

Um modelo de análise estatístico-fundamentalista para a composição de carteiras de ações dentro de cenários

Fernando Queiroz de Lira Alexandrino (Universidade Federal do Rio de Janeiro) fernando.hnd@gmail.com
José Rodrigues de Faria Filho (Universidade Federal Fluminense) rodrigues@civil.uff.br
Luiz Alfredo Evelyn Simas (Universidade Federal Fluminense) luiz.simas.uff@gmail.com
Luiz Augusto Cescon Tavares (Universidade Federal Fluminense) luiz.cescon@anhanguera.com
Ricardo Bordeaux Rêgo (Universidade Federal Fluminense) ribordeaux@hotmail.com

Resumo:

Este trabalho propõe um modelo que visa auxiliar o processo de composição e otimização de carteiras de ações. Amparado na teoria de portfólios, este modelo tem sua base atrelada aos conceitos do famoso binômio risco-retorno, assim, utiliza métricas de valores esperados e volatilidades dos retornos dos ativos. Contudo, o modelo não limita a análise unicamente aos aspectos estatísticos das séries temporais dos ativos avaliados, mas também sugere a adoção de critérios fundamentalistas que ajudem a nortear o processo de seleção dos ativos com maior potencial de desempenho. Assim, o modelo propõe que seja realizada uma análise multicritério do universo de possíveis ativos a serem escolhidos, sob a ótica dos critérios adotados, considerando as possíveis ponderações de cada critério dentro de cada cenário. Após esta análise, o universo de ativos avaliados se reduz a um pequeno leque de carteiras com alto potencial de desempenho, as quais são posteriormente otimizadas de modo a descobrir a proporção com que cada ativo deve participar em cada uma delas. Assim, o modelo proposto conduz a uma carteira ótima dentro de cada cenário prospectado.

Palavras chave: Gestão de Portfólios, Otimização de Carteiras, Multicritérios, Cenários.

A statistical and fundamental analysis model for the composition of stock portfolios in scenarios

Abstract

This paper proposes a model that aims to help the process of composition and optimization of stock portfolios. Supported in portfolio theory, this model has its base linked to the concepts of the famous binomium risk-return, thus, uses metrics of expected values and volatility of asset returns. However, the model does not limit the analysis only to statistical aspects of the time series of the evaluated assets, but also suggests the adoption of fundamentalist criteria to help guide the selection process of assets with higher performance potential. Thus, the model proposes that held one multi-criteria analysis of the universe of possible assets to be chosen from the perspective of the criteria adopted, considering the possible weighting of each criteria within each scenario. After this analysis, the universe of evaluated assets is reduced to a small range of portfolios with high performance potential, which are then optimized in order to find out the proportion that each asset must take part in each of them. Thus, the model leads to an optimal portfolio in each scenario prospectated.

Key-words: Management Stock Portfolios, Portfolio Optimization, Multicriteria, Scenarios.

1. Introdução

Muito comumente são encontrados no meio acadêmico artigos que tratam da avaliação, da gestão, ou até mesmo da composição de carteiras de ações. Estes têm como base, em sua maioria, os preceitos instaurados por Markowitz (1952), onde prevalecem técnicas de quantificação do risco e do retorno. Basicamente, a maioria dos modelos utilizados para a composição de uma carteira eficiente e otimizada tem como base os princípios de diversificação do risco sistêmico. Isto é, a ideia básica de que ao aumentar o número de ativos em uma carteira o risco da mesma estaria sendo reduzido.

Contudo, é importante ressaltar que a diversificação reduz apenas o risco diversificável, como o próprio nome diz. Isso se deve ao fato de que quando se diversifica um investimento, o capital total pode sofrer uma baixa relativa a acontecimentos que afetam apenas um dos ativos que compõe a carteira, neste caso os outros ativos podem reduzir as perdas totais. Porém, o mesmo pode acontecer quando uma boa notícia afeta positivamente o valor de somente um ativo, os outros, não sendo afetados, impedirão que os ganhos aumentem na mesma proporção que aumentarão para o ativo que foi afetado pela boa notícia.

