

# O novo Ibovespa é a melhor opção de investimento?

**Ricardo Goulart Serra**<sup>1 2</sup>

<sup>1</sup> Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado, São Paulo, SP, Brasil

<sup>2</sup> Insper Instituto de Ensino e Pesquisa, São Paulo, SP, Brasil

**Wilson Toshio Nakamura**

Universidade Presbiteriana Mackenzie, Programa de Pós-graduação em Administração, São Paulo, SP, Brasil

**Recebido em**

06/Junho/2015

**Aprovado em**

05/Janeiro/2016

**Editor responsável:**

Andre Taue Saito

**Processo de Avaliação:**

Double Blind Review

## Resumo

**Objetivo** – Verificar se o Ibovespa, Antigo ou Novo, seria a melhor opção para os investidores, considerando as possibilidades de investimentos (sem e com risco) no mercado brasileiro. Deveria o investidor colocar a parcela do seu dinheiro que escolhe alocar a ativos com risco no Ibovespa Novo? Existiriam opções mais eficientes para os investidores?

**Metodologia** – Utilizou-se da moderna teoria de carteiras para a determinação da carteira T a partir de uma amostra de 118 ações por 34 trimestres. A igualdade de médias e variâncias foi testada por meio de testes paramétricos e não paramétricos, conforme o caso.

**Resultados** – Estudando o Ibovespa Novo (calculado retroativamente) pelo período de 1º de janeiro de 2003 a 30 de abril de 2014, concluiu-se que, (i) analisando o período todo, (a) o Ibovespa Novo foi dominado por uma carteira obtida seguindo-se os conceitos da moderna teoria de carteiras (carteira T) e (b) o Ibovespa Novo dominou o Ibovespa Antigo; e (ii) analisando os 34 quadrimestres, o Ibovespa Novo foi dominado pela carteira T em 13 dos 18 quadrimestres (72,2% dos casos) em que houve dominância estatisticamente verificada.

**Contribuições** – O artigo contribui com o estudo do Ibovespa Novo, oferecendo 118 ações para a formação da carteira T e por um período de 34 trimestres. Não se tem conhecimento de outros artigos que estudaram o Ibovespa Novo. Conclui-se, para o período analisado, que o investidor teria, na carteira T, uma melhor opção de investimento do que o Ibovespa Novo.

**Palavras-chave** – Ibovespa; Teoria de Carteiras; Índice de Sharpe



**Revista Brasileira de Gestão e Negócios**

DOI: 10.7819/rbgn.v18i59.2541

## I Introdução

Markowitz (1952) propõe que, para a escolha de títulos com risco, deve-se analisar o risco conjuntamente com o retorno, sendo risco algo indesejável e retorno algo desejável. O autor mostra que existe, entre as diversas possibilidades de carteiras formadas pelos títulos com risco disponíveis, um conjunto de carteiras eficientes (carteiras que não seriam dominadas por outras). Segundo ele, “o investidor, sendo informado de quais combinações de (retorno x risco) são atingíveis, poderia dizer qual deseja” (Markowitz, 1952, p. 82) para que então lhe seja apresentada a carteira de títulos com risco que produziria a combinação escolhida.

Nota-se, na transcrição acima, que a escolha entre as diversas possibilidades de carteiras eficientes seria particular de cada investidor, uma vez que os investidores têm diferentes níveis de aversão ao risco, devendo optar por uma escolha própria.

Tobin (1958), introduzindo o título sem risco entre as possibilidades de escolha dos investidores, propõe uma solução de carteira única (carteira T) para todos os investidores. Tal carteira, combinada com o título sem risco, produziria carteiras que dominariam as do conjunto de carteiras eficientes propostas por Markowitz (1952), exceto pela própria carteira T (presente em ambas as soluções, Markowitz e Tobin). Portanto, independentemente do grau de aversão ao risco do investidor, “nenhum escolheria investir em qualquer carteira com risco exceto a carteira T” (Copeland, Weston & Shastri, 2005, p. 133), caso acreditasse conhecer a fronteira eficiente e pudesse comprar e vender títulos sem risco (Elton, Gruber, Brown & Goetzmann, 2004, p. 92).

Como esta carteira T tem um determinado nível de risco, para que o nível de risco seja adequado ao perfil de aversão dos diversos investidores, os recursos de cada investidor são divididos entre a carteira T e o título sem risco em uma proporção que resulte no nível de risco apropriado ao perfil do respectivo investidor. É usual tomar-se pela carteira T um índice de mercado. O índice de mercado mais difundido no Brasil é o índice Bovespa (Ibovespa). A carteira do

Ibovespa é composta por ativos que atendam os critérios de inclusão instituídos por metodologia definida pela BM&FBovespa. No final de 2013 foram anunciadas modificações nos critérios de inclusão a serem implantadas em etapas a partir de 2014. A carteira do Ibovespa que atende aos critérios antigos será referida por Ibovespa Antigo e a carteira do Ibovespa que atende aos critérios novos será referida por Ibovespa Novo.

O objetivo deste artigo é verificar se o Ibovespa, Antigo ou Novo, seria a melhor opção para os investidores, considerando as possibilidades de investimentos (sem e com risco) no mercado brasileiro. Seria o Ibovespa a carteira T ou existiria uma carteira que, combinada com o título sem risco, produziria opções mais eficientes para os investidores do que o Ibovespa combinado com o título sem risco? Seria o Ibovespa Novo uma melhor opção comparativamente ao Ibovespa Antigo? Nesse sentido, as hipóteses de pesquisa deste artigo são:

HI: a carteira T, formada segundo os preceitos da moderna teoria de carteiras, é superior ao Ibovespa Novo, em termos de retorno e variância.

HII: a carteira T, formada segundo os preceitos da moderna teoria de carteiras, é superior ao Ibovespa Antigo, em termos de retorno e variância.

HIII: o Ibovespa Novo é superior ao Ibovespa Antigo, em termos de retorno e variância.

O período de análise é de 1º de janeiro de 2003 a 30 de abril de 2014, composto de 34 quadrimestres. Serão analisados (i) o Ibovespa Antigo, (ii) o Ibovespa Novo, recalculado “pró-forma” de maneira retroativa para refletir as mudanças de critérios recentemente promovidas para a formação da carteira do Ibovespa, e (iii) uma carteira T calculada conforme a moderna teoria de carteiras.

Este artigo contém, além desta seção introdutória, as seções: fundamentação teórica, metodologia, análise de dados e considerações finais.

## 2 Fundamentação teórica

### 2.1 Moderna teoria de carteiras

Finanças se propõe a ajudar empresas e/ou indivíduos nas suas decisões de financiamento e de investimento. No que diz respeito às decisões de investimento, especialmente em ambientes de incerteza, propõe-se a ajudar os investidores a identificar em qual título ou conjunto deles (carteira, tecnicamente, também é considerado um título) o investidor deve alocar os seus recursos.

Existem algumas abordagens para se lidar com essa decisão de investimento, sendo que a mais recorrente, por ter conteúdo teórico, empírico e um arcabouço analítico aplicável, é a que considera o binômio média-variância como objeto de escolha. Um arcabouço alternativo é o conhecido *state preference framework*, que, embora mais amplo, é de difícil aplicação e validação empírica por ser praticamente impossível listar todos os potenciais *payoffs* em todos os possíveis estados de natureza (Copeland et al., 2005, p. 101).

O arcabouço média-variância teve início com Markowitz (1952), que alçou o risco ao mesmo patamar de importância que se dava, até então, exclusivamente ao retorno nas tomadas de decisão. Segundo Copeland et al. (2005), quantificar risco foi um dos avanços mais importantes na teoria de finanças.

A média e a variância da distribuição histórica de retornos de um determinado título são convenientemente utilizadas para caracterizar o retorno e o risco, respectivamente, do ativo em questão. Ademais, para que apenas a média e a variância descrevam uma distribuição de retornos, é necessário assumir que tal distribuição de retornos seja paramétrica, por exemplo, a distribuição normal.

A partir de um conjunto de títulos individuais é possível, variando o peso de cada título na composição da carteira, montar um grande número de carteiras. Para calcular média e variância para carteiras são utilizadas as Equações 1 – média – e 2 – variância (Markowitz, 1952):

$$E(r_c) = \sum_{i=1}^N p_i \times E(r_i) \quad \text{Eq. 1}$$

Em que:

$E(r_c)$  = retorno esperado da carteira

$N$  = número de títulos componentes da carteira

$p_i$  = peso do título  $i$  na carteira

$E(r_i)$  = retorno esperado do título  $i$

$$\text{var}_c = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N p_i \times p_j \times \text{correl}_{ij} \times dp_i \times dp_j \quad \text{Eq. 2}$$

Em que:

$\text{var}_c$  = variância da carteira

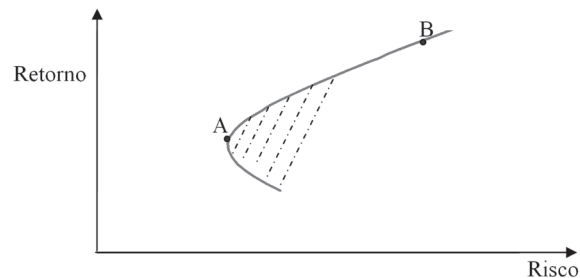
$N$  = número de títulos componentes da carteira

$p_i$  e  $p_j$  = peso do título  $i$  e do título  $j$  na carteira

$dp_i$  e  $dp_j$  = desvio padrão do título  $i$  e do título  $j$

$\text{correl}_{ij}$  = correlação do título  $i$  com o título  $j$

É sabido que, a partir de um conjunto de títulos com risco, formam-se carteiras que preenchem um espaço sólido, plano e hiperbólico (Merton, 1972, p. 1856), em um gráfico risco (medido pelo desvio padrão) e retorno, conforme mostra a Figura 1.

