financeiros do mundo nos últimos anos, as variações na estabilidade financeira e o tempo dos ciclos econômicos das diferentes nações, junto com um incremento na globalização, têm resultado num incremento da volatilidade do fluxo de capital e maior exposição ao risco cambial.

Várias pesquisas têm sido realizadas para estudar o impacto do risco cambial nos investimentos estrangeiros. Ao que tudo indica, inexistente um consenso quanto aos resultados. Segundo Radcliffe (1994), o risco da taxa cambial nos investimentos feitos num país estrangeiro pode ser considerável. Esta conclusão está de acordo com o estudo feito por Ziobrowski e Cursio (1991) os quais concluíram que a conversão das moedas aumenta consideravelmente o risco (em alguns casos, além de 600%) e os investimentos domésticos aparecem como os menos arriscados sem importar o tipo de ativo ou país.

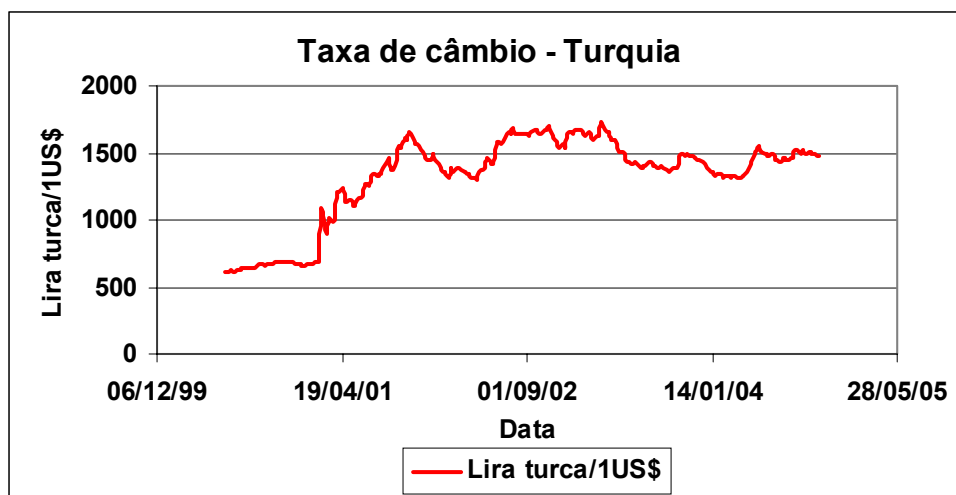
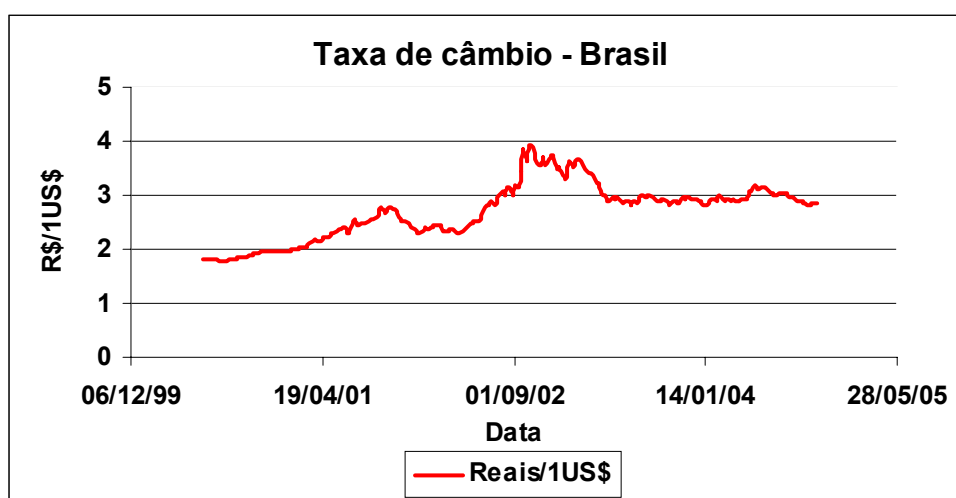
Outro estudo feito por Eun e Resnick (1985) utilizando os retornos mensais dos índices de mercado acionário das quinze maiores economias desenvolvidas no período compreendido entre 1973 e 1982, e convertendo-os em termos de cinco moedas fortes (franco francês, marco alemão, iene japonês, libra esterlina e dólar americano), demonstrou a significativa influência do fator moeda, aumentando o risco da carteira internacional e diminuindo o seu grau de desempenho.