Nesse sentido, o modelo proposto por este trabalho não baseia sua análise apenas no aspecto da diversificação do risco sistêmico, ele também sugere levar em conta outros indicadores fundamentalistas relativos às empresas em que se pretende investir. Desse modo, a carteira obtida por este modelo apresentaria mais justificativas plausíveis, baseadas em dados fundamentalistas, para acreditar em seu bom desempenho.

2. Referencial Teórico

Em meados do século XX, Markowitz (1952) e Sharpe (1964) contribuíram significativamente com o processo de seleção de carteiras de investimentos. Ambos desenvolveram metodologias de avaliação e compensação do risco através da diversificação de investimentos. As teorias desenvolvidas por eles são amplamente utilizadas nos dias hoje. A seguir, temos alguns dos principais aportes de cada um destes autores.

2.1 Índice de Sharpe

A relevância do Índice de Sharpe no processo de gestão de investimentos deriva-se diretamente do trabalho original de Sharpe (1964), onde o autor apresenta este índice e demonstra sua utilidade.

De maneira resumida, o Índice de Sharpe é um coeficiente utilizado para mensurar a razão entre o retorno excedente – ao se investir em um ativo arriscado em detrimento de um ativo livre de risco – e o risco de se investir no mesmo. Ele basicamente explicita o quanto de retorno excedente por unidade de risco se teria ao investir no ativo em questão. O mesmo pode ser calculado da seguinte maneira:

$$IS = \frac{E(R_i) - E(R_f)}{\sigma_i} \quad (1)$$

Onde:

$E(R_i)$: Retorno esperado da carteira ou ativo (média aritmética dos retornos);

$E(R_f)$: Retorno esperado do ativo livre de risco;

σ_i : Desvio padrão da carteira ou ativo.

Uma possível modificação do Índice de Sharpe seria a de utilizar a média ponderada – isto é, retornos mais novos apresentam maiores pesos que retornos mais antigos - dos retornos no lugar da média aritmética. Esta modificação é chamada por alguns autores como Índice de

Sharpe ponderado. A única alteração em sua formula seria:

$$ISp = \frac{E(Ri)p - E(Rf)}{\sigma_i} \quad (2)$$

Onde:

$E(Ri)p$: Retorno esperado da carteira ou ativo (média ponderada dos retornos).

Vale ressaltar que a ponderação pode ser feita por meio de uma escala linear (ex.: 1, 2, 3, ...), uma escala geométrica (ex.: 3, 6, 12, ...) ou ainda, uma escala exponencial (ex.: 3, 9, 27, ...). A utilização de cada escala depende muito da importância que o pesquisador dá ao envelhecimento dos dados.

Neste trabalho, o Índice de Sharpe ponderado será estimado com base a uma ponderação por uma escala linear. Como a base de dados obtida contém quinhentos e doze dados históricos por ativo, a ponderação feita será linear e unitariamente crescente, iniciando com peso igual a “1” para o dado mais antigo, findando com peso igual a “512” para o dado mais recente.

2.2 Otimização de portfólios

Por sua vez, Harry Markowitz (1952) propôs um modelo que registra a variância de uma carteira como sendo a soma das variâncias individuais de cada ação e covariâncias entre pares de ações da carteira, de acordo como o peso de cada ação na carteira. Markowitz ainda afirma que existe uma ponderação ótima que maximiza o retorno esperado enquanto minimiza a variância da carteira analisada. Este processo de otimização de carteiras, consta basicamente em definir as proporções ideais com que cada ativo escolhido participará na carteira. O modelo básico de Markowitz é dado por:

$$E(Rc) = \sum_{i=1}^n w_i \times E(Ri) \quad (3)$$

$$\sigma_c = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i \times w_j \times \sigma_{ij}} \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1, \quad \text{sendo } w_i \neq 0 \quad (5)$$

Onde:

$E(Rc)$: Retorno esperado da carteira;

σ_c : Desvio padrão da carteira;

w_i : Participação de cada ativo;

$E(Ri)$: Retorno esperado de cada ativo;

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

De maneira bastante resumida, o modelo de Markowitz deseja maximizar o retorno esperado minimizando a variância (ou desvio padrão) da carteira, sujeito à não negatividade das proporções w_i e ao fato da soma das proporções w_i ser igual a um.