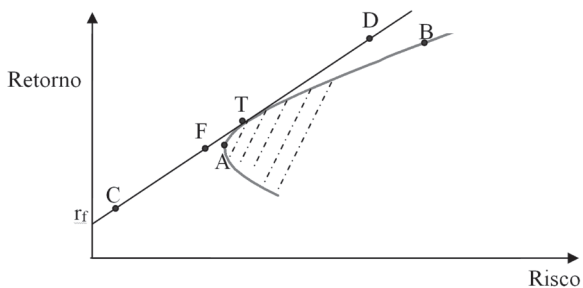


**Figura 1.** Carteiras formadas a partir de um conjunto de títulos com risco

Considerando que o investidor prefira mais riqueza a menos riqueza e não goste de risco (seja avesso ao risco), que são propostas que embasam diversos arcabouços em finanças, verifica-se que diversas possibilidades de carteiras são dominadas por melhores possibilidades. Pode-se pensar em dominância a partir (i) do risco (menor risco para um mesmo retorno), (ii) do retorno (maior retorno para um mesmo risco) ou (iii) ambos (menor risco e maior retorno). Assim, na Figura 1, pode-se observar que as carteiras no segmento AB (e além de B) não são dominadas e, portanto, formam a chamada fronteira eficiente de investimento.

Como os investidores, sendo uns mais avessos ao risco do que outros, têm preferências diferentes (representadas por uma curva de utilidade pessoal), a carteira que o investidor deve escolher entre aquelas componentes da fronteira eficiente de investimento é uma questão para ser resolvida no contexto de cada investidor. Investidores com maior aversão ao risco têm preferência por carteiras mais próximas à carteira representada no ponto A, e investidores com menor aversão ao risco têm preferência por carteiras mais próximas à carteira representada no ponto B (ou além deste).

O investidor, no entanto, pode comprar, além de um conjunto de títulos com risco (carteira com risco), um título sem risco ( $r_f$ ). Nesse caso, as possibilidades de carteiras (agora também com o título sem risco) se expandem para aquelas representadas na Figura 2 (Tobin, 1958). Nota-se, nesta figura, que as carteiras compostas apenas por títulos com risco componentes do segmento AB da Figura 1 (a fronteira eficiente de investimentos) são dominadas pelas carteiras compostas também pelo título sem risco componentes da reta CD, chamada de fronteira geral de investimentos (ou CML, *capital market line*).

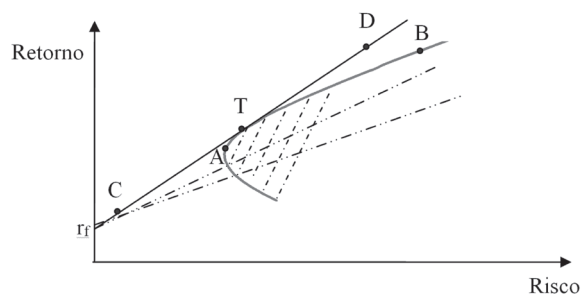


**Figura 2.** Fronteira geral de investimentos (reta CD)

Verifica-se, portanto, que a melhor carteira de títulos com risco para os investidores seria a carteira T, aquela que tangencia o segmento AB, independentemente da aversão ao risco do investidor. A adequação à aversão ao risco particular de cada investidor seria feita na alocação do seu dinheiro entre título sem risco e carteira T. Investidores com maior aversão ao risco têm preferência por carteiras mais próximas à carteira representada no ponto C (com maior alocação do seu investimento no título sem risco —  $r_f$ );

investidores com menor aversão ao risco têm preferência por carteiras mais próximas à carteira representada no ponto F (com maior alocação do seu investimento na carteira T); e investidores com grande apetite a risco podem, alavancando seus investimentos na carteira T, aproximar-se da carteira representada no ponto D.

Note que, caso o investidor opte por qualquer outra carteira de títulos com risco que não a carteira T, as possibilidades de investimento (conforme a alocação entre título sem risco e carteira com risco) seriam piores comparativamente àquelas obtidas com a carteira T, e a reta compondo tais possibilidades teria uma inclinação menor do que a inclinação da reta CD (veja Figura 3).



**Figura 3.** Possibilidades de carteiras com o título sem risco

Sendo assim, a melhor carteira para um investidor seria aquela com a maior inclinação, medida de acordo com a Equação 3.

$$b = \frac{\Delta y}{\Delta x} \quad \text{Eq. 3}$$

Em que:  
 b = inclinação  
 $\Delta y$  = variação de y  
 $\Delta x$  = variação de x

Tomando uma carteira C, com risco  $dp_c$  e retorno  $r_c$ , e o título sem risco com retorno  $r_f$  e  $dp$  zero, tem-se a Equação 4.

$$b = IS = \frac{r_c - r_f}{dp_c} \quad \text{Eq. 4}$$

Em que:  
 b = inclinação  
 $r_c$  = retorno da carteira  
 $r_f$  = retorno do título sem risco (*risk free rate*)  
 $dp_c$  = desvio padrão da carteira

Essa mesma inclinação é conhecida por Índice de Sharpe ou IS (Sharpe, 1966).

Nesse contexto, pode-se concluir que uma carteira que tenha Índice de Sharpe maior ( $C_{IS^+}$ ) é melhor do que outra que tenha Índice de Sharpe menor ( $C_{IS^-}$ ), pois a primeira ( $C_{IS^+}$ ), combinada com o título sem risco, resultaria em opções que dominariam as opções obtidas a partir da segunda ( $C_{IS^-}$ ) e o título sem risco.

Existem diversas outras medidas de desempenho de carteiras, mas a utilizada neste artigo foi o Índice de Sharpe, pois as carteiras propostas foram formadas a partir do estabelecimento da carteira T — esta sendo essencialmente a carteira com maior IS, composta por títulos com risco.

## 2.2 Ibovespa

O Ibovespa é o principal índice de ações da Bolsa de São Paulo (BM&FBovespa). Seu objetivo é ser “o indicador de desempenho médio das cotações dos ativos de maior negociabilidade e representatividade do mercado de ações brasileiro” (BM&FBOVESPA, 2014a).

O Ibovespa sempre foi criticado pela alta concentração de certas ações na sua composição, pelo fato de o critério de composição ser fortemente baseado na liquidez e por ter critérios diferentes para manutenção e inclusão de ações (por exemplo, Rabelo, 2007; Sheng & Saito, 2002; Takamatsu & Lamounier, 2006).

Em 11 de setembro de 2014 a BM&FBovespa divulgou nova metodologia de cálculo do Ibovespa. Essa modificação deu-se parcialmente em janeiro de 2014 e integralmente em maio de 2014.

As modificações impactam as regras (i) para a inclusão no índice (aumento do índice de negociabilidade, alteração no critério de participação nos pregões e não ser “*penny stock*” ou estar listada como “situação especial”) e (ii) a definição do peso de cada ação no índice (que dará mais importância ao valor total negociado e o estabelecimento de um limite de participação).

Não é objetivo do presente artigo avaliar se as modificações introduzidas ao Ibovespa resolvem as críticas endereçadas ao mesmo.

## 2.3 Breve revisão da literatura sobre otimização de carteiras

Nada garante que os índices de mercado (p. ex.: Ibovespa) são carteiras eficientes (Thomé, Leal & Almeida 2011). Diversos autores têm se dedicado a verificar se carteiras otimizadas por determinadas regras (p. ex.: moderna teoria de carteiras) podem ser superiores aos índices de mercado. Além disso, o senso comum é de que índices de mercado costumam estar longe da fronteira eficiente (Levy & Roll, 2010).

Hieda e Oda (1998) estudaram 12 quadrimestres entre 1994 e 1998. Montaram três estratégias de investimento: (1) Ibovespa (antigo), (2) carteira T (tendo considerado como título sem risco o CDI e oferecendo as 20 ações mais negociadas para compor essa carteira, utilizando parâmetros quadrimestrais) e (3) a carteira que chamaram de estratégia ingênua (com o mesmo peso para cada uma das 20 ações mais líquidas). Em apenas um dos doze quadrimestres analisados a carteira T obteve maior Índice de Sharpe.

Bruni e Famá (1998) analisaram os efeitos da diversificação, pelo período de julho de 1993 a junho de 1998, com as 20 ações mais líquidas. Os autores estudaram (1) a estratégia ingênua (de mesmo peso) e (2) uma estratégia de otimização de risco e retorno, baseada na moderna teoria de carteiras, para diversas janelas móveis (12, 24 e 36 meses). Os autores concluem que todas as estratégias teriam resultado melhores retornos comparativamente ao Ibovespa. Esses resultados se manteriam, quando analisados os Índices de Sharpe das diversas estratégias e do Ibovespa. A estratégia com média móvel de 12 meses mostrou-se melhor.

