

## **APLICAÇÃO PRÁTICA DO ÍNDICE DE SHARPE NA DETERMINAÇÃO DE UM PORTFÓLIO ÓTIMO DE ATIVOS**

*PRACTICAL APPLICATION OF SHARPE INDEX IN DETERMINATION OF ASSETS PORTFOLIO*

Breno Augusto de Oliveira **SILVA**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - IFTM  
breno.silva@iftm.edu.br

Sérgio Guimarães **NOGUEIRA**

Universidade Federal de Uberlândia - UFU  
sergiognogueira@yahoo.com.br

Kárem Cristina de Sousa **RIBEIRO**

Universidade Federal de Uberlândia - UFU  
kribeiro@ufu.br

Artigo recebido em 09/2014 – Aprovado em 05/2015

### **Resumo**

Este artigo tem como objetivo demonstrar a aplicação prática do Índice de Sharpe como ferramenta de apoio à decisão na determinação de ativos mais adequados para compor um portfólio de investimentos. O estudo foi realizado a partir da simulação de uma carteira hipotética de investimentos, composta por ações negociáveis na BM&F Bovespa (Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros). Os resultados mostram que o Índice de Sharpe (IS) é uma ferramenta útil na formação da carteira, a qual deve incluir os ativos que possuem maiores IS, ou seja, fornecem maiores retornos em relação ao risco. Porém, ao incluir novos ativos na carteira primária, o IS possui limitações para tomada de decisão do investidor, pois não considera informações sobre correlação entre os ativos e a proporção de cada um dentro do portfólio, o que pode elevar o risco total da carteira e comprometer o seu retorno.

**Palavras-chave:** Investimento, Índice de Sharpe, Risco, Retorno.

<http://periodicos.unifacef.com.br/index.php/rea>

## ABSTRACT

*This article aims to demonstrate the practical application of the Sharpe Ratio as a tool for decision supporting in determining the most appropriate assets to compose an investment portfolio. The study was conducted based on the simulation of a hypothetical portfolio composed by stocks traded on BM&F Bovespa – Brazilian stock exchange. The results show that the Sharpe Ratio (SR) is a useful tool in shaping the portfolio, which should include the assets that have higher SR, providing higher returns relative to their risks. However, to include new assets in the primary portfolio, the SR has limitations for the investor's decision making, once it does not consider the information of correlation between the assets, neither the proportion of each one in the portfolio, which can raise the overall risk of the investment and commit its return.*

**KEYWORDS:** Investment, Sharpe Ratio, Risk, Return

## 1 INTRODUÇÃO

Frente aos tradicionais investimentos de renda fixa disponíveis atualmente, o mercado de capitais brasileiro vem se mostrando como uma alternativa atraente para investidores que estejam dispostos a correr algum risco para alavancar a rentabilidade do seu investimento. Especificamente, pela maior expectativa de retorno em prazos mais longos, o mercado financeiro de ações se destaca como um dos mais procurados pelos investidores, tanto pessoa física como pessoa jurídica. Contudo, esta rentabilidade está frequentemente associada a certo grau de risco. Assim, para aumentar a possibilidade de ganhos, o investidor deve sempre buscar um conjunto ótimo de ativos para aplicar seu capital, de forma a evitar riscos maiores do que está disposto a correr.

Nesse sentido, montar um portfólio de ativos que permita equilibrar a relação entre risco e retorno torna-se essencial para o sucesso do investimento. Segundo Markowitz (1991), um portfólio adequado é mais do que uma lista de bons ativos. É um conjunto balanceado de oportunidades de investimento que permite ao investidor a maximização do retorno em relação ao risco incorrido em diferentes situações. Ainda segundo o autor, o propósito da análise de portfólios é definir as carteiras de ativos que melhor se adéquam aos objetivos e preferências do investidor.

Buscando minimizar o efeito do *trade-off* entre risco e retorno, Markowitz (1952) propôs um modelo quantitativo, por meio de medidas estatísticas de média (relacionada ao retorno) e variância (relacionada ao risco), que pudesse ser aplicado a uma carteira de ativos durante um período único. Nesse modelo, as duas únicas variáveis que interessam ao investidor são retorno esperado e risco, este último representado pela volatilidade desses retornos. O objetivo do modelo é determinar como selecionar uma carteira que tenha o máximo retorno esperado possível, considerando certo nível de risco. Ou ainda, como selecionar uma carteira com o mínimo risco possível, considerando determinado nível de retorno esperado. A idéia básica do modelo de Markowitz era de que os ativos de uma carteira de investimentos não devem ser selecionados individualmente. É preciso considerar como cada ativo se

comporta em relação aos outros, ou seja, como uma mudança no preço de um ativo afeta o desempenho dos demais.

Geralmente, ativos com maior retorno esperado são mais arriscados. De acordo com Hieda e Oda (1998), a diversificação do portfólio, na maioria das vezes, é suficiente para reduzir sensivelmente os riscos da aplicação. Para montar um portfólio diversificado e ótimo de ativos, Sharpe, Alexander e Bailey (1995) sustentam que o investidor irá escolher aqueles que: (a) oferecem o máximo retorno esperado para diferentes níveis de risco; e (b) oferecem o mínimo risco para diferentes níveis de retorno esperado.