Como pode ser observado nas equações (3) e (4), embora o retorno esperado de uma carteira seja a média ponderada dos retornos individuais, o mesmo não pode ser dito para a variância

(ou risco) da carteira. Já que a variância total da carteira depende, por sua vez, das covariâncias entre os ativos, bem como da proporção com que cada um deles participará da carteira.

Assim, o modelo levanta duas questões fundamentais: que ativos escolher? e – caso os ativos já tenham sido escolhidos ou determinados arbitrariamente – qual seria a participação ideal de cada ativo na carteira? Nesse sentido, o modelo proposto por este trabalho visa sanar essas questões levantadas.

3. Aspectos metodológicos

Este modelo teve sua ideia central em Costa & Gomes (2013), onde os autores fazem uma proposta de um modelo híbrido de decisão, levando em conta os métodos multicritério dentro de análises de cenários. Para um melhor entendimento do modelo aqui proposto, sugere-se uma leitura prévia – ou posterior – do artigo citado.

Por sua vez, a metodologia do presente trabalho utiliza este modelo híbrido de decisão proposto pelos autores em uma de suas etapas, posteriormente culminando nas ideias centrais de Markowitz (1952) e Sharpe (1964). Ou seja, o modelo aqui proposto une os conceitos dos métodos multicritérios e da prospecção de cenários às tradicionais teorias de gestão de portfólios. A metodologia por trás do modelo proposto pode ser entendida melhormente pelo fluxograma abaixo:

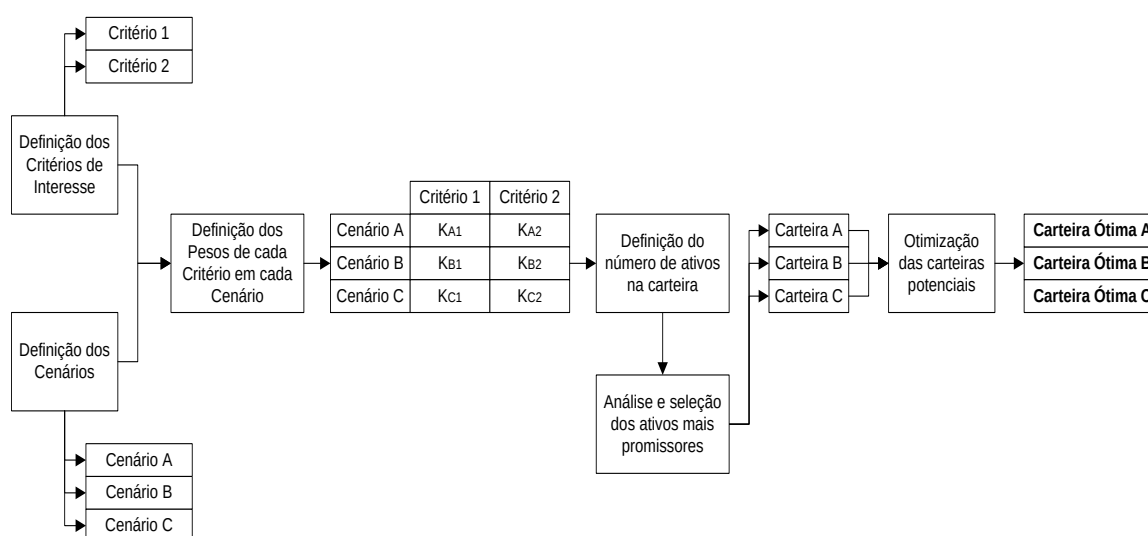


Figura 1 – Estrutura metodológica do modelo proposto

A metodologia do modelo proposto segue o encadeamento lógico explicitado abaixo:

- **Definição dos critérios de interesse**

Deve-se definir os critérios que irão nortear as análises posteriores. Não há restrição quanto ao número de critérios a ser definidos.