Examinando a eficiência em média-variância dos índices brasileiros (Ibovespa, Índice Brasil – IBrX50 e Índice da Fundação Getúlio Vargas – FGV100), Hagler e Brito (2007) rejeitaram suas eficiências. Os testes envolveram dados de junho de 1989 a julho de 2003. Os autores concluem pela não trivialidade da escolha de um referencial para a gestão passiva de recursos de terceiros, questionando a eficiência dos índices estudados. No entanto, ressaltam que a instabilidade



macroeconômica e as altas taxas de juros podem ter contribuído para a ineficiência dos índices.

DeMiguel, Garlappi, & Uppal (2009) testaram, para dados do mercado americano, a estratégia ingênua comparando-a com 14 modelos diferentes de otimização, indicando a superioridade da primeira em relação às demais – as conclusões foram obtidas por meio do Índice de Sharpe e do retorno equivalente à certeza. A opção por uma estratégia ingênua é baseada (i) na facilidade de operacionalização (em razão da não dependência de estimar o futuro com base em parâmetros históricos, tais como retorno e risco) e (ii) a utilização dessa abordagem por parte dos investidores. Os autores indicam que a estratégia ingênua tem maior chance de produzir resultados melhores quanto maior o número de títulos – por potencializar o poder de diversificação. Os testes empíricos envolveram cenários para 3, 9, 11, 21 e 24 títulos.

Desafiando o senso comum, Levy e Roll (2010) utilizam-se de engenharia reversa e indicam que pequenas variações nos parâmetros de média e variância, dentro dos erros de estimativa, podem indicar que os índices de mercado são eficientes do ponto de vista da média-variância.

Thomé et al. (2011) testaram carteiras com mínima variância. Os autores construíram carteiras com limites máximo de participação de cada ação variando de 10% a 100% (ou seja, sem limite). A carteira sem limites de pesos não apresentou superioridade ao Ibovespa, mas a carteira com limite de peso máximo de 10% mostrou-se superior ao Ibovespa. Essa carteira, no entanto, não se mostrou superior a uma carteira formada pela estratégia ingênua (igualmente ponderada) e foi superada por fundos de gestão ativa. A limitação de peso máximo de 10%, segundo os autores, garantiu uma maior estabilidade e uniformidade de composição da carteira a cada quadrimestre. Os autores analisaram o período de abril de 1998 a dezembro de 2008.

Estudando 677 observações diárias relativas a 45 títulos entre março de 2009 e novembro de 2011, Santos e Tessari (2012) compararam o desempenho do Ibovespa ao da estratégia ingênua e a outras estratégias de otimização. Os resultados

indicam que (a) a estratégia média-variância foi a que apresentou melhor resultado em termos de retorno, seguido das estratégias de mínima variância, estratégia ingênua e Ibovespa e (b) as estratégias de média-variância e mínima variância apresentaram desvios padrão inferiores às outras duas estratégias (ingênua e Ibovespa). Os Índices de Sharpe das estratégias média-variância e mínima variância são maiores do que àqueles das estratégias ingênua e Ibovespa. Os autores ressaltam que diferenças em restrições de alocação máxima de ativos (sendo mais flexíveis), período de análise, algoritmo utilizado entre outras podem explicar os resultados distintos dos anteriormente apresentados por outros autores.

Analisando ações componentes do Ibovespa entre janeiro de 1998 e dezembro de 2011, Santiago e Leal (2015) formaram carteiras baseadas na estratégia ingênua (para uma quantidade de 6 a 16 títulos por carteira) e de mínima variância (com peso máximo de 10%). O critério de seleção, entre as ações possíveis, foi o de maior Índice de Sharpe. As carteiras ingênuas não superaram o Ibovespa nem a carteira de mínima variância. Os autores também compararam a carteira ingênua a Fundos de Investimento em Ações (FIA) e concluem pela equivalência da carteira ingênua a tais FIAs.

O presente estudo testa um período de 34 trimestres e oferece para a formação das carteiras 118 ações. Demais estudos não combinam tais números. Também é o primeiro que se tem conhecimento que teste o Ibovespa Novo.

## 3 Metodologia

### 3.1 Amostra

As composições das 34 carteiras do Ibovespa, recalculadas retroativamente por meio da aplicação da nova metodologia (Ibovespa Novo), entre janeiro de 2003 e janeiro de 2014, foram obtidas em BM&FBovespa (2014b). No total, a amostra considera 118 ações que compuseram pelo menos uma das 34 carteiras mencionadas. Os retornos do Ibovespa Antigo e do Ibovespa Novo também foram obtidos em BM&FBovespa (2014b).

Os preços (ajustados pelos proventos) de todas as ações que compuseram essas 34 carteiras (118 ações) foram obtidos no sistema de informação Economática<sup>®</sup> (pelo período de 30 de agosto de 2002 a 2 de maio de 2014).

A série histórica da Selic diária foi obtida no sistema de séries temporais do Banco Central do Brasil (também pelo período de 30 de agosto de 2002 a 2 de maio de 2014).

### 3.2 Formação das carteiras T

A carteira T foi obtida apenas com títulos brasileiros (ações negociadas na Bovespa e título sem risco — considerado como sendo a Selic) e sem permitir alavancagem (desconsiderou-se a possibilidade de venda a descoberto).

Para cada um dos 34 períodos (quadrimestres) analisados foi calculada a carteira com

ações com maior Índice de Sharpe (carteira T), oferecendo para sua composição as ações que compunham o Ibovespa (segundo a nova metodologia) no respectivo período (quadrimestre). Foram utilizados retornos semanais para um histórico de quatro meses (o quadrimestre anterior ao da vigência da carteira). A obtenção da carteira T foi alcançada por rotinas elaboradas pelos autores executadas no Microsoft Excel<sup>®</sup>.

Algumas ações que compuseram o Ibovespa em pelo menos um dos 34 períodos analisados já não são mais negociadas, porém suas séries históricas ainda são disponibilizadas pela Economática. Outras ações mudaram de nome, por motivos diversos. Neste trabalho consideraram-se as mudanças de nome apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1**  
**Mudança de nome de determinadas ações**

Nome original	Nome atual	Nome original	Nome atual
BMEF3	BVMF3	LLXL3	PRML3
BRTO4	OIBR4	PCAR5	PCAR4
CLSC6	CLSC4	PRGA3	BRFS3
CESP4	CESP5	VCPA3	FIBR3
ECOD3	VAGR3	TLPP4	VIVT4
ELPL6	ELPL4	TSPP4	VIVO4
ITAU4	ITUB4	TCSL3	TIMP3

A composição da carteira T, para cada um dos 34 quadrimestres analisados, encontra-se no Apêndice A.

### 3.3 Hipóteses e abordagem estatística

O objetivo deste artigo foi verificar se o Ibovespa, antigo e novo, seria a melhor opção para os investidores, considerando as possibilidades de investimentos (sem e com risco) no mercado brasileiro.

Para tanto, é necessário testar a diferença de retorno e a diferença de variância entre os pares de carteiras ((I) carteira T *versus* Ibovespa

Novo, (II) carteira T *versus* Ibovespa Antigo e (III) Ibovespa Novo *versus* Ibovespa Antigo), além da diferença da relação entre retorno e variância medida pelo Índice de Sharpe (IS).

Nesse sentido, as hipóteses de pesquisa inicialmente apresentadas na introdução deste artigo podem ser desdobradas em, genericamente, hipótese nula ( $H_0$ ): sendo a hipótese da igualdade do parâmetro (média, variância ou Índice de Sharpe) entre os pares acima destacados e a hipótese alternativa ( $H_a$ ): sendo a superioridade de uma das carteiras do par testado em termos do parâmetro analisado. Portanto, o conjunto de hipóteses é:

I – Par de carteiras — carteira T *versus* Ibovespa Novo:

HI-I<sub>0</sub>: média da carteira T = média do Ibovespa Novo

HI-I<sub>a</sub>: média da carteira T ≥ média do Ibovespa Novo

HI-II<sub>0</sub>: variância da carteira T = variância do Ibovespa Novo

HI-II<sub>a</sub>: variância da carteira T ≠ variância do Ibovespa Novo

HI-III<sub>0</sub>: IS da carteira T = IS do Ibovespa Novo

HI-III<sub>a</sub>: IS da carteira T ≥ IS do Ibovespa Novo

II – Par de carteiras — carteira T *versus* Ibovespa Antigo:

HII-I<sub>0</sub>: média da carteira T = média do Ibovespa Antigo

HII-I<sub>a</sub>: média da carteira T ≥ média do Ibovespa Antigo

HII-II<sub>0</sub>: variância da carteira T = variância do Ibovespa Antigo

HII-II<sub>a</sub>: variância da carteira T ≠ variância do Ibovespa Antigo

HII-III<sub>0</sub>: IS da carteira T = IS do Ibovespa Antigo

HII-III<sub>a</sub>: IS da carteira T ≥ IS do Ibovespa Antigo

III – Par de carteiras — Ibovespa Novo *versus* Ibovespa Antigo:

IIII-I<sub>0</sub>: média do Ibovespa Novo = média do Ibovespa Antigo

IIII-I<sub>a</sub>: média do Ibovespa Novo ≥ média do Ibovespa Antigo

IIII-II<sub>0</sub>: variância do Ibovespa Novo = variância do Ibovespa Antigo

IIII-II<sub>a</sub>: variância do Ibovespa Novo ≠ variância do Ibovespa Antigo

IIII-III<sub>0</sub>: IS do Ibovespa Novo = IS do Ibovespa Antigo

IIII-III<sub>a</sub>: IS do Ibovespa Novo ≥ IS do Ibovespa Antigo

Para o teste de média foi usada a variante de dados emparelhados, uma vez que ambas as carteiras sendo comparadas estão presentes nas mesmas datas. Levine, Stephan, Krehbiel e Berenson (2012) indicam o uso de testes emparelhados para duas populações inter-relacionadas. Laponi (2000) ressalta que nesses casos a variável de interesse será a diferença dos pares de ambas as amostras em lugar das amostras em si (sendo emparelhadas, ambas as amostras têm o mesmo tamanho). Neste artigo o interesse é na série histórica da diferença diária do retorno das carteiras e não nos valores individuais propriamente ditos, o que, segundo Levine et al. (2012), também indica o teste de população inter-relacionada ou emparelhada. Costa (1977) indica que, reduzindo a amostra a uma única composta das diferenças, aumenta o poder de explicação do teste comparativamente a amostras não emparelhadas: “sempre que possível e justificável, devemos promover o emparelhamento dos dados, pois teremos uma informação a mais que nos levará a resultados estatisticamente mais fortes” (Costa, 1977, p. 109).

Caso as distribuições de retorno sejam distribuições normais, a igualdade de média será testada por meio do teste t unicaudal para dados emparelhados. Caso as distribuições de retorno não sejam distribuições normais, a igualdade de média será testada por meio do teste não paramétrico de Wilcoxon para dados emparelhados, que para consideração unicaudal será suposta uma distribuição simétrica. Segundo Fávero, Belfiore, Silva e Chan (2009), o teste de Wilcoxon é recomendado para se testar a diferença de médias de duas amostras emparelhadas, e segundo Maroco (2007) esse teste é usado para comparar duas médias populacionais a partir de dados emparelhados, em substituição ao teste t. Santiago e Leal (2015) e Thomé et al. (2011) utilizaram o teste de Wilcoxon.

O teste de igualdade de variância será o teste F quando as distribuições forem normais e o teste de Levene, quando as distribuições não forem



normais. A hipótese nula do teste t, Wilcoxon, teste F e Levene é a da igualdade do parâmetro (média ou variância, conforme o caso).

A normalidade das distribuições será testada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov (KS), para o qual a hipótese nula é a de que a distribuição é normal e a hipótese alternativa é a de que a distribuição não é normal.

#### 4 Análise de dados

Observa-se que as carteiras T formadas para cada um dos quadrimestres têm um número

reduzido de ações quando comparado com o número de ações do Ibovespa Novo e, conseqüentemente, ações com grande peso na carteira. Observa-se também que existe, a cada quadrimestre, uma grande modificação na composição da carteira T (Tabela 2). A alteração na composição da carteira é creditada por alguns autores, como Jagannathan e Ma (2003), aos erros na estimação dos retornos históricos. Jagannathan e Ma (2003) sugerem a estratégia da carteira de mínima variância como alternativa para estabilização dos pesos.

**Tabela 2**

#### Composição da carteira T x Composição do Ibovespa Novo

Quadr.	Qtde. ações	Carteira T			Qtde. ações	Ibovespa Novo		
		% Ações repetidas de t-1	Peso maior ação	Peso 3 maiores ações		% Ações repetidas de t-1	Peso maior ação	Peso 3 maiores ações
1	7		48,4%	79,7%	41		18,4%	33,6%
2	6	33,3%	34,7%	74,4%	39	100,0%	14,3%	30,6%
3	7	42,9%	26,7%	78,5%	37	100,0%	14,6%	32,6%
4	8	25,0%	20,8%	58,1%	39	94,9%	14,5%	28,9%
5	2	0,0%	62,2%	100,0%	40	97,5%	15,0%	30,7%
6	5	20,0%	41,7%	91,3%	42	95,2%	14,5%	30,8%
7	7	14,3%	23,7%	61,2%	44	95,5%	14,5%	31,4%
8	3	33,3%	49,8%	100,0%	47	93,6%	14,7%	32,6%
9	7	0,0%	56,3%	81,4%	48	95,8%	15,8%	35,6%
10	8	25,0%	42,3%	76,3%	49	93,9%	15,8%	35,6%
11	7	14,3%	30,0%	77,9%	51	90,2%	15,7%	33,9%
12	7	28,6%	35,9%	80,2%	51	90,2%	15,4%	33,1%
13	8	12,5%	26,7%	67,6%	54	90,7%	14,8%	32,8%
14	6	16,7%	24,8%	61,0%	57	94,7%	12,7%	31,8%
15	8	0,0%	47,4%	85,2%	61	90,2%	15,7%	35,5%
16	5	60,0%	39,2%	81,5%	66	92,4%	15,5%	36,2%
17	6	0,0%	36,3%	77,1%	66	97,0%	14,7%	33,3%
18	5	20,0%	45,4%	96,6%	68	85,3%	14,4%	32,7%
19	1	100,0%	100,0%	100,0%	55	100,0%	14,0%	32,4%
20	8	12,5%	56,3%	86,6%	52	96,2%	13,7%	35,7%
21	12	16,7%	28,3%	55,7%	51	98,0%	13,3%	34,5%
22	6	16,7%	30,0%	73,7%	54	90,7%	13,4%	33,1%
23	7	0,0%	36,4%	77,3%	57	93,0%	12,9%	32,3%
24	8	12,5%	44,4%	78,3%	58	96,6%	10,6%	29,3%
25	8	25,0%	29,5%	68,8%	58	96,6%	12,8%	31,9%
26	10	30,0%	22,6%	63,2%	60	95,0%	12,2%	31,0%
27	7	42,9%	32,6%	67,0%	63	92,1%	10,7%	29,4%
28	8	25,0%	37,8%	85,0%	62	100,0%	11,1%	29,7%
29	12	41,7%	28,0%	57,0%	65	92,3%	10,1%	27,0%
30	5	20,0%	36,7%	87,2%	64	98,4%	10,8%	27,7%
31	13	7,7%	34,6%	60,0%	66	97,0%	9,4%	26,9%
32	10	20,0%	25,1%	60,0%	69	95,7%	9,6%	25,8%
33	8	0,0%	26,2%	70,0%	73	93,2%	8,3%	23,4%
34	11	18,2%	16,3%	47,8%	72	97,2%	8,6%	22,8%

A análise comparativa do retorno e do risco da carteira T, do Ibovespa Novo e do Ibovespa Antigo será dividida em duas partes: (i) o período todo (composto dos 34 quadrimestres) e (ii) os períodos individuais (composto de cada quadrimestre individualmente).

#### 4.1 Período todo

Foram analisados 2.805 retornos diários ao longo de 34 quadrimestres. Todas as carteiras negociaram em mais de 99,8% dos dias. O teste Kolmogorov-Smirnov rejeitou a normalidade das distribuições de retornos para o período todo para a carteira T (valor p de 0,000), para o Ibovespa Novo (valor p de 0,000) e para o Ibovespa Antigo (valor p de 0,000).

O retorno médio diário no período todo (1º de janeiro de 2003 a 30 de abril de 2014) (i) para a carteira T foi de 0,111% a.d., (ii) para o Ibovespa Novo foi de 0,079% a.d. e (iii) para o Ibovespa Antigo foi de 0,070% a.d.. O retorno médio diário da carteira T é estatisticamente superior ao do Ibovespa Novo (valor p do teste não paramétrico, para dados emparelhados unicaudal — supondo distribuição simétrica, é 0,063) e também ao do Ibovespa Antigo (valor p do teste não paramétrico, para dados emparelhados unicaudal — supondo distribuição simétrica, é 0,012). O retorno médio diário do Ibovespa Novo é estatisticamente superior ao do Ibovespa Antigo (valor p do teste não paramétrico, para dados emparelhados unicaudal — supondo distribuição simétrica, é 0,078).

O desvio padrão dos retornos diários no período todo (i) para a carteira T foi de 1,61%, (ii) para o Ibovespa Novo foi de 1,74% e (iii) para o Ibovespa Antigo foi de 1,79%. O desvio padrão dos retornos diários da carteira T é estatisticamente diferente do desvio padrão dos retornos diários do Ibovespa Novo (valor p do teste de Levene é 0,001) e também do Ibovespa Antigo

(valor p do teste de Levene é 0,000). O desvio padrão dos retornos diários do Ibovespa Novo é estatisticamente diferente do desvio padrão dos retornos diários do Ibovespa Antigo (valor p do teste de Levene é 0,071).