Entre as ferramentas para determinação de um portfólio adequado às condições de risco e retorno inerentes ao investimento, uma das mais conhecidas é o Índice de Sharpe (IS), proposto por Sharpe (1966) e amplamente utilizado no mercado de investimentos (VARGA, 2001). O índice expressa a relação entre o retorno e o risco de um ativo específico e informa se o mesmo oferece rentabilidade compatível com o risco a que expõe o investidor. De forma simplória, quanto maior o IS do ativo, mais atrativo ele é para compor a carteira de investimentos. Apesar de sua importância prática, a sua utilidade depende da correta estimação dos parâmetros a serem utilizados, como por exemplo, retorno esperado do mercado, retorno esperado do ativo livre de risco, além dos indicadores do modelo CAPM (*Capital Asset Pricing Model*) como o  $\beta$ , que consiste em uma medida do nível de risco sistemático ou risco não-diversificável.

O mercado financeiro exige de seus participantes a utilização de técnicas sofisticadas que permitam ao investidor, antes mesmo da maximização da sua rentabilidade, a sua própria sobrevivência em um cenário globalizado e competitivo como é o atual. Diante desse contexto, torna-se relevante a demonstração de como algumas dessas técnicas podem ser aplicadas no dia-a-dia dos investidores, servindo como importante ferramenta de apoio à tomada de decisão.

Considerando o rápido crescimento do mercado de capitais brasileiro como alternativa rentável de investimentos e a relevância de ferramentas sofisticadas que auxiliam o investidor no processo de tomada de decisão, este artigo tem como objetivo demonstrar a aplicação prática do Índice de Sharpe na determinação de ativos mais adequados para compor um portfólio de investimentos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Capital Asset Pricing Model (CAPM)

Na busca por um modelo de precificação de ativos, Sharpe (1963, 1964) e Treynor (1961) desenvolveram quase que simultaneamente o modelo econômico do CAPM, que relaciona as taxas de retorno de uma carteira formada por ativos de risco com a covariância entre estes ativos e uma carteira de mercado (COPELAND; WESTON; SHASTRI, 2005). O CAPM pode ser representado pela Equação 1.

$$E(R_A) = R_f + [E(R_M) - R_f] \times \beta \quad (1)$$

Onde:  $E(R_A)$  – Retorno esperado final do ativo

$R_f$  – Retorno do ativo livre de risco

$E(R_M)$  – Retorno médio esperado do mercado

$\beta$  – Coeficiente de volatilidade do ativo em relação ao mercado

O coeficiente  $\beta$  é uma medida do nível de risco sistemático ou não-diversificável presente no investimento, risco que é inerente ao mercado e não pode ser controlado pelo investidor. O  $\beta$  revela o grau de influência das variações globais no mercado no desempenho de um ativo específico. Por este motivo, representa um prêmio de risco ao investidor, compensando-o por correr o risco de mercado e que não depende do seu poder de gestão e decisão. O coeficiente  $\beta$  é calculado por meio da Equação 2.

$$\beta = \frac{COV_{RA, RM}}{VAR_{RM}} \quad (2)$$

Onde:  $\beta$  – Coeficiente de volatilidade do ativo em relação ao mercado

$COV_{RA, RM}$  – Covariância entre o retorno do ativo e o retorno do mercado

$VAR_{RM}$  – Variância do retorno do mercado

Como todo modelo, o CAPM é baseado em premissas. Assaf Neto (2008) destaca as seguintes:

- Aversão dos investidores ao risco;
- Decisões de investimentos baseadas no retorno esperado e na volatilidade da carteira;
- Ausência de impostos e taxas;
- Grande eficiência informativa do mercado, de forma a prover as mesmas informações simultaneamente a todos os investidores;
- Investidores possuem expectativas homogêneas quanto ao retorno dos ativos;
- Existência de taxa de juros livre de risco.

Copeland, Weston e Shastri (2005) destacam ainda como hipóteses assumidas pelo modelo a existência de um ativo livre de risco, onde investidores podem captar ou

emprestar quantias ilimitadas à taxa livre de risco e por fim, que existe uma quantia fixa de ativos, sendo que todos são negociáveis e divisíveis.

Uma carteira formada por títulos com risco e livres de risco pode ser representada graficamente por uma reta (Figura 1), a qual, à medida que aumenta o montante aplicado em ativos com risco, desloca-se para a direita, aumentando, conseqüentemente, o desvio-padrão (risco). Se a captação de recursos for realizada a taxas mais elevadas que a taxa livre de risco, sua declividade diminui, revelando uma redução no retorno esperado da carteira, representado na reta por  $E(R_p)$  (ROSS; WESTERFIELD; JAFFE, 2002).

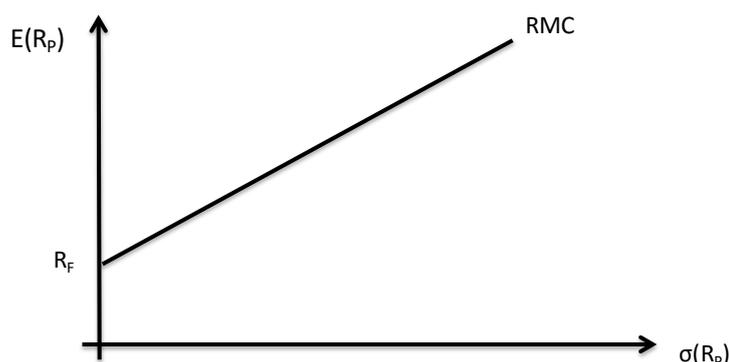


Figura 1: Reta do Mercado de Capitais de uma carteira com ativos com risco e livres de risco.  
Fonte: Adaptado de Assaf Neto (2008).