Contudo, Jorion (1990) indica que do ponto de vista de um investidor, a exposição à taxa de câmbio seria importante somente se esta representasse um componente sistemático do risco de um ativo. Isto é dito sob o pressuposto de que o risco cambial pode ser reduzido através de uma ampla diversificação entre países.

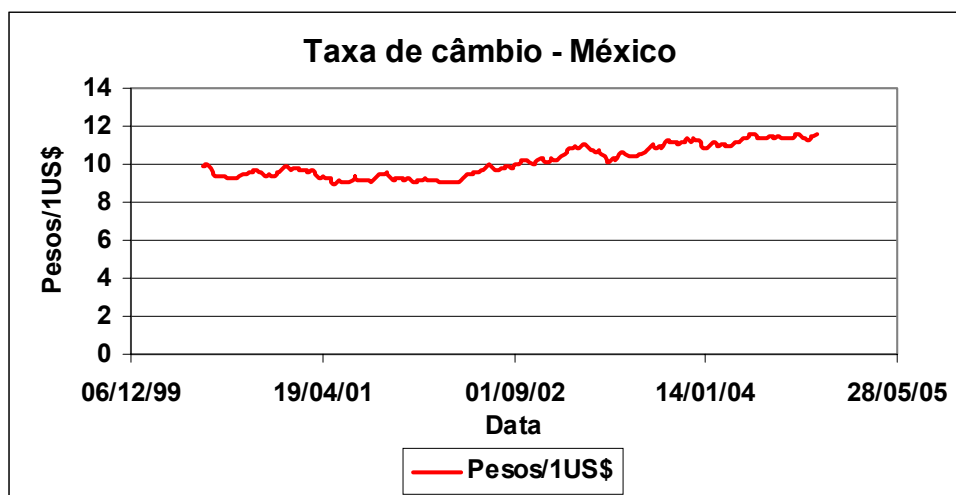
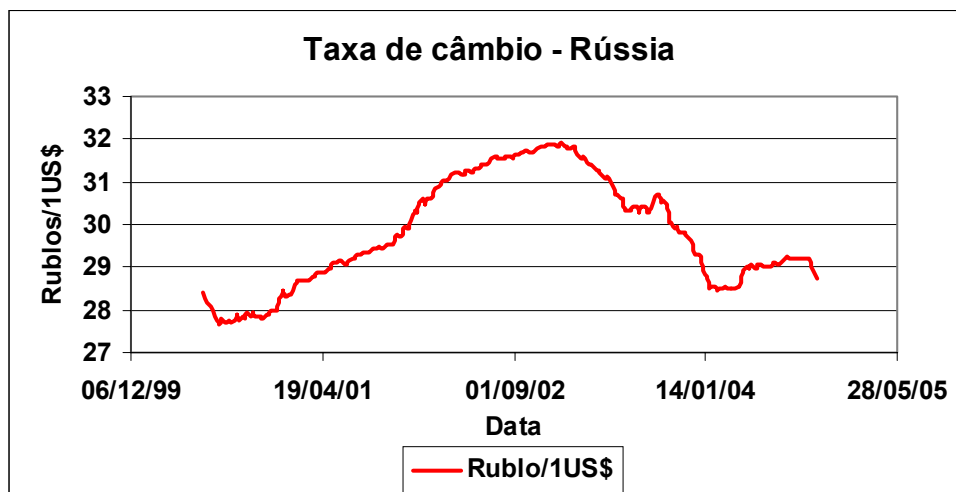
O impacto do risco cambial sobre o risco de carteiras com ativos internacionais é significativo, conforme Newell e Webb (1996), para o período entre 1985 e 1993, sendo este impacto evidente para títulos de dívidas e bens imóveis e, somente, em termos marginais para as ações. Por outro lado, Solnik (1996), afirma que as flutuações cambiais nunca têm sido o mais importante componente do retorno total

numa carteira diversificada de ações sobre um período longo de tempo, pois a desvalorização de uma moeda geralmente é compensada pela valorização de outra. Num estudo anterior, Biger (1979) também sugere que a volatilidade das taxas cambiais é insignificante numa carteira internacional.

Para as quatro economias emergentes selecionadas para compor a carteira (Brasil, Turquia, México e Rússia) apresentam o seguinte comportamento histórico de variação cambial:







Conforme se pode observar nos gráficos apresentados, a economia que apresentou maior estabilidade cambial ao longo do período analisado foi a economia mexicana (menor volatilidade da moeda em relação ao dólar americano).

Para nossa análise de composição de carteira internacional o risco cambial foi contornado utilizando-se a cotação de todos os papéis em dólares americanos.