Os resultados indicam que a carteira T domina o Ibovespa Novo e o Ibovespa Antigo (tem retorno maior e desvio padrão menor). Portanto, o Ibovespa (novo ou antigo) não faria parte do conjunto de carteiras eficientes (*ex post*). Também há indícios de que o Ibovespa Novo domina o Ibovespa Antigo (maior retorno e menor desvio padrão).

Com relação ao retorno excedente (retorno acima da taxa do título sem risco), os resultados são iguais (mesmo considerando que a taxa do título sem risco foi variável ao longo do tempo). A média do retorno diário do título sem risco, no período todo, é 0,049% a.d..

O Índice de Sharpe não foi testado estatisticamente, pois não se calculou o IS diário (seu cálculo requer o desvio padrão). Com os indícios acima expostos, no entanto, pode-se dizer que o Índice de Sharpe da carteira T (0,0389) é superior ao do Ibovespa Novo (0,0173) e ao do Ibovespa Antigo (0,0117). O mesmo poderia ser dito com relação à superioridade do Ibovespa Novo, medida pelo Índice de Sharpe, comparativamente ao Ibovespa Antigo.

Logo, considerando o período todo, a carteira T teria sido uma melhor opção de investimento para os investidores. As hipóteses de pesquisa elencadas no item 3.3, para o período todo, foram respondidas com o exposto acima.

#### 4.2 Períodos individuais

Considerando cada um dos 34 quadrimestres, a Tabela 3 apresenta o resultado do teste de normalidade das distribuições de retorno — para nenhuma carteira (carteira T, Ibovespa Novo ou Ibovespa Antigo) e em nenhum dos 34 quadrimestres a hipótese da normalidade foi rejeitada.

**Tabela 3****Teste de normalidade (Valor P do Teste de Kolmogorov-Smirnov)**

Quadr.	Carteira T	Ibovespa Novo	Ibovespa Antigo	Quadr.	Carteira T	Ibovespa Novo	Ibovespa Antigo
1	0,880	0,924	0,946	18	0,235	0,553	0,618
2	0,783	0,951	0,854	19	0,507	0,759	0,677
3	0,998	0,875	0,887	20	0,955	0,274	0,496
4	0,871	0,997	0,992	21	0,753	0,343	0,377
5	0,914	0,812	0,925	22	0,659	0,412	0,346
6	0,965	0,933	0,726	23	0,863	0,982	0,988
7	0,698	0,292	0,442	24	0,864	0,524	0,985
8	0,656	0,766	0,628	25	0,498	0,479	0,639
9	0,488	0,572	0,635	26	0,520	0,303	0,304
10	0,768	0,836	0,820	27	0,510	0,969	0,999
11	0,804	0,638	0,449	28	0,894	0,485	0,626
12	0,909	0,889	0,723	29	0,263	0,782	0,978
13	0,194	0,879	0,658	30	0,814	0,995	0,924
14	0,219	0,483	0,497	31	0,830	0,934	0,967
15	0,939	0,566	0,723	32	0,632	0,770	0,600
16	0,410	0,572	0,566	33	0,867	0,944	0,988
17	0,924	0,986	0,979	34	0,915	0,532	0,777

A Tabela 4 apresenta, para periodicidade diária, o retorno médio, o desvio padrão e o Índice de Sharpe em cada quadrimestre (de 1 a 34) e para (i) a carteira T, (ii) o Ibovespa Novo e (iii) o Ibovespa Antigo.

**Tabela 4****Retorno médio, Desvio padrão e Índice de Sharpe (IS) de cada um dos 34 quadrimestres analisados para (i) a carteira T, (ii) o Ibovespa Novo e (iii) o Ibovespa Antigo**

Quadr.	Carteira T			Ibovespa Novo			Ibovespa Antigo		
	Retorno médio	Desv. pad.	IS	Retorno médio	Desv. pad.	IS	Retorno médio	Desv. pad.	IS
1	0,00%	1,20%	-7,36%	0,14%	1,40%	3,62%	0,15%	1,78%	3,27%
2	0,47%	1,41%	27,10%	0,25%	1,16%	14,12%	0,24%	1,42%	10,30%
3	0,46%	1,51%	25,75%	0,39%	1,22%	26,62%	0,46%	1,36%	28,72%
4	-0,26%	2,19%	-14,78%	-0,15%	1,98%	-10,60%	-0,13%	2,23%	-8,46%
5	0,37%	2,02%	15,36%	0,22%	1,66%	9,66%	0,19%	1,84%	7,42%
6	0,21%	1,42%	10,21%	0,26%	1,07%	18,32%	0,18%	1,15%	9,93%
7	-0,12%	1,66%	-11,41%	-0,04%	1,56%	-6,73%	-0,05%	1,70%	-7,08%
8	0,08%	1,90%	0,57%	0,20%	1,31%	9,67%	0,15%	1,58%	5,07%
9	0,24%	1,38%	12,56%	0,24%	1,46%	11,54%	0,23%	1,43%	10,96%
10	0,31%	1,74%	14,11%	0,24%	1,44%	12,66%	0,24%	1,40%	13,05%
11	-0,03%	1,90%	-4,62%	-0,09%	1,87%	-7,86%	-0,11%	1,86%	-8,75%
12	0,26%	0,91%	22,78%	0,21%	1,19%	13,23%	0,27%	1,20%	17,95%
13	0,12%	1,66%	4,40%	0,12%	1,61%	4,21%	0,13%	1,65%	5,10%
14	0,07%	1,63%	1,84%	0,16%	1,64%	6,76%	0,14%	1,64%	5,88%
15	0,17%	1,74%	7,61%	0,25%	1,93%	10,74%	0,22%	1,91%	9,26%
16	0,06%	2,36%	0,58%	0,09%	2,31%	2,14%	0,10%	2,24%	2,56%
17	-0,10%	1,46%	-9,88%	-0,25%	1,85%	-15,83%	-0,22%	1,76%	-15,11%
18	0,32%	4,26%	6,26%	-0,32%	5,07%	-7,23%	-0,35%	4,96%	-8,03%
19	0,07%	0,34%	7,70%	0,30%	2,57%	9,98%	0,32%	2,51%	10,79%
20	0,16%	0,71%	17,44%	0,18%	1,75%	8,15%	0,23%	1,78%	10,76%
21	0,20%	1,39%	12,35%	0,24%	1,57%	12,88%	0,25%	1,57%	13,93%
22	-0,04%	1,37%	-5,52%	0,00%	1,21%	-3,09%	-0,01%	1,21%	-3,73%

*(Continua)*

Quadr.	Carteira T			Ibovespa Novo			Ibovespa Antigo		
	Retorno médio	Desv. pad.	IS	Retorno médio	Desv. pad.	IS	Retorno médio	Desv. pad.	IS
23	0,20%	1,54%	10,32%	-0,04%	1,52%	-5,35%	-0,03%	1,53%	-4,51%
24	0,08%	0,90%	4,54%	0,17%	1,28%	9,85%	0,08%	1,07%	3,82%
25	0,13%	1,07%	8,19%	-0,04%	1,04%	-8,39%	-0,05%	1,05%	-9,15%
26	-0,01%	1,51%	-3,95%	-0,15%	1,63%	-11,93%	-0,17%	1,73%	-12,19%
27	0,11%	1,30%	5,31%	0,06%	1,60%	1,23%	0,02%	1,77%	-1,25%
28	0,14%	0,75%	13,76%	0,09%	1,11%	4,92%	0,11%	1,17%	6,24%
29	-0,08%	1,13%	-9,65%	-0,06%	1,46%	-6,39%	-0,08%	1,66%	-6,68%
30	0,08%	0,94%	5,95%	0,10%	1,05%	6,76%	0,09%	1,17%	5,43%
31	0,00%	1,08%	-2,98%	-0,02%	1,09%	-4,08%	-0,10%	1,16%	-11,01%
32	-0,04%	1,04%	-6,36%	-0,10%	1,25%	-10,54%	-0,12%	1,47%	-10,23%
33	0,20%	1,13%	14,49%	0,08%	1,00%	4,42%	0,04%	1,23%	0,64%
34	-0,04%	1,25%	-6,72%	0,02%	1,25%	-1,77%	0,01%	1,30%	-2,65%

Comparando o retorno da carteira T com o do Ibovespa Novo em cada um dos quadrimestres, por meio do teste t para dados emparelhados unicaudal, pode-se dizer que o retorno da carteira T foi estatisticamente superior ao do Ibovespa Novo em cinco quadrimestres (14,7% dos casos): 2 (valor p de 0,048), 18 (0,051), 23 (0,035), 25 (0,056) e 26 (0,086). Não houve quadrimestres em que o retorno do Ibovespa Novo superou estatisticamente o retorno da carteira T.

Comparando o desvio padrão da carteira T com o desvio padrão do Ibovespa Novo em cada um dos quadrimestres, por meio do teste F, pode-se dizer que (i) o desvio padrão da carteira T foi estatisticamente menor do que o do Ibovespa Novo em nove quadrimestres (26,5% dos casos): 12 (valor p de 0,020), 17 (0,029), 19 (0,000), 20 (0,000), 24 (0,002), 27 (0,058), 28 (0,001), 29 (0,020) e 32 (0,092) e (ii) o desvio padrão da carteira T foi estatisticamente maior ao do Ibovespa Novo em seis quadrimestres (17,6% dos casos): 2 (valor p de 0,076), 3 (0,054), 5 (0,071), 6 (0,011), 8 (0,001) e 10 (0,091). A menor quantidade de ações na carteira T comparativamente ao Ibovespa Novo, que poderia restringir a capacidade de diversificação da carteira T, não prejudicou o desempenho, em termos de risco, da carteira T comparativamente ao Ibovespa Novo.