A Figura 2 adiciona o que seria uma carteira formada apenas por ativos de risco e suas várias combinações (área sombreada), sendo que a linha  $AB$  é chamada de fronteira eficiente, pois permite uma combinação dos maiores retornos para um mesmo nível de risco.

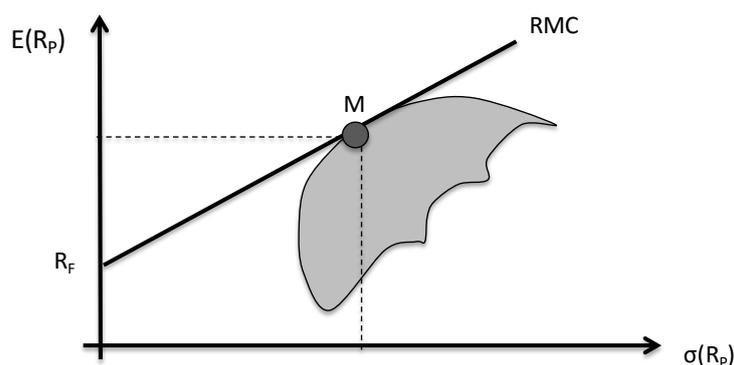


Figura 2: Carteiras formadas com ativos com risco e sem risco.  
Fonte: Adaptado de Assaf Neto (2008).

A intersecção da reta  $RMC$  (carteira formada por títulos com risco e livre de risco) com a linha  $AB$  ilustra a proporção dos títulos sem risco na carteira (ponto  $M$ ): exatamente no ponto  $M$ , temos apenas ativos com risco; à esquerda deste ponto (segmento  $R_fM$ )

vai-se adicionando títulos livres de risco, de forma a reduzir o desvio-padrão da carteira; à direita de M (ainda sob a reta RMC), tem-se carteiras formadas a partir da alavancagem (captação) de recursos livres de risco aplicados em ativos com risco.

A ideia de diversificação do portfólio está relacionada com o decréscimo do risco. Desta forma espera-se que quanto mais diversificada uma carteira, menos o risco para o investidor. Segundo Copeland, Weston e Shastri (2005), uma das propriedades do CAPM é a possibilidade desta redução no desvio padrão.

O risco total de um título pode ser dividido em duas partes: o risco sistemático, que mede como o ativo covaria com a economia [carteira de mercado] e o risco não sistemático, que independe da economia [carteira de mercado] (COPELAND; WESTON; SHASTRI, 2005, p. 152).

Este conceito é ilustrado na Figura 3. O risco sistemático é influenciado por eventos de natureza política, econômica e social, também chamado de risco conjuntural ou risco não-diversificável. O risco não sistemático é próprio de cada ativo e pode ser reduzido ou eliminado através da adição na carteira de outros títulos que não tenham correlação positiva entre si. É conhecido como risco diversificável (ASSAF NETO, 2008).

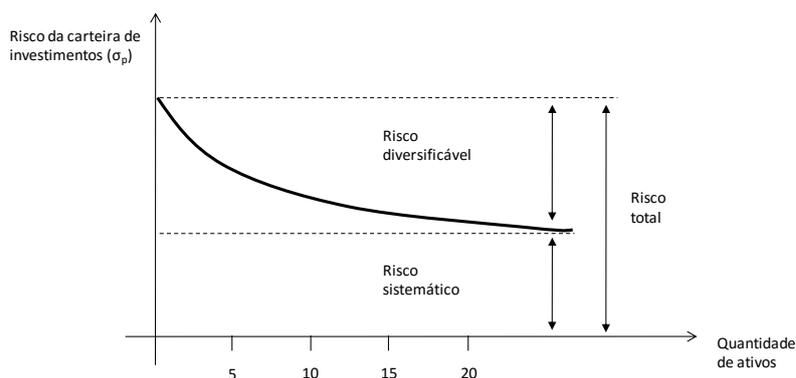


Figura 3: A redução do risco pela diversificação.

Fonte: Assaf Neto (2008).

O CAPM procura então, relacionar risco e retorno possibilitando ao investidor um balanceamento da carteira de forma que minimize o risco para um dado retorno ou maximize o retorno para um dado risco. No próximo subitem será abordado o conceito do Índice de Sharpe, que faz parte da teoria do CAPM e possibilita a escolha de carteiras ótimas na reta do mercado de capitais (RMC).

## 2.2 Índice de Sharpe (IS)

O Índice de Sharpe representa a inclinação da RMC. Varga (2001) menciona a ampla utilização do IS na avaliação de fundos de investimentos. Parte integrante do modelo CAPM de seleção de carteira, o IS relaciona retorno e risco (Equação 3). “De acordo com o CAPM, nenhuma carteira pode ter um IS maior que o definido pela carteira de mercado. Carteiras com IS menor devem ser desprezadas.” (VARGA, 2001, p.229).

$$IS = \frac{E(R_A) - R_f}{\sigma_A} \quad (3)$$

Onde:  $E(R_A)$  – retorno esperado final do ativo

$R_f$  – retorno do ativo livre de risco

$\sigma$  – volatilidade (desvio-padrão) do ativo

Este índice fornece o quanto de retorno adicional se tem em uma carteira para cada risco adicional, comparando-se com ativo livre de risco, “medindo desta forma, a remuneração obtida por unidade de exposição ao risco” (ROGERS; RIBEIRO; SOUSA, 2005, p. 61). Securato (1996, p. 206) por sua vez o define como “a razão recompensa-variabilidade”.