### **6.3. Critérios**

O critério de seleção da carteira ótima foi a maximização do índice de Sharpe (1966), segundo a metodologia proposta, utilizando-se como ativo livre de risco os títulos americanos de maturidade de 6 anos. Os títulos americanos, devido à estabilidade de sua economia e peso no cenário econômico mundial são tidos como livre

de risco. As cotações dos títulos mencionados foram obtidas através da agência de notícias Bloomberg. Os dados têm periodicidade semanal, taxa de juros em termos percentuais com base anual e referenciadas em dólares americanos.

A partir dos retornos diários, calculou-se o retorno médio e o desvio-padrão (risco) de cada título, bem como as covariâncias entre cada par de títulos.

#### ***6.4. Limitações e restrições do trabalho***

O modelo desenvolvido por Markowitz (1952) e Tobin (1958) na abordagem clássica da análise de média-variância, possui algumas limitações que são, ao mesmo tempo, restrições específicas que se aplicam neste trabalho.

Provavelmente, a maior limitação deste modelo, relaciona-se com a aplicação da análise de média-variância que, conforme Jorion (1992), desconsidera totalmente as incertezas inerentes aos parâmetros de entrada (retornos esperados dos ativos, seus desvios-padrão e todos os pares de correlação), podendo ocasionar, sistematicamente, exageros na previsão dos possíveis ganhos decorrentes da diversificação internacional.

Neste sentido, segundo Michaud (1989), a construção das carteiras ótimas está altamente influenciada por ativos que possuem os mais altos retornos, sendo estes os mais prováveis de conter erros nos parâmetros de entrada. Assim, na maioria das vezes, a otimização superestima o verdadeiro desempenho da carteira ótima. Portanto, as incertezas nos parâmetros de entrada na otimização de carteiras internacionais não são levadas em conta, seguindo a mesma linha de pesquisa adotada por Zanette (1995). Sendo assim, ressalta-se a colocação de Jorion (1992) sobre a flexibilidade deste modelo de incorporar várias restrições.

## 7. RESULTADOS

### 7.1. Resultados Quantitativos

Para os títulos considerados:

Descrição	Emissor	Moeda	Vencimento	Maturidade	Rating		
					Moody's	S&P	Fitch
Título soberano	EUA	US\$ (EUA)	15/08/2010	6 anos	Aaa	AAA	AAA
Título soberano	Brasil	US\$ (EUA)	15/10/2010	6 anos	B1	BB-	BB-
Título soberano	Turquia	US\$ (EUA)	15/06/2010	6 anos	B1	BB-	B+
Título soberano	México	US\$ (EUA)	01/02/2010	6 anos	Baa2	BBB-	BBB-
Título soberano	Rússia	US\$ (EUA)	31/03/2010	6 anos	Baa3	BB+	BBB-

E o período analisado:

Dados para a montagem da Fronteira	
Data Inicial	08/05/2000
Data Final	01/11/2004
Dados semanais (segunda-feira)	

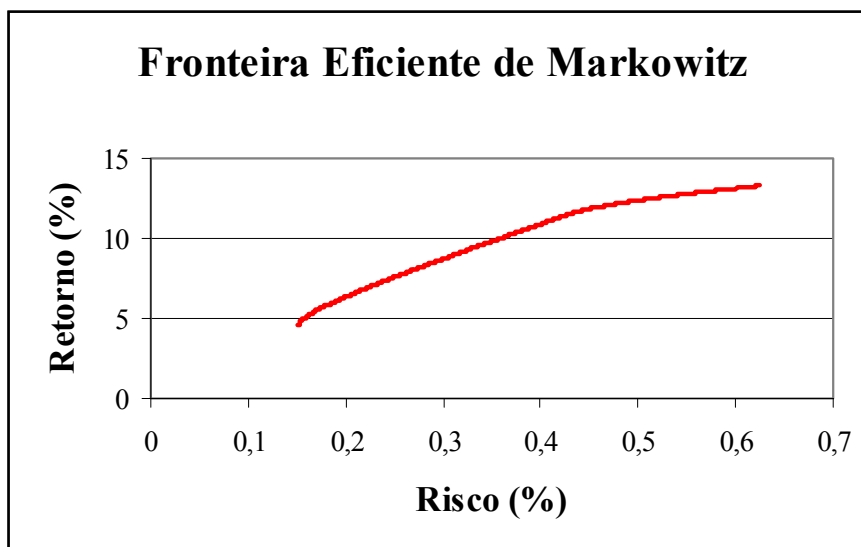
Obtivemos, conforme a metodologia exposta ao longo deste trabalho, as seguintes média e desvio-padrão (risco) de cada ativo:

Ativo	Retorno (%a.a)	Risco (%a.a.)
Brasil	13,2949	0,625011
Mexico	6,7092	0,254110
Russia	9,3039	0,513109
Turquia	11,0594	0,418558
USA	4,5245	0,150699

E a seguinte matriz de correlação:

Matriz de correlação					
	Brasil	Mexico	Russia	Turquia	USA
Brasil	1	0,542021	0,280184	0,677752	0,338215
Mexico	0,5420211	1	0,932141	0,861791	0,933624
Russia	0,2801836	0,932141	1	0,747161	0,870907
Turquia	0,6777524	0,861791	0,747161	1	0,712332
USA	0,3382151	0,933624	0,870907	0,712332	1

A fronteira eficiente de Markowitz obtida, quando plotada num gráfico risco-retorno, apresentou-se com o seguinte aspecto:



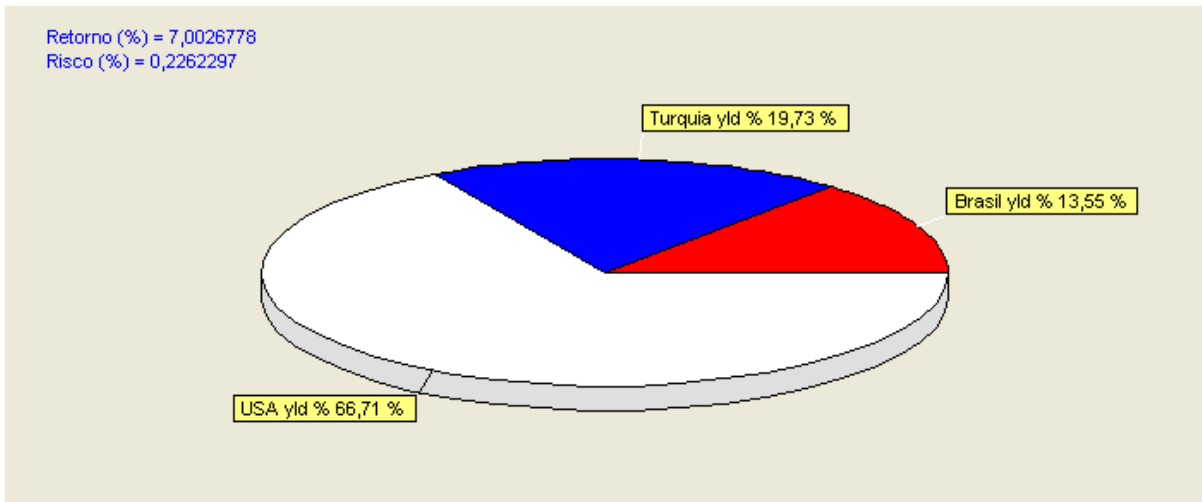
Para as carteiras dos títulos em questão, estabelecemos uma rentabilidade esperada para as carteiras. Em outras palavras, estabelecemos um alvo (target) de rentabilidade que a carteira deveria atingir utilizando a metodologia proposta. Os resultados e as hipóteses realizadas encontram-se descritas abaixo:

Para um target de 7% a.a. de retorno obtivemos:

<b>Retorno (%)</b>	<b>7,00</b>
<b>Risco (%)</b>	<b>0,2261206</b>

<b>Composição da carteira</b>	
<b>Brasil</b>	<b>13,55%</b>
<b>Turquia</b>	<b>19,70%</b>
<b>USA</b>	<b>66,75%</b>