A carteira T dominou o Ibovespa Novo em 13 quadrimestres. Aqueles em que (i) o retorno da carteira T foi estatisticamente maior do que o do Ibovespa Novo e o desvio padrão foi estatisticamente menor ou “igual” (quadrimestres 18,

23, 25 e 26) ou (ii) o desvio padrão da carteira T foi estatisticamente menor do que o do Ibovespa Novo e o retorno foi estatisticamente “igual” (12, 17, 19, 20, 24, 27, 28, 29 e 32). O Ibovespa Novo dominou a carteira T em cinco quadrimestres: 3, 5, 6, 8 e 10 (menor risco e igual retorno). Em termos de dominância, a carteira T dominou o Ibovespa Novo em 72,2% dos casos em que se verificou dominância (13 em 18).

Os detalhes não são apresentados, tal como para a comparação entre a carteira T e o Ibovespa Novo, mas a carteira T dominou o Ibovespa Antigo em 15 dos 18 quadrimestres em que se verificou dominância (83,3% dos casos). O Ibovespa Novo dominou o Ibovespa Antigo em sete dos nove casos que se verificou dominância (77,8% dos casos).

Como não se calculou o Índice de Sharpe diário (por depender do desvio padrão), sua análise não foi feita intraquadrimestre (assim como a análise da média e do desvio padrão), mas sim entre quadrimestres (considerando as 34 medidas quadrimestrais). A média do Índice de Sharpe nos 34 quadrimestres foi de 0,049 para a carteira T, 0,030 para o Ibovespa Novo e 0,021 para o Ibovespa Antigo. A distribuição dos 34 Índices de Sharpe é normal para a carteira T (valor p do teste de Kolmogorov-Smirnov é de 0,945), para o Ibovespa Novo (valor p de 0,871) e para o Ibovespa Antigo (valor p de 0,842). O Índice de Sharpe médio da carteira T é estatisticamente maior do que o do Ibovespa Novo (valor p do teste t para dados emparelhados unicaudal é de 0,067) e também é

estatisticamente superior ao do Ibovespa Antigo (valor  $p$  de 0,014). O Índice de Sharpe médio do Ibovespa Novo é estatisticamente superior ao do Ibovespa Antigo (valor  $p$  de 0,036). Em 52,9% (18 de 34) dos quadrimestres o Índice de Sharpe da carteira T foi superior ao do Ibovespa Novo. Em 58,5% (20 de 34) dos quadrimestres o Índice de Sharpe da carteira T foi superior ao do Ibovespa Antigo. Em 61,8% (21 de 37) dos quadrimestres o Índice de Sharpe do Ibovespa Novo foi superior ao do Ibovespa Antigo.

Considerando apenas os quadrimestres com Índice de Sharpe positivo (19 quadrimestres), a média do Índice de Sharpe foi de 0,115 para a carteira T, 0,103 para o Ibovespa Novo e 0,094 para o Ibovespa Antigo. A distribuição dos 19 Índices de Sharpe positivos é normal para a carteira T (valor  $p$  do teste de Kolmogorov-Smirnov é de 0,983), para o Ibovespa Novo (valor  $p$  de 0,814) e para o Ibovespa Antigo (valor  $p$  de 0,502). O Índice de Sharpe médio da carteira T não é estatisticamente maior do que o do Ibovespa Novo (valor  $p$  do teste  $t$  para dados emparelhados unicaudal é de 0,218), sendo, porém, estatisticamente superior ao do Ibovespa Antigo (valor  $p$  de 0,065). O Índice de Sharpe médio do Ibovespa Novo é estatisticamente superior ao do Ibovespa Antigo (valor  $p$  de 0,098). Em 47,4% (9 em 19) dos quadrimestres o Índice de Sharpe da carteira T foi superior ao do Ibovespa Novo. Em 57,9% (11 de 19) dos quadrimestres o Índice de Sharpe da carteira T foi superior ao do Ibovespa Antigo. Em 52,6% (10 de 19) dos quadrimestres o Índice de Sharpe do Ibovespa Novo foi superior ao do Ibovespa Antigo.

### 4.3 Robustez

A análise de robustez se concentrou na comparação, para o período todo, entre a carteira T e o Ibovespa Novo. Pode-se imaginar que os quadrimestres em que a carteira T é composta de poucos títulos possam distorcer os resultados apresentados, favorecendo a carteira T em detrimento do Ibovespa Novo. Ressalta-se que as carteiras

foram montadas com o histórico do quadrimestre anterior a sua vigência; seria necessário, portanto, que esses poucos títulos tivessem resultados favoráveis por dois quadrimestres seguidos: o quadrimestre de estimação da carteira e o quadrimestre de vigência da carteira propriamente dito.

Observa-se também que o número reduzido de títulos na carteira T poderia prejudicar sua capacidade de diversificação. Por um lado, desde Evans e Archer (1968) tem-se mostrado que não é necessário um grande número de títulos para se capturar em grande parte o efeito da diversificação (no Brasil, vide, por exemplo, Oliveira & Paula, 2008). Por outro lado, Chance Shynkevich e Yang (2011) discordam em termos gerais desse pensamento padrão, recomendando a maior quantidade de títulos. Estudos ligados ao tema específico do presente artigo indicam a superioridade das carteiras formadas por uma maior quantidade de títulos (DeMiguel et al., 2009; Thomé et al., 2011).

Calculou-se a correlação entre o número de títulos na carteira T e o módulo da diferença entre o retorno da carteira T e o retorno do Ibovespa Novo para cada quadrimestre, obtendo-se -0,35 (valor  $p$  de 0,0427). Essa correlação indica que, quanto menor a quantidade de títulos na carteira T, maior o módulo da diferença entre os retornos da carteira T e da carteira do Ibovespa Novo. A correlação entre o número de títulos na carteira T e o módulo da diferença do desvio padrão dos retornos (entre carteira T e Ibovespa Novo) é -0,49 (valor  $p$  de 0,0035), indicando que, quanto menor a quantidade de títulos na carteira T, maior o módulo da diferença entre os desvios padrão. A diferença em módulo não indica qual das duas carteiras foi superior e essa análise, embora sinalize indícios, não é conclusiva.

A quantidade de títulos por carteira T varia de 1 a 13 títulos ao longo dos 34 quadrimestres analisados. Existe uma carteira T com apenas um título e uma carteira T com 13 títulos. A Tabela 5 apresenta o número de carteiras T para cada quantidade de títulos.



**Tabela 5**  
**Quantidade de títulos por carteira e número de carteiras (absoluto e relativo)**

Quantidade de títulos	Número de carteiras T	Proporção do total de carteiras T
1	1	2,9%
2	1	2,9%
3	1	2,9%
4	0	0,0%
5	4	11,8%
6	4	11,8%
7	8	23,5%
8	9	26,5%
9	0	0,0%
10	2	5,9%
11	1	2,9%
12	2	5,9%
13	1	2,9%
<b>Total</b>	<b>34</b>	<b>100%</b>

Observa-se, pela Tabela 5, que 20,6% das carteiras T têm cinco títulos ou menos. A Tabela 6 apresenta os retornos médios da carteira T e da carteira do Ibovespa Novo, os desvios padrão da carteira T e da carteira do Ibovespa Novo, o valor p do teste de igualdade de média e o valor p do teste de igualdade de variância caso fossem eliminadas da amostra do período todo as carteiras com até determinado número de títulos (variando

de um a cinco). Testou-se, também, a normalidade das distribuições de retornos para cada cenário de exclusão. O valor p do teste de Kolmogorov-Smirnov indica que as distribuições da Tabela 6 não são normais (valor p do teste para ambas as distribuições com exclusões de um a quatro títulos é 0,000 e, para exclusões de cinco títulos, o valor p da distribuição da carteira T é 0,002 e do Ibovespa Novo é 0,014).

**Tabela 6**  
**Desempenho da carteira T versus Desempenho do Ibovespa Novo caso fossem eliminados os períodos em que a carteira T teve número de títulos igual ou menor a determinado número de títulos de corte (de um a cinco títulos)**

Qtde. de títulos	Carteira T		Ibovespa Novo		Teste de igualdade	
	Retorno	Desvio padrão	Retorno	Desvio padrão	Média (valor p)	Variância (valor p)
0	0,111%	1,61%	0,079%	1,74%	0,063	0,001
1	0,113%	1,63%	0,073%	1,71%	0,050	0,078
2	0,104%	1,61%	0,068%	1,71%	0,063	0,042
3	0,105%	1,60%	0,063%	1,73%	0,067	0,013
4	0,105%	1,60%	0,063%	1,73%	0,067	0,013
5	0,096%	1,40%	0,068%	1,48%	0,085	0,018

Observa-se que, mesmo excluindo os quatro trimestres em que a carteira T foi composta por menos do que cinco títulos, a carteira T teria sido superior ao Ibovespa Novo em retorno (maior) e risco (menor). Para os cenários em que são excluídas as carteiras T com mais do que cinco títulos (6 a 12, sucessivamente), os testes de igualdade

de média indicam (i) que o retorno da carteira T foi igual ao retorno da carteira do Ibovespa Novo e (ii) que a variância da carteira T foi inferior à variância do Ibovespa Novo. Dessa forma, a carteira T teria sido superior ao Ibovespa Novo em todos os cenários de exclusões.