Hipoteticamente, pode-se dizer que a partir de uma carteira existente, ao adicionar-se novos títulos, escolhe-se os que possuem maior IS. Entretanto, essa decisão possui algumas limitações. Segundo Varga (2001) a primeira delas é que o índice não incorpora informações sobre a correlação entre os ativos. A correlação entre um ativo e os demais presentes na carteira influencia diretamente na assertividade do IS. “Quanto maior a correlação entre o ativo que está sendo avaliado e a carteira corrente, maior a importância do IS como indicador para a seleção de um investimento” (VARGA, 2001, p. 229).

Outra limitação seria utilizar o IS em médias históricas, ou retornos ocorridos (*ex-post*). Dada a dificuldade em prever retornos e riscos esperados (*ex-ante*), a amostra histórica a ser utilizada, deve ser corretamente dimensionada de forma a propiciar certo nível de confiança. A terceira deficiência seria a utilização do IS para ativos com baixa volatilidade, como os fundos de renda fixa. A partir da Equação 3 pode-se perceber que se o denominador for um valor muito baixo, o IS será um número grande, distorcendo sua interpretação.

### 2.3 Índice Bovespa

O Índice Bovespa (Ibovespa) será utilizado neste artigo como sendo o retorno esperado da carteira de mercado. Pode-se fazer essa generalização, visto que ele representa 80% do número de negócios da BM&F Bovespa.

Sua relevância advém do fato do Ibovespa retratar o comportamento dos principais papéis negociados na BM&F Bovespa e também de sua tradição, pois o índice manteve a integridade de sua série histórica e não sofreu modificações metodológicas desde sua implantação em 1968 (BM&FBOVESPA, 2011a).

No capítulo que aborda os aspectos metodológicos, far-se-á um melhor detalhamento de como o Ibovespa será utilizado neste artigo. “A finalidade básica do Ibovespa é a de servir como indicador médio do comportamento do mercado.” (BM&FBOVESPA, 2011a, p.3).

As ações participantes do índice são revistas quadrimestralmente. De acordo com a BM&F Bovespa (2011a), para ser incluída no índice, uma ação deve atender, nos últimos doze meses anteriores à formação da carteira, aos seguintes requisitos:

- possuir índice de negociabilidade para se enquadrar entre as 80% mais negociadas;
- apresentar participação, em termos de volume, superior a 0,1% do total;
- ter sido negociada em mais de 80% do total de pregões do período.

Necessário destacar a crítica feita por alguns autores ao Ibovespa. Rabelo (2007) destaca a concentração de certas ações no índice. Exemplifica citando a participação da Vale e da Petrobrás. Sheng e Saito (2002) corroboram esta visão, ao aplicar métodos quantitativos para replicar o Ibovespa. Takamatsu e Lamounier (2006) citam além da concentração as limitações de liquidez. Silva (2004) chama de contraditória a metodologia que, para as empresas que estão no índice, basta cumprir apenas dois dos quesitos supracitados para permanecerem, enquanto àquelas que desejam entrar precisam cumprir os três quesitos.

Nesta linha de raciocínio, Silva (2004) ilustra o exemplo da Cemig ON e Light ON, presentes no índice, mas que possuem [ao menos até o momento de publicação desse artigo] baixo índice de negociabilidade, o que impediria as mesmas de comporem a carteira caso ainda não estivessem presentes.

O fato é contra-argumentado pela BM&F Bovespa com a alegação de que não existe um número máximo de empresas para serem listadas no índice, fazendo com que “uma empresa não exclua a outra” (SILVA, 2004, p. 17). O autor adiciona ainda que empresas com baixíssimas perspectivas de desempenho futuro podem continuar no índice, caso muitos investidores decidam vender seus papéis ao mesmo tempo, elevando assim a liquidez destes. Outro fator que influencia o volume de negócios é a situação do mercado brasileiro, com altas taxas de juros, elevados custos operacionais e pesada carga tributária, diminuindo a negociabilidade (volume) de cada ação.

Mesmo com críticas e limitações, o Ibovespa é referência no mercado e amplamente acompanhado por analistas financeiros. Neste trabalho ele é usado como a carteira de mercado e será comparado com a carteira hipotética e com a rentabilidade da poupança, aqui considerado como ativo livre de risco.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este artigo foi realizado a partir da simulação de uma carteira hipotética de investimentos, composta por ações negociáveis na BM&F Bovespa e que compõem a carteira teórica do índice Ibovespa. A escolha por ativos pertencentes a este índice advém do fato de que este é composto pelos principais papéis negociados na bolsa de valores, servindo como indicador médio do comportamento do mercado. Foram selecionadas, pela grande representatividade dentro do Ibovespa, as ações PETR3 (Petrobrás ON), VALE5 (Vale PN), OGXP3 (OGX Petróleo ON) e BBDC4 (Bradesco PN).

Visando obter o retorno mensal médio de cada ativo –  $E(A)$ , calculou-se para cada ação as variações mensais dos seus preços de mercado durante o período de janeiro de 2009 a dezembro de 2010. As variações mensais foram calculadas por meio da diferença percentual entre os preços de fechamento de cada ação do último dia útil do mês corrente e do mês anterior. Para o mesmo período, calculou-se as variações mensais do Ibovespa –  $E(M)$  – a fim de se obter o retorno médio esperado do mercado –  $E(R_M)$  – obtido por meio da média aritmética dessas variações. Os valores de  $E(M)$  foram calculados por meio da diferença percentual entre o número de pontos de abertura e de fechamento do índice em cada mês.