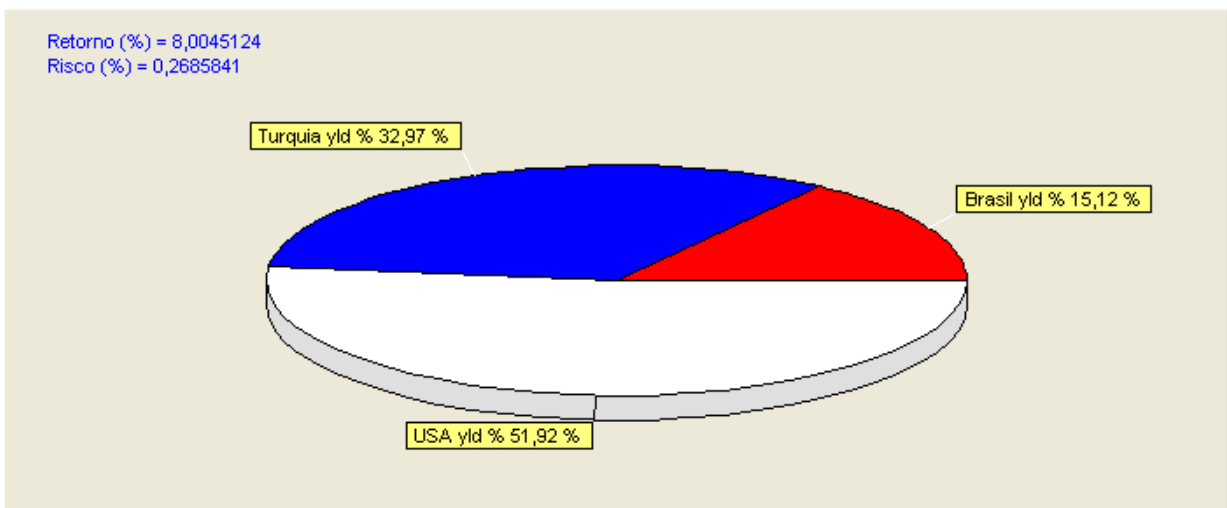
Graficamente:



Para um target de 8% a.a. de retorno obtivemos:

<b>Retorno (%)</b>	<b>8,00</b>
<b>Risco (%)</b>	<b>0,2683875</b>

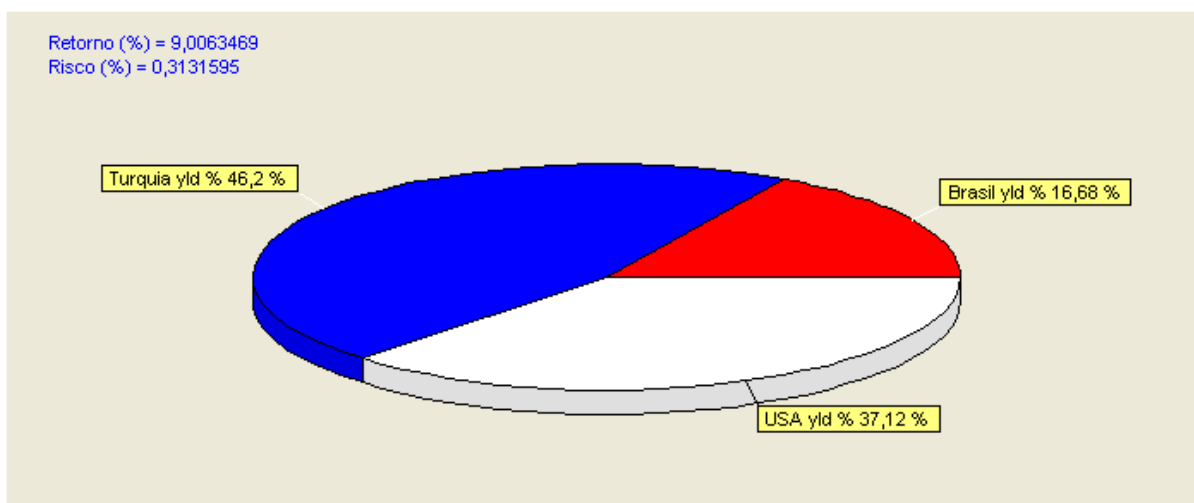
Composição da carteira	
<b>Brasil</b>	<b>15,11%</b>
<b>Turquia</b>	<b>32,91%</b>
<b>USA</b>	<b>51,99%</b>



Para um target de 9%a.a. de retorno obtivemos:

<b>Retorno (%)</b>	<b>9,00</b>
<b>Risco (%)</b>	<b>0,3128721</b>

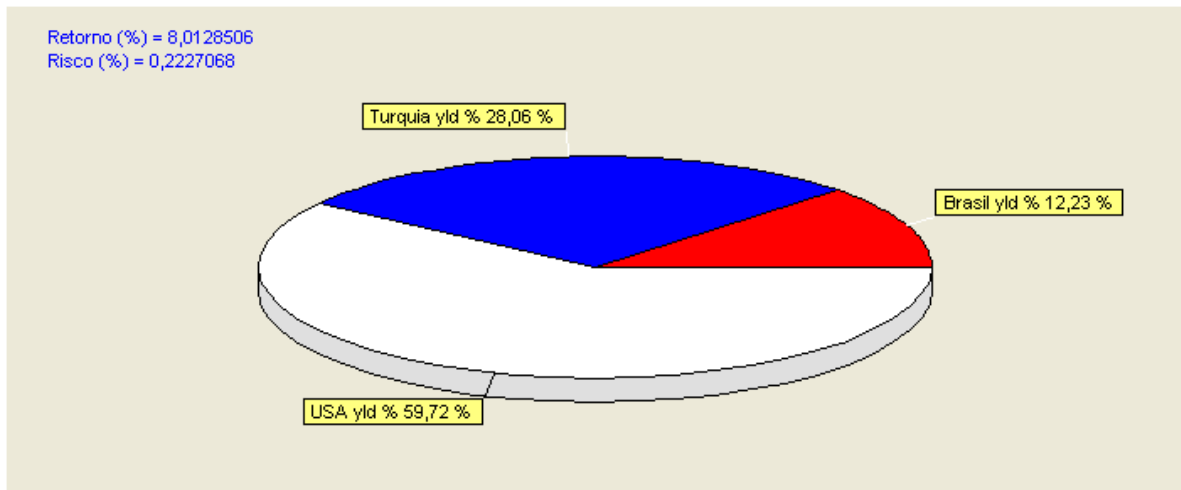
<b>Composição da carteira</b>	
<b>Brasil</b>	<b>16,67%</b>
<b>Turquia</b>	<b>46,11%</b>
<b>USA</b>	<b>37,22%</b>



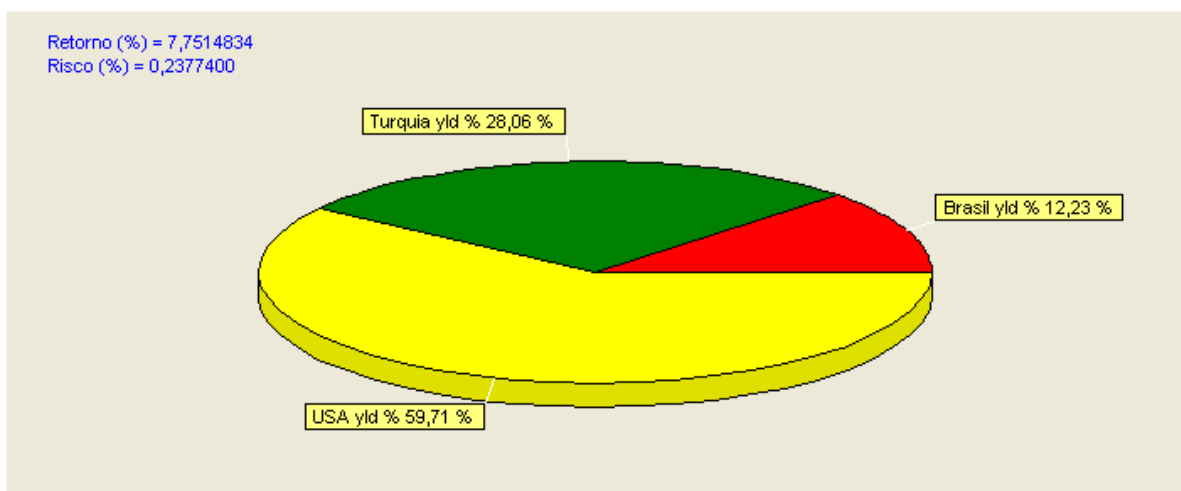
## 7.2. Back-test

O back-test é a avaliação do modelo feita a posteriori. Ao empregarmos um modelo de alocação de ativos numa carteira é recomendado que avaliemos constantemente a qualidade do mesmo. Portanto, para que possamos testar a eficiência do modelo realizamos um back-test da metodologia proposta.

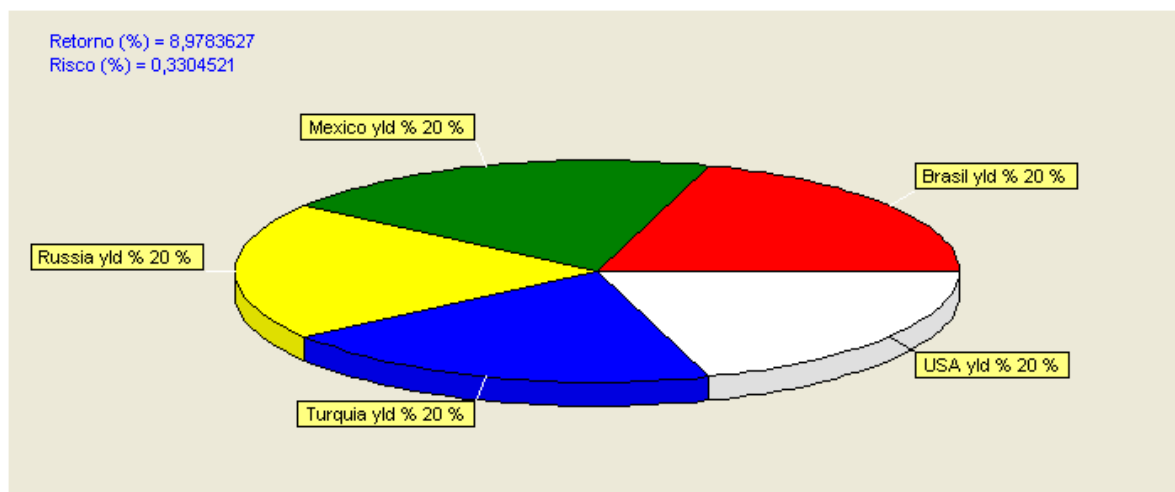
Para 08/05/2000 até 1/11/2003, temos a seguinte composição para obtenção de 8% a.a. de retorno:



Se aplicarmos essa carteira para o período de 01/11/2003 até 01/11/2004 o resultado da carteira teórica, concebida em 01/11/2003 foi:



Para 01/11/2003 até 01/11/2004 o resultado de uma carteira aleatória (pesos iguais para todos os ativos) foi:



O que sugere que, para o nível de retorno desejado para a carteira, a aplicação do modelo foi efetiva. Ou seja, a aplicação do modelo de composição de carteiras aqui apresentado mostrou-se mais eficiente no cumprimento dos objetivos propostos do que a carteira aleatória.



## **8. CONCLUSÃO**

Os resultados apresentados neste trabalho mostram a eficiência da diversificação de ativos partindo-se do pressuposto de que o objetivo do investidor é maximizar seu retorno minimizando o seu risco. Deve-se ressaltar que o desempenho atingido no período não garante o desempenho futuro dos ativos e, portanto, não se deve restringir o processo de tomada de decisão à otimização de carteiras. É bastante razoável essa afirmação, uma vez que o desempenho de um ativo está ligado a diversos fatores que não só o comportamento passado, dado o dinamismo do mercado em geral.

## 9. BIBLIOGRAFIA

ASSAF, Alexandre. *Mercado Financeiro*. São Paulo: Atlas, 2001.

BODIE, Zvi; KANE, Alex; MARCUS, Alan J. *Fundamentos de Investimentos*. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.

BRITO, Ney Roberto Ottoni de. *Gestão de Investimentos*. São Paulo: Atlas, Rio de Janeiro: UFRJ, 1989.

BRITO, Ney Roberto Ottoni de. *Mercado de Capitais e a Estrutura Empresarial Brasileira*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1981.

COSTA NETO, Pedro Luiz de Oliveira. *Estatística*. São Paulo: Edgar Blücher, 1977.

DAMODARAN, Aswath. *Administração de investimentos*. Porto Alegre: Bookman, 2000.

EUN, C.S; RESNICK, B.G. *Currency Factor in International Portfolio Diversification*. Columbia Journal of World Business, p. 45-53, Summer 1985.

FABOZZI, Frank. *The handbook of fixed income securities*. New York: McGraw-Hill, 1997.

GRUBER, J. Elton...[et al.]. *Moderna teoria de carteiras e análise de investimentos*. São Paulo: Atlas, 2004.

GITMAN, Lawrence J. *Princípios de Administração Financeira*. São Paulo: Harbra, 1984.

HULL, John. *Introduction to futures and options markets*. New York: Prentice-Hall, 1995.

JORION, P. *The Exchange Rate Exposure of U.S. Multinationals*. Journal of Business, v. 63, p. 331-345, 1990.

\_\_\_\_\_. *Portfolio Optimization in Practice*. Financial Analyst Journal, p. 68-74, January/February 1992.

\_\_\_\_\_. *Value at Risk*. Sao Paulo: BM&F, 2003.

MARKOWITZ, Harry M. *Portfolio Selection*. Oxford: Basil Blackwell, 1991.

MEYER, Paul L. *Probabilidade: aplicações à estatística*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975.

MICHAUD, R.O. *The Markowitz Optimization Enigma: Is Optimized Optimal?* Financial Analysts Journal, p. 31-42, January/February 1989.

NEWELL e WEBB. *Assessing Risk for International Real Estate Investments*. Journal of Real Estate Research, v. 11, p. 103-115, 1996.

RADCLIFFE, R.C. *Investment: Concepts, Analysis, Strategy*. 4th. ed. New York: Harper Collins College Publishers, 1994.