Adicionalmente, foram realizadas análises sem valores extremos. Foram dois cenários analisados: no primeiro, eliminaram-se os valores acima e abaixo de 3,09 desvios padrão. Caso a distribuição fosse normal, seria equivalente a eliminar 0,2% das observações (0,1% de cada lado, supondo uma distribuição normal). No total, para a carteira T, 36 observações foram eliminadas (1,28% dos 2.805 valores) e 35 observações do Ibovespa Novo (1,25% dos 2.805 valores). As observações caíram a 2.752, as distribuições continuaram não normais (p valor do teste KS foi de 0,001 e 0,014 para a carteira T e para o Ibovespa Novo, respectivamente). A média da carteira T foi de 0,1064% e do Ibovespa Novo foi de 0,0684%, sendo a carteira T estatisticamente superior (valor p do teste não paramétrico de 0,065). O desvio padrão da carteira T foi de 1,39% e do Ibovespa Novo foi de 1,47%, sendo a carteira T estatisticamente melhor (valor p do teste não paramétrico de 0,001).

No segundo cenário, eliminaram-se os valores acima e abaixo de 2,58 desvios padrão (equivalente a 1,0% das observações caso as distribuições fossem normais). Foram eliminadas 63 observações (2,25%) da carteira T e 61 observações (2,17%) do Ibovespa Novo, restando 2.711 observações. A carteira T foi estatisticamente superior ao Ibovespa Novo em termos de média (0,1085% *versus* 0,0750%, com valor p do teste não paramétrico igual a 0,053) e em termos de desvio padrão (1,33% *versus* 1,40%, valor p do teste não paramétrico igual a 0,001).

Essas análises com eliminação dos valores extremos continuam indicando a superioridade da carteira T em relação ao Ibovespa Novo.

## 5 Considerações finais

A moderna teoria de carteiras diz que existe uma carteira de ativos com risco que todos os investidores deveriam ter — a carteira T. A carteira T seria uma entre as carteiras integrantes da fronteira eficiente de investimentos. As demais carteiras integrantes da fronteira eficiente de investimentos, mesmo não sendo dominadas por nenhuma outra carteira de ativos com risco, não seria a melhor escolha para o investidor.

O Ibovespa seria essa carteira T? Existiria uma carteira que fosse melhor para o investidor? Existiria uma carteira que dominasse o Ibovespa?

Estudaram-se 34 quadrimestres (de 1º de janeiro de 2003 a 30 de abril de 2014), analisando-se o Ibovespa Antigo, o Ibovespa Novo e a carteira T (carteira T calculada baseada na chamada moderna teoria de carteiras, considerando-se como título sem risco a Selic).

Para o período todo, a carteira T apresentou, estatisticamente, maior retorno e menor desvio padrão do que o Ibovespa Novo e o Ibovespa Antigo, constituindo-se um melhor investimento para os investidores. O Ibovespa Novo e o Ibovespa Antigo foram dominados pela carteira T (*ex post*). O Índice de Sharpe da carteira T também se mostrou superior aos do Ibovespa Novo e do Ibovespa Antigo. O Ibovespa Novo, por sua vez, dominou o Ibovespa Antigo (maior retorno e menor risco).

Em se aceitando as premissas adotadas neste estudo, o Ibovespa Novo ou o Ibovespa Antigo não são as melhores opções de investimento para os investidores.

Analisando-se os quadrimestres individualmente, verificou-se que em 13 dos 18 quadrimestres em que se verificou dominância a carteira T dominou o Ibovespa Novo (quando o retorno da carteira T foi estatisticamente superior ao do Ibovespa Novo e/ou o desvio padrão da carteira T foi estatisticamente inferior ao do Ibovespa Novo). Em apenas cinco dos 18 casos, o Ibovespa Novo dominou a carteira T. Quando considerados todos os 34 quadrimestres, a média do Índice de Sharpe da carteira T foi estatisticamente maior do que a média do Índice de Sharpe do Ibovespa Novo, sendo individualmente maior em 52,9% dos casos. Quando considerados apenas os quadrimestres em que o Índice de Sharpe foi positivo, não houve superioridade estatística de nenhuma das duas carteiras (carteira T e Ibovespa Novo), sendo que em 47,4% dos quadrimestres o Índice de Sharpe da carteira T superou o do Ibovespa Novo.

As limitações da carteira T são: (i) pequeno número de ações componentes, (ii) consequente grande peso individual das ações na carteira e (iii) grande alteração na composição da mesma (veja Tabela 2).

As limitações deste artigo estão nas definições das premissas (incluindo a escolha do título sem risco), nas alternativas utilizadas para histórico e periodicidade de retorno e na premissa de que a expectativa de futuro está bem representada pelo histórico obtido no período de estimação.

## Referências

- BM&FBOVESPA. (2014a). *O que é o Ibovespa?* Recuperado de <http://www.bmfbovespa.com.br/indices/ResumoIndice.aspx?Indice=Ibovespa&idioma=pt-br>
- BM&FBOVESPA. (2014b). *Série retroativa do Ibovespa com base na metodologia adotada em Setembro de 2013*. Recuperado de <http://www.bmfbovespa.com.br/Indices/download/SERIE-RETROATIVA-DO-IBOV-METODOLOGIA-VALIDA-A-PARTIR-09-2013.pdf>
- Bruni, A. L., & Famá, R. (1998). Moderna teoria de portfólios: É possível captar, na prática, os benefícios decorrentes de sua utilização? *Resenha da BM&F*, (128), 19-34.
- Chance, D. M., Shynkevich, A., & Yang, T. (2011). Experimental evidence on portfolio size and diversification: Human biases in naive security selection and portfolio construction. *Financial Review*, 46(3), 427-457.
- Copeland, T., Weston, J. F., & Shastri, K. (2005). *Financial theory and corporate policy* (4th ed.). Boston: Pearson.
- Costa, P. L. O., Neto. (1977). *Estatística*. São Paulo: Edgard Blücher.
- DeMiguel, V., Garlappi, L., & Uppal, R. (2009). Optimal versus naive diversification: How inefficient is the 1/n portfolio strategy? *The Review of Financial Studies*, 22(5), 1915-1953.
- Elton, E. J., Gruber, M. J., Brown, S. J., & Goetzmann, W. N. (2004). *Moderna teoria de carteiras e análise de investimentos*. São Paulo: Atlas.
- Evans, J. L., & Archer, S. H. (1968). Diversification and the reduction of dispersion: An empirical analysis. *Journal of Finance*, 23(5), 761-767.
- Fávero, L. P., Belfiore, P., Silva, F. L., & Chan, B. L. (2009). *Análise de dados: Modelagem multivariada para tomada de decisões*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Hagler, C. E. M., & Brito, R. D. O. (2007). Sobre a eficiência dos índices de ações brasileiros. *Revista de Administração*, 42(1), 74-85.
- Hieda, A., & Oda, A. L. (1998). Um estudo sobre a utilização de dados históricos no modelo de Markowitz aplicado à bolsa de valores de São Paulo. *Seminários em Administração*, São Paulo, SP, Brasil, 9. Recuperado de <http://www.semead.com.br/edicoes-antiores-2/>
- Jagannathan, R., & Ma, T. (2003). Risk reduction in large portfolios: Why imposing the wrong constraints helps. *Journal of Finance*, 58(4), 1651-1684.
- Lapponi, J. C. (2000). *Estatística usando Excel*. São Paulo: Lapponi Treinamento e Editora.
- Levine, D. M., Stephan, D. F., Krehbiel, T. C., & Berenson, M. L. (2012). *Estatística: Teoria e aplicação* (6a ed.). Rio de Janeiro: LTC.
- Levy, M., & Roll, R. (2010). The market portfolio may be mean/variance efficient after all. *The Review of Financial Studies*, 23(6), 2464-2491.
- Markowitz, H. M. (1952). Portfolio Selection. *Journal of Finance*, 7(1), 77-91.
- Maroco, J. (2007). *Análise estatística com utilização do SPSS* (3a ed.). Lisboa: Edições Sílabo.
- Merton, R. C. (1972). An analytic derivation of the efficient portfolio frontier. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 7(4), 1851-1872.
- Oliveira, F. N., & Paula, E. L. (2008). Determinando o grau ótimo de diversificação para investidores usuários de home brokers. *Revista Brasileira de Finanças*, 6(3), 437-461.