O coeficiente  $\beta$  de cada ativo foi calculado a partir da Equação 2, por meio dos valores de  $E(A)$  e  $E(M)$ . O retorno esperado final de cada ativo  $E(R_A)$  foi obtido a partir da Equação 1. Esse cálculo é necessário para ajustar o retorno esperado final do ativo ao prêmio de risco de mercado, de forma a compensar o investidor por correr o risco sistemático. Isso quer dizer que o coeficiente  $\beta$  diz quanto do risco sistemático, não controlável pelo investidor e, portanto, não-diversificável, um ativo possui.

O retorno do ativo livre de risco –  $R_f$  – foi assumido como sendo equivalente às taxas de juros de poupança, sendo calculado por meio da média aritmética das taxas mensais do período analisado.

Por último, o IS foi obtido a partir da Equação 3, por meio dos valores de  $E(R_A)$ ,  $R_f$  e  $\sigma$ , desvio-padrão de  $E(A)$ . Os dados referentes a preço de ação e número de pontos do Ibovespa foram retirados de BM&F Bovespa (2011b). As cotações da poupança foram extraídas da base de dados da ABECIP (2011).

A partir da carteira formada com base no cálculo do IS, utilizou-se a Equação 4 para calcular o coeficiente de correlação de Pearson ( $\rho_{xy}$ ) entre os ativos presentes no portfólio e os ativos a serem incluídos.

$$\rho_{xy} = \frac{COV_{x,y}}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \times \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (4)$$

Onde:  $COV_{x,y}$  – Covariância entre os retornos dos ativos 'x' e 'y'

$\sigma$  – Desvio-padrão (volatilidade) do ativo

$x_i$  e  $y_i$  – Retorno dos ativos 'x' e 'y'

$\bar{x}$  e  $\bar{y}$  – Média dos retornos dos ativos 'x' e 'y'

O grau de correlação influencia diretamente na volatilidade das carteiras formadas. A volatilidade (desvio-padrão) de cada carteira simulada foi calculada a partir da Equação 5 ou Equação 6, enquanto os retornos esperados de cada carteira foram obtidos por meio de médias ponderadas dos retornos individuais de cada ativo.

$$\sigma(R_p) = \sqrt{\text{VAR}(R_p)} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_x \omega_y \text{COV}_{x,y}} \quad (5)$$

$$\sigma(R_p) = \sqrt{\text{VAR}(R_p)} = \sqrt{\begin{bmatrix} \omega_x & \omega_y \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \text{COV}_{x,x} & \text{COV}_{x,y} \\ \text{COV}_{y,x} & \text{COV}_{y,y} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \omega_x \\ \omega_y \end{bmatrix}} \quad (6)$$

Onde:  $\sigma(R_p)$  – Desvio-padrão (volatilidade) da carteira

$\text{VAR}(R_p)$  – Variância da carteira

$\omega$  – Proporção de cada ativo na carteira

$\text{COV}$  – Covariância entre os retornos dos ativos

#### 4 RESULTADOS E ANÁLISE

Supondo que a carteira de investimentos a ser formada será composta por apenas duas ações, os dados do Quadro 1 demonstram que os ativos a serem escolhidos seriam VALE5 (IS = 0,28) e BBDC4 (IS = 0,27). Isso quer dizer que, para cada unidade de risco incorrido, há um retorno em excesso em relação ao ativo livre de risco de 0,28 e 0,27, respectivamente.

Portanto, na formação de uma carteira ótima, o IS mostra-se como uma ferramenta de grande utilidade para o investidor. Quanto maior o IS, melhor.

Contudo, como já mencionado, o indicador possui algumas limitações ao não considerar a informação sobre a correlação entre os ativos. Esse fato influencia diretamente a decisão do investidor ao adicionar um novo ativo na carteira já formada.

A Tabela 1 apresenta os valores de correlação entre cada ativo. Observa-se que a correlação de um ativo com ele mesmo sempre será igual a 1,00 e que a ordem entre os ativos não interfere no valor da correlação ( $\rho_{\text{PETR3,VALE5}} = \rho_{\text{VALE5,PETR3}} = 0,51$ ). A única correlação negativa calculada foi entre os ativos Poupança e BBDC4, demonstrando uma tendência de comportamento contrário, ou seja, à medida que o valor de um ativo aumenta, o do outro diminui.

No entanto, os valores de correlação entre 0 e 0,30 (ou entre -0,30 e 0) é definido como uma correlação fraca. Quando se situa entre 0,30 e 0,70 (ou entre -0,70 e -0,30), a correlação é considerada moderada. E quando se situa entre 0,70 e 1,00 (ou entre -0,70 e -1,00), a correlação é considerada forte. Uma correlação positiva indica comportamento semelhante dos dois ativos em relação às variações, enquanto uma correlação negativa indica comportamento contrário dos ativos.

Quadro 1. Aplicação do Índice de Sharpe para os quatro ativos selecionados para determinação do portfólio de investimentos.