SANVICENTE, Antonio Zoratto. *Administração Financeira*. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1983.

SANVICENTE, Antonio Zoratto, MELLAGI FILHO, Armando. *Mercado de capitais e estratégias de investimento*. São Paulo: Atlas, 1988.

SECURATO, José Roberto. *Cálculo financeiro das tesourarias*. São Paulo: Saint Paul, 2003.

SECURATO, José Roberto. *Decisões Financeiras em condições de risco*. São Paulo: Atlas, 1996.

SECURATO, José Roberto. *Análise de crédito e avaliação do risco*. São Paulo: Saint Paul, 2002.

SHARPE, William F. *Portifólio theory and capital markets*. New York: McGraw-Hill, 1970.

SHARPE, William, ALEXANDER, Gordon J. *Investments*. 4.ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1990.

\_\_\_\_\_. *An Algorithm for Portifólio Improvement*. Research Paper nº 475, Graduate School of Business, Stanford University, Oct. 1978.

SOLNIK, Bruno H. *International Investments*. 3rd. ed. Boston: Addison-Wesley, 1996.

ZANETTE, Jorge Zuchem. *Otimização de Portifólios Internacionais Através da Abordagem de Média-Variância e o Efeito do Componente Brasil*. 1995. 130f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1995.

ZIOBROWSKI, A.J; CURSIO, R.J. *Diversification Benefits of U.S. Real Estate to Foreign Investors*. Journal of Real Estate Research, v. 6, p. 119-142, 1991.

WINSTON, Wayne L. *Operations Research*. Belmont: Duxbury, 1994.

WONNACOTT, Thomas H., WONNACOTT, Ronald J. *Estatística aplicada à economia e à administração*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1981.

### **Fontes de dados:**

[www.anbid.com.br](http://www.anbid.com.br)

[www.bcb.gov.br](http://www.bcb.gov.br)

[www.bovespa.com.br](http://www.bovespa.com.br)

[www.bmf.com.br](http://www.bmf.com.br)

[www.cetip.com.br](http://www.cetip.com.br)

[www.labfin.com.br](http://www.labfin.com.br)

Bloomberg

Broadcast

## FOLHA DE REGISTRO DO DOCUMENTO

1. CLASSIFICAÇÃO/TIPO <p style="text-align: center;">TC</p>	2. DATA <p style="text-align: center;">26 de novembro de 2004</p>	3. DOCUMENTO N° <p style="text-align: center;">CTA/ITA-IEI/TC-012/2004</p>	4. N° DE PÁGINAS <p style="text-align: center;">80</p>
5. TÍTULO E SUBTÍTULO: Uma análise da economia brasileira: o Risco-Brasil			
6. AUTOR(ES): <b>Camilo Bianchi</b>			
7. INSTITUIÇÃO(ÕES)/ÓRGÃO(S) INTERNO(S)/DIVISÃO(ÕES): 8. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Divisão de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica – ITA/IEI			
8. PALAVRAS-CHAVE SUGERIDAS PELO AUTOR: Risco-Soberano; Risco-Brasil; Teoria de Carteiras; Modelo de Markowitz; Modelo de Sharpe; CAPM.			
9. PALAVRAS-CHAVE RESULTANTES DE INDEXAÇÃO: Mercado financeiro; Avaliação de riscos; Brasil; Modelos econômicos; Fixação de preços; Capital; Investimentos; Economia internacional; Economia			
10. APRESENTAÇÃO: <p style="text-align: right;"><b>X Nacional      Internacional</b></p> Trabalho de Graduação, ITA, São José dos Campos, 2004. 80 páginas.			
11. RESUMO: Este trabalho discute inicialmente as definições de risco soberano, as classificações de risco pelas agências internacionais e traz uma análise de risco qualitativa das principais economias emergentes mundiais. Posteriormente, buscando uma abordagem quantitativa, estuda o modelo de Markowitz , o Modelo de Sharpe e o CAPM no sentido de se obter uma aplicação prática e quantitativa dos conceitos de risco-retorno. Admite-se que as distribuições das taxas de retorno esperadas para o futuro são semelhantes àquelas observadas no passado e, por meio da comparação do desempenho de uma estratégia de alocação de ativos segundo o critério de maximização do prêmio pela variabilidade histórica <i>versus</i> uma estratégia alternativa de diversificação ingênua, faz-se algumas conclusões sobre a eficiência dos modelos estudados.			
12. GRAU DE SIGILO: <b>(X) OSTENSIVO      ( ) RESERVADO      ( ) CONFIDENCIAL      ( ) SECRETO</b>			