- Rabelo, S. S. T. (2007). *Performance das melhores práticas de governança corporativa: Um estudo de carteiras* (Dissertação de Mestrado em Administração). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil.
- Santiago, D. C., & Leal, R. P. C. (2015). Carteiras igualmente ponderadas com poucas ações e o pequeno investidor. *Revista de Administração Contemporânea*, 19(5), 543-563.
- Santos, A. A. P., & Tessari, C. (2012). Técnicas quantitativas de otimização de carteiras aplicadas ao mercado de ações brasileiro. *Revista de Finanças Aplicadas*, 10(3), 369-394.
- Sharpe, W. (1966). Mutual fund performance. *The Journal of Business*, 39(1), 119-138.
- Sheng, H. H., & Saito, R. (2002). Análise de métodos de replicação: O caso Ibovespa. *Revista de Administração de Empresas – RAE*, 42(2), 66-76.
- Takamatsu, R. T., & Lamounier, W. M. (2006). Anúncios de prejuízos e reações dos retornos na Bovespa. *Seminários em Administração*, São Paulo, SP, Brasil, 9. Recuperado de <http://www.semead.com.br/edicoes-antiores-2/>.
- Tobin, J. (1958). Liquidity preference as behavior toward risk. *Review of Economic Studies*, 25(1): 65-86.
- Thomé, C. N., Leal, R. P. C., & Almeida, V. S. (2011). Um índice de mínima variância de ações brasileiras. *Economia Aplicada*, 15(4), 535-557.

#### Sobre os autores:

- 1. Ricardo Goulart Serra**, Doutor em Administração (Finanças) pela Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade - FEA/USP. E-mail: ricardo.serra@fecap.br
- 2. Wilson Toshiro Nakamura**, Doutor em Administração pela Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade - FEA/USP. E-mail: wtnakamura@uol.com.br

#### Contribuição por autor:

Contribuição	Ricardo	Wilson
1. Definição do problema de pesquisa	√	
2. Desenvolvimento das hipóteses ou questões de pesquisa (trabalhos empíricos)	√	
3. Desenvolvimento das proposições teóricas (ensaios teóricos)		
4. Fundamentação teórica/Revisão de Literatura	√	√
5. Definição dos procedimentos metodológicos	√	√
6. Coleta de Dados	√	
7. Análise Estatística	√	√
8. Análise e interpretação dos dados	√	√
9. Revisão crítica do manuscrito	√	√
10. Redação do manuscrito	√	√
11. Outra (favor especificar)		

**Apêndice A** - Composição da carteira T ao longo dos 34 trimestres analisados

## Carteiras 1 a 9

	Cart 1 jan-03	Cart 2 mai-03	Cart 3 set-03	Cart 4 jan-04	Cart 5 mai-04	Cart 6 set-04	Cart 7 jan-05	Cart 8 mai-05	Cart 9 set-05
ACES4					62,2%	7,2%			
AMBV4						12,7%	10,4%		56,3%
ARCZ6	4,6%	21,1%							1,2%
BBAS3							23,7%		
BBDC4							8,1%	25,5%	
BRKM5							23,3%		
CMET4				18,4%		1,5%			
CPLE6				17,2%				49,8%	
CRUZ3			2,1%						
CSNA3		18,3%	26,7%						
CSTB4	20,1%	2,5%							
EBTP3				10,0%					
EBTP4	4,3%								
ELET3				18,8%					
ELPL4				6,8%					
EMBR4			2,4%	20,8%					
GOAU4						41,7%			
ITSA4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%			11,2%
ITUB4		18,6%	25,9%						
PETR3	4,1%		25,8%						3,9%
PETR4									13,9%
PRGA4							10,0%		
PTIP4									7,9%
SBSP3	7,3%								
SDIA4						37,0%			5,7%
TCOC4	11,2%								
TMAR5							10,3%		
TNLP3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		24,7%	
USIM5		34,7%	5,6%						
VALE3			11,3%	4,4%					
VALE5	48,4%						14,2%		
VCPA4					37,8%				
VIVT4		4,8%		3,6%					
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%



## Carteiras 10 a 18

	Cart 10 jan-06	Cart 11 mai-06	Cart 12 set-06	Cart 13 jan-07	Cart 14 mai-07	Cart 15 set-07	Cart 16 jan-08	Cart 17 mai-08	Cart 18 set-08
ACES4		27,9%	26,9%						
ALLL11			17,4%						
ARCE3		5,7%							
BBAS3				4,5%					
BNCA3									45,4%
BRFS3		0,6%	1,8%			1,7%			
BRKM5						2,8%			
B RTP3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		36,3%	
CCRO3	20,8%		12,8%	11,3%	10,7%				41,2%
CLSC4	11,4%		2,2%						
CMIG4								4,1%	
CPL6						2,4%			
CSAN3									1,0%
CSNA3		30,0%				6,4%	13,6%		
CYRE3				4,5%					
DURA4					24,8%				
EBTP3									
EBTP4	4,6%		35,9%						
ELET3		13,8%							10,0%
ELET6	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%			
ELPL4						15,3%	19,1%		
EMBR3					13,2%				
ITSA4	0,1%								
KLBN4				21,9%					
LAME4				18,9%					
LREN3						1,5%			
NATU3								8,4%	2,4%
NETC4				5,6%					
PETR3							39,2%		
POS3							4,9%		
PTIP4	13,2%				15,1%				
SBSP3				6,5%					
SDIA4					15,8%				
SUZB5						22,5%	23,3%		
TAMM4			3,0%						
TCSL4	42,3%								
TMAR5						47,4%		30,3%	
TNLP3	7,4%	2,0%			20,4%				
TNLP4	0,3%								
USIM3								10,5%	
USIM5								10,4%	
VCPA4		20,1%		26,7%					
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

## Carteiras 19 a 26

	Cart 19 jan-09	Cart 20 mai-09	Cart 21 set-09	Cart 22 jan-10	Cart 23 mai-10	Cart 24 set-10	Cart 25 jan-11	Cart 26 mai-11
ALLL11				22,8%				
AMBV4			5,1%				21,4%	
BNCA3	100,0%	56,3%						
BRFS3	0,0%		15,4%				2,2%	
BRKM5							14,6%	18,1%
BTOW3		1,4%	0,6%					
CCRO3				3,1%				
CESP6			28,3%					
CIEL3					10,3%			
CMIG4			4,2%					
CPFE3						44,4%		
CPLE6						4,3%		
CRUZ3			12,0%		36,4%	16,3%	17,9%	
CSNA3					3,1%			
ELPL4		21,0%						0,1%
EMBR3					8,6%			4,5%
GFS3			9,3%					
GOLL4			4,4%					
JBSS3			7,5%					
LREN3					30,6%			5,5%
MMXM3		0,6%			8,6%			
MRFG3								2,8%
NETC4			6,1%			1,3%		
OGXP3		5,5%						
PCAR4			6,9%	17,8%		17,5%	4,2%	5,5%
PETR3	0,0%	0,0%	0,0%				5,8%	
PETR4		3,2%						
PRML3				20,9%				
RD3								15,0%
RSID3		2,7%	0,1%			6,4%		
TAMM4				5,4%		0,7%		
TCSL4		9,3%				8,9%		
TIMP3								3,4%
USIM3								22,6%
USIM5	0,0%	0,0%			2,4%			
VAGR3							4,4%	
VALE3				30,0%				
VIVO4							29,5%	22,4%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

## Carteiras 27 a 34

	Cart 27 set-11	Cart 28 jan-12	Cart 29 mai-12	Cart 30 set-12	Cart 31 jan-13	Cart 32 mai-13	Cart 33 set-13	Cart 34 jan-14
ABEV3								13,8%
AEDU3						3,0%		
ALLL3	0,0%					6,7%		
AMBV4		32,3%	12,6%		3,9%			
BBAS3	0,0%	0,0%	0,0%					6,0%
BBSE3							8,2%	
BRFS3					8,5%	9,5%		
BRKM5						7,2%		
CCRO3		0,0%		36,7%	34,6%			
CESP6						12,4%		1,2%
CIEL3	7,4%	14,8%	3,6%	21,8%				
CMIG4		4,2%	28,0%					
CRUZ3		1,9%	5,5%		3,2%			
CTIP3								3,1%
CYRE3								
DASA3				6,6%			5,3%	16,0%
DTEX3						15,2%		
ELET6					0,5%			11,5%
ELPL4		37,8%						
EMBR3			16,3%					
ESTC3								15,5%
FIBR3					4,0%		26,2%	
GFS3	0,0%				0,7%			
GGBR4			12,2%				6,0%	
GOLL4	0,0%	0,0%	0,0%			0,8%		
HGTX3			3,4%		5,1%			
JBSS3		1,2%						
KLBN4					9,0%	19,7%		
KROT3							24,4%	4,0%
LAME4					11,2%			
MRFG3				6,1%				
NATU3				28,7%				
OIBR4			0,8%					
PCAR4			0,9%					
PRML3					1,0%			
RD3	10,9%	7,7%	6,7%					
SBS3								1,8%
SUZB5							1,6%	
TAMM4	19,3%							
TIMP3	15,2%		7,9%				19,4%	
UGPA3	12,9%		2,0%			25,1%		
USIM3	1,7%							
USIM5	0,0%							16,3%
VALE3					14,2%		8,9%	
VALE5	0,0%	0,0%	0,0%		4,1%			10,9%
VIVT4	32,6%					0,3%		
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%