Fonte: Elaborado pelos autores

PERÍODO	POUPANÇA RISK FREE	IBOVESPA			PETR3 - PETROBRÁS ON			VALE5 - VALE PN			OGXP3 - OGX ON			BBDC4 - BRADESCO PN		
		INÍCIO	FINAL	VARIAÇÃO (%)	INÍCIO	FINAL	VARIAÇÃO (%)	INÍCIO	FINAL	VARIAÇÃO (%)	INÍCIO	FINAL	VARIAÇÃO (%)	INÍCIO	FINAL	VARIAÇÃO (%)
jan/09	0,7160	37.550,31	39.300,79	4,66	27,73	28,20	1,71	24,46	26,15	6,91	5,10	5,50	7,84	19,27	16,11	-16,39
fev/09	0,6849	39.300,79	38.183,31	-2,84	28,20	30,37	7,67	26,15	25,04	-4,21	5,50	5,65	2,73	16,11	16,05	-0,41
mar/09	0,5453	38.183,31	40.925,87	7,18	30,37	32,85	8,19	25,04	24,97	-0,30	5,65	7,11	25,84	16,05	17,92	11,67
abr/09	0,6445	40.925,87	47.289,53	15,55	32,85	34,52	5,08	24,97	28,95	15,94	7,11	9,20	29,40	17,92	21,04	17,42
mai/09	0,5456	47.289,53	53.197,73	12,49	34,52	40,45	17,16	28,95	30,87	6,63	9,20	9,65	4,89	21,04	23,55	11,91
jun/09	0,5451	53.197,73	51.465,46	-3,26	40,45	37,57	-7,11	30,87	28,35	-8,15	9,65	9,99	3,54	23,55	22,53	-4,31
jul/09	0,5659	51.465,46	54.765,72	6,41	37,57	36,40	-3,11	28,35	30,78	8,54	9,99	12,15	21,60	22,53	23,12	2,63
ago/09	0,6056	54.765,72	56.488,98	3,15	36,40	35,44	-2,65	30,78	31,25	1,54	12,15	10,25	-15,64	23,12	24,07	4,11
set/09	0,5198	56.488,98	61.517,89	8,90	35,44	38,57	8,85	31,25	34,76	11,24	10,25	13,55	32,20	24,07	27,61	14,69
out/09	0,5000	61.517,89	61.545,50	0,04	38,57	38,43	-0,37	34,76	37,93	9,11	13,55	14,25	5,17	27,61	27,08	-1,92
nov/09	0,5000	61.545,50	67.044,44	8,93	38,43	41,85	8,91	37,93	40,74	7,40	14,25	14,85	4,21	27,08	28,61	5,66
dez/09	0,5000	67.044,44	68.588,41	2,30	41,85	39,71	-5,12	40,74	40,57	-0,40	14,85	17,10	15,15	28,61	28,96	1,21
jan/10	0,5536	68.588,41	65.401,77	-4,65	39,71	36,44	-8,23	40,57	40,52	-0,14	17,10	16,80	-1,75	28,96	27,44	-5,24
fev/10	0,5000	65.401,77	66.503,27	1,68	36,44	36,90	1,25	40,52	42,74	5,48	16,80	15,75	-6,25	27,44	27,32	-0,45
mar/10	0,5000	66.503,27	70.371,54	5,82	36,90	37,85	2,59	42,74	47,64	11,47	15,75	16,65	5,71	27,32	28,78	5,34
abr/10	0,5796	70.371,54	67.529,73	-4,04	37,85	35,47	-6,30	47,64	45,11	-5,32	16,65	17,32	4,02	28,78	27,92	-2,97
mai/10	0,5000	67.529,73	63.046,51	-6,64	35,47	32,92	-7,18	45,11	41,57	-7,84	17,32	16,21	-6,41	27,92	26,70	-4,39
jun/10	0,5513	63.046,51	60.935,90	-3,35	32,92	29,95	-9,04	41,57	36,75	-11,59	16,21	16,72	3,15	26,70	24,84	-6,96
jul/10	0,5592	60.935,90	67.515,40	10,80	29,95	30,95	3,36	36,75	41,37	12,55	16,72	18,59	11,18	24,84	31,36	26,27
ago/10	0,6157	67.515,40	65.145,45	-3,51	30,95	28,76	-7,07	41,37	40,16	-2,91	18,59	20,88	12,32	31,36	29,63	-5,51
set/10	0,5914	65.145,45	69.429,78	6,58	28,76	29,55	2,74	40,16	44,88	11,75	20,88	22,05	5,60	29,63	33,02	11,41
out/10	0,5706	69.429,78	70.673,30	1,79	29,55	27,75	-6,09	44,88	46,83	4,34	22,05	22,32	1,22	33,02	34,13	3,37
nov/10	0,5474	70.673,30	67.705,40	-4,20	27,75	26,73	-3,67	46,83	47,08	0,52	22,32	19,90	-10,84	34,13	32,70	-4,18
dez/10	0,5338	67.705,40	69.304,81	2,36	26,73	30,05	12,41	47,08	47,57	1,04	19,90	20,00	0,50	32,70	32,47	-0,72

ATIVO	$VAR_{RM}$	$COV_{RA,RM}$	$\beta$	$\sigma$	$E(R_A)$	$R_f$	IS
PETR3	37,010019	29,703439	0,802578	7,266474	2,32	0,561471	0,24
VALE5	37,010019	35,072973	0,947662	7,384639	2,64	0,561471	0,28
OGXP3	37,010019	39,630812	1,070813	11,836217	2,91	0,561471	0,20
BBDC4	37,010019	41,813800	1,129797	9,317716	3,04	0,561471	0,27

Tabela 1. Correlação de Pearson ( $\rho$ ) entre os ativos analisados.

Correlação de Pearson ( $\rho$ )					
ATIVO	PETR3	VALE5	OGXP3	BBDC4	Poupança
PETR3	1,00	0,51	0,30	0,53	0,02
VALE5	0,51	1,00	0,41	0,62	0,02
OGXP3	0,30	0,41	1,00	0,47	0,09
BBDC4	0,53	0,62	0,47	1,00	-0,16
Poupança	0,02	0,02	0,09	-0,16	1,00

Fonte: Elaborado pelos autores.

De acordo com os dados da Tabela 2, observa-se que as três maiores correlações encontradas foram entre os ativos VALE5 e BBDC4 ( $\rho_{VALE5, BBDC4} = 0,62$ ), PETR3 e BBDC4 ( $\rho_{PETR3, BBDC4} = 0,53$ ) e VALE5 E PETR3 ( $\rho_{VALE5, PETR3} = 0,51$ ). O ativo Poupança possui fraca correlação com todos os outros ativos.

Ao adicionar novos ativos a uma carteira já formada, as informações sobre correlação e proporção dos ativos na carteira são relevantes para o resultado final da carteira. Para exemplificar o exposto, a Tabela 2 apresenta a simulação de três situações a partir de uma carteira já existente e formada a partir dos dois ativos que possuem maior IS, como apresentado no Quadro 1. Para a formação dessa carteira, denominada de “Carteira 1”, foram escolhidos os ativos VALE5 (IS = 0,28) e BBDC4 (IS = 0,27), sendo que cada ativo tem participação ( $\omega$ ) de 50% no portfólio.

A partir dos dados da Tabela 2, a primeira simulação realizada foi retirar 25% de BBDC4 e aplicar esta mesma proporção no ativo PETR3, de forma a constituir a “Carteira 2” com três ativos. A “Carteira 3” foi constituída de forma semelhante à anterior, porém, aplicando 25% no ativo OGXP3. A terceira carteira simulada, “Carteira 4” constitui um exemplo que possui parte das aplicações no ativo livre de risco (Poupança).

Tabela 2. Simulação de carteiras com a inclusão de um novo ativo no portfólio existente.

ATIVO	$E(R_A)$	$\sigma$	IS	SIMULAÇÃO			
				CARTEIRA 1	CARTEIRA 2	CARTEIRA 3	CARTEIRA 4
PETR3	2,32	7,266	0,24	0%	25%	0%	10%
VALE5	2,64	7,385	0,28	50%	50%	50%	30%
OGXP3	2,91	11,836	0,20	0%	0%	25%	0%
BBDC4	3,04	9,318	0,27	50%	25%	25%	0%
Poupança	0,56	-	-	0%	0%	0%	60%
<b>RETORNO</b>				2,84	2,66	2,81	1,36
<b>RISCO</b>				0,90	0,85	0,83	0,52

Fonte: Elaborado pelos autores.

Comparando-se “Carteira 2” com a “Carteira 3”, percebe-se que, embora à primeira acrescentou-se um ativo (PETR3; IS=0,24) com maior IS que à segunda (OGXP3; IS=0,20), sua volatilidade tornou-se maior (risco = 0,85). A “Carteira 3”, além de apresentar uma menor volatilidade (risco = 0,83) apresentou um maior retorno esperado (2,81%).

Buscando compreender melhor o porquê deste comportamento e retomando aos dados da Tabela 1, percebe-se que a correlação entre o ativo mais representativo (VALE5) e o ativo incluído após a formação da carteira é menor no caso da “Carteira 3” ( $\rho_{VALE5,OGXP3} < \rho_{VALE5,PETR3}$ ). Em outras palavras, pelo fato do ativo OGXP3 correlacionar-se de maneira mais fraca com o ativo VALE5 do que PETR3, o risco da “Carteira 3” é reduzido. Além disso, o ativo OGXP3 possui individualmente um retorno maior que PETR3. Se o retorno de uma carteira é a média ponderada dos retornos individuais de seus ativos, explica-se também o porquê da “Carteira 3” possuir maior rentabilidade esperada que a “Carteira 2”.

Comparando-se com a “Carteira 4”, é fácil notar a redução tanto no retorno esperado quanto na volatilidade. Os mesmos motivos que justificaram o desempenho esperado da “Carteira 3” em relação ao da “Carteira 2”, também explicam estes parâmetros para a “Carteira 4”.

Portanto, ao se incluir um novo ativo em um portfólio de investimentos já formado, não necessariamente aquele com maior IS proporcionará a melhor relação recompensa-variabilidade. Nas simulações realizadas, a “Carteira 3” foi a que apresentou a melhor risco-retorno, composta inicialmente por dois ativos que possuem maior IS e, posteriormente, incluindo um ativo de menor IS.

## 5 CONCLUSÕES

O presente artigo permitiu demonstrar a aplicação prática do Índice de Sharpe na determinação de ativos mais adequados para compor um portfólio de investimentos. O estudo foi realizado por meio da simulação de um portfólio hipotético de investimentos, composto por ações negociáveis na BM&F Bovespa e pertencentes à carteira teórica do Ibovespa. Foram selecionadas as ações PETR3, VALE5, OGXP3 e BBDC4, para os quais se calculou o Índice de Sharpe, visando obter os dois ativos mais atrativos para compor a carteira.

Inicialmente, a carteira ótima de investimentos seria formada pelos ativos VALE5 e BBDC4, os quais obtiveram os maiores IS – 0,28 e 0,27 respectivamente. Isso significa que representam os maiores retornos oferecidos em relação aos riscos incorridos.

Contudo, o estudo demonstrou que a utilização do IS como ferramenta para decisão do investidor possui limitações quando o objetivo é incluir novos ativos em um portfólio já existente. O fato do IS não incorporar as informações sobre correlação e proporção dos ativos dentro do portfólio pode distorcer as projeções de retorno e risco da nova carteira.

As simulações da “Carteira 2” e “Carteira 3” demonstram que a inclusão de um ativo com maior IS (PETR3) e maior correlação com os ativos existentes na carteira primária provocam um retorno final menor e uma volatilidade maior do que a inclusão de um ativo com menor IS (OGXP3) e menor correlação com os ativos existentes. Esse resultado pode ser explicado pelo fato da menor correlação entre OGXP3 e os ativos existentes na carteira proporcionar uma redução do risco total da nova carteira. Além disso, individualmente, o retorno oferecido pelo ativo OGXP3 é maior do que PETR3, contribuindo para aumentar o retorno total final do novo portfólio.

A partir dos resultados encontrados, pode-se concluir que o IS é uma ferramenta útil para formar uma carteira ótima de investimentos, porém, é necessário analisar como os ativos se correlacionam entre si e qual a proporção de cada um dentro do portfólio, para que o retorno final da carteira seja maximizado e o seu risco minimizado.

É importante ressaltar que, neste estudo, optou-se por convencionar o retorno esperado do mercado como equivalente ao retorno do Ibovespa. Da mesma forma, os retornos dos ativos livres de risco foram assumidos como equivalentes às taxas de juros de poupança. Os resultados podem se alterar, caso sejam utilizados outros parâmetros. Outro ponto a destacar foi o curto período de tempo analisado, de apenas 24 meses. Uma análise mais detalhada deve abranger uma maior quantidade de dados históricos, visando reduzir a margem de erro das projeções de retorno e risco futuros.

## REFERÊNCIAS

ABECIP. Associação Brasileira das Entidades de Crédito Imobiliário e Poupança. Caderneta de Poupança. Disponível em: <[www.abecip.org.br](http://www.abecip.org.br)>. Acesso em: 10 jun. 2011.

ASSAF NETO, A. Finanças Corporativas e Valor. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

BM&FBOVESPA. Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros. Ibovespa: metodologia completa. Disponível em: <[www.bmfbovespa.com.br/Indices/download/Ibovespa.pdf](http://www.bmfbovespa.com.br/Indices/download/Ibovespa.pdf)>. Acesso em: 30 mai. 2011a.

\_\_\_\_\_. Cotações históricas. Disponível em: <[www.bmfbovespa.com.br/cias-listadas/empresas-listadas](http://www.bmfbovespa.com.br/cias-listadas/empresas-listadas)>. Acesso em: 01 jun. 2011b.

COPELAND, T.E.; WESTON, J.F.; SHASTRI, K. Financial Theory and Corporate Policy. 4.ed. EUA: Pearson Addison Wesley, 2005.

HIEDA, A.; ODA, A.L. Um estudo sobre a utilização de dados históricos no modelo de Markowitz aplicado à Bolsa de Valores de São Paulo. *In*: Anais do III SEMEAD – Seminários em Administração. São Paulo, out. 1998.

MARKOWITZ, H.M. Portfolio selection. *Journal of Finance*, v.7, p.77-91, 1952.

\_\_\_\_\_. Portfolio selection: efficient diversification of investment. 2.ed. Oxford: Blackwell, 1991.

RABELO, S.S.T. Performance das melhores práticas de governança corporativa: um estudo de carteiras. 2007. 114f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal de Uberlândia.

ROGERS, P.; RIBEIRO, K.C.S.; SOUSA, A.F. Comparações múltiplas das carteiras de bolsa no Brasil: avaliação da performance do índice de governança corporativa. *Revista de Gestão da USP*, São Paulo, v.12, n. 4, p. 55-72, out/dez. 2005.

ROSS, S.A; WESTERFIELD, R.W.; JAFFE, J.F. *Administração Financeira*. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SECURATO, J. R. *Decisões financeiras em condições de risco*. São Paulo: Atlas, 1996.

SHARPE, W.F. A simplified model for portfolio analysis. *Management Science*. p.277-293, jan. 1963.

\_\_\_\_\_. Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. *Journal of Finance*. p.425-442, set. 1964.

\_\_\_\_\_. Mutual fund performance. *The Journal of Business*, v.39, n.1, p.119-138, jan. 1966.

SHARPE, W.F.; ALEXANDER, G.J.; BAILEY, J.V. *Investments*. New Jersey: Prentice Hall, 1995.

SHENG, H.H; SAITO, R. Análise de métodos de replicação: o caso Ibovespa. *Revista de Administração de Empresas – RAE*, São Paulo, v.42, n.2, p.66-76, abr/jun. 2002.

SILVA, A.S. Liquidez em pauta. *Revista Capital Aberto*, São Paulo, ano 2, n.13, p.16-18, set. 2004.

TAKAMATSU, R.T.; LAMOUNIER, W.M. Anúncios de prejuízos e reações dos retornos na Bovespa. *In: Anais do IX SEMEAD – Seminários em Administração*, São Paulo, ago. 2006.

TREYNOR, J. Towards a theory of the market value of risky assets. Unpublished manuscript, 1961. Disponível em: <[papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=628187](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=628187)>. Acesso em: 27 jun. 2011.

VARGA, G. Índice de Sharpe e outros indicadores de performance aplicados a fundos de ações brasileiros. *Revista de Administração Contemporânea – RAC*, v.5, n.3, p.215-243, set/dez 2001.