- **Definição dos possíveis cenários.**

Deve-se prospectar os possíveis cenários futuros. Não há restrição quanto ao número de cenários a ser prospectados.

- **Definição dos pesos de cada critério em cada cenário**

Deve-se definir os pesos de cada critério dentro de cada cenário. Isto é, definir dentro de quais

cenários, quais critérios são mais e menos importantes.

- **Definição do número de ativos que irão compor a carteira**

Delimita-se o número de ativos que irão compor as carteiras potenciais. Não existem restrições quanto ao número de ativos, este número varia de acordo com a preferência de cada indivíduo, ou de suas disponibilidades financeiras.

- **Análise dos dados e seleção dos ativos mais promissores**

Deve-se analisar o universo de ativos estudados e avalia-los, dentro de cada cenário, segundo os critérios definidos. Os ativos receberão notas dentro de cada cenário – seguindo os pesos de cada critério dentro de cada cenário – gerando assim, uma lista de priorização de ativos dentro de cada cenário. Ao fim da avaliação, teremos um *ranking* de ativos dentro de cada cenário.

Seja “N” o número natural de ativos que irão compor as carteiras – o qual já foi previamente definido –, devem-se tomar os “N” primeiros ativos do *ranking* final de cada cenário para formar as carteiras potenciais.

Vale ressaltar que o número de carteiras potenciais será exatamente igual ao número de cenários prospectados.

- **Otimização das carteiras potenciais**

Com as carteiras potenciais já definidas, o próximo passo é realizar a otimização de cada uma delas. Isto é, definir qual seria a proporção ótima de cada ativo dentro de cada carteira.

Quanto maior o número de ativos que irá compor a carteira, maior será a complexidade do procedimento algébrico necessário para resolver a otimização. Assim, a utilização de um *software* de otimização se faz necessária.

Alguns autores divergem quanto ao algoritmo utilizado na otimização. Uns sugerem que se maximize o retorno da carteira, fixando a variância da carteira em um valor que se considere satisfatório. Outros fazem o contrário, recomendam minimizar a variância da carteira fixando o retorno da carteira em um valor que se considere satisfatório.

Por sua vez, o modelo proposto neste trabalho sugere que se maximize o Índice de Sharpe ponderado da mesma. Visto que o Índice de Sharpe é uma razão que mensura o quanto de retorno excedente (em relação a um ativo sem risco) existe para cada unidade de risco daquela carteira. De modo que, quanto maior for esta razão mais “justa” será esta carteira. Isto é, uma carteira com o melhor Índice de Sharpe possível apresentará a melhor relação risco-retorno. Ainda, vale ressaltar que optou-se por maximizar o Índice de Sharpe ponderado, e não o índice de Sharpe comum, pelo fato de acreditar que este assegura maior confiabilidade à análise (já que atribui maior relevância aos dados mais recentes).

Nesse sentido, as únicas restrições no algoritmo seriam: que todos os coeficientes de proporção “ w_i ” sejam maiores ou iguais a zero e menores ou iguais a um, e que a soma de todos estes coeficientes resulte igual a um.

Assim, após prosseguir com o algoritmo, serão obtidas as carteiras otimizadas de cada cenário. Desse modo, o decisor ficará diante de um número bem menor de alternativas em relação ao universo de alternativas iniciais. Se antes existiam infinitas possibilidades de composições de carteiras com “N” ativos – com infinitas combinações de proporções de cada ativo dentro da carteira – agora o decisor terá um número de alternativas igual ao número de cenários prospectados por ele.

4. Implementação do modelo

Para a implementação do modelo foram analisados oitenta e oito ativos neste trabalho, sendo os sessenta e três ativos que compõem o atual índice IBOVESPA mais vinte e cinco ativos que apresentaram grande volume de negociação nos últimos meses. Os ativos analisados foram:

Ativos Analisados							
ABCB4	BRML3	CRUZ3	ENBR3	HRT3P	LAME4	PCAR4	SBSP3
ABEV3	BRPR3	CSAN3	ESTC3	HYPE3	LIGT3	PDGR3	SUZB5
BBAS3	BVMF3	CSNA3	EVEN3	ITSA3	LREN3	PETR3	TBLE3
BBDC3	CCRO3	CTIP3	FIBR3	ITSA4	MRFG3	PETR4	TIMP3
BBDC4	CESP6	CYRE3	GFSA3	ITUB3	MRVE3	POMO4	UGPA3
BBSE3	CIEL3	DTEX3	GGBR3	ITUB4	MULT3	POMO3	USIM3
BRAP3	CMIG3	ECOR3	GGBR4	JBSS3	NATU3	QGEP3	USIM5
BRAP4	CMIG4	ELET3	GOAU3	KLBN3	OGXP3	QUAL3	VALE3
BRFS3	CPFE3	ELET6	GOAU4	KLBN4	OIBR3	RENT3	VALE5
BRKM3	CPLE3	ELPL4	GOLL4	KROT3	OIBR4	RSID3	VIVT3
BRKM5	CPLE6	EMBR3	HGTX3	LAME3	OSXB3	SANB11	VIVT4

Fonte: Autoria própria.

Tabela 1 – Universo de ativos analisados

Para dar seguimento à implementação do modelo será seguido o encadeamento lógico explicitado nos aspectos metodológicos deste trabalho.

• Definição dos critérios de interesse

Para a implementação do modelo optou-se pela utilização de dois tipos de critérios, Critérios Estatísticos e Critérios Fundamentalistas. As variáveis mensuradas sob o aspecto estatístico foram: o Índice de Sharpe e o Índice de Sharpe ponderado, levando em conta análises com retornos diários, semanais e mensais.

Já sob o aspecto fundamentalista, as variáveis mensuradas foram: Lucro por Ação, Dividendos por Ação, Preço sobre Lucro – indicadores relacionados à rentabilidade das empresas –, e Índice de Liquidez e Índice de Endividamento – indicadores relacionados à estrutura de capital da empresa.

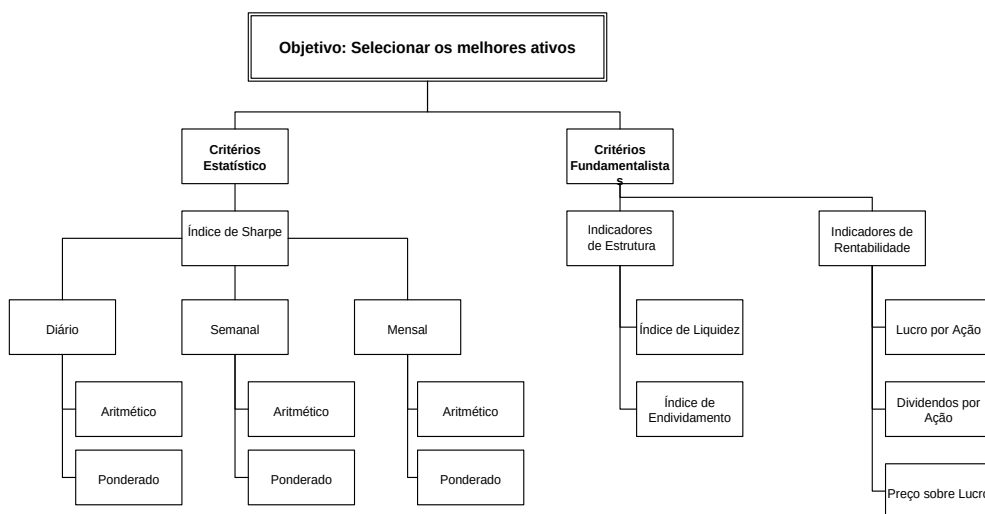


Figura 2 – Definição dos critérios de interesse

• Definição dos possíveis cenários

Levando em conta a baixa eficiência do mercado de ações brasileiro, os cenários prospectados levantaram três possibilidades em relação ao impacto que os critérios escolhidos teriam sobre o desempenho futuro dos ativos escolhidos.

- Cenário A: O desempenho dos ativos escolhidos para compor a carteira ótima será mais fortemente influenciado pelos critérios estatísticos.
- Cenário B: O desempenho dos ativos escolhidos para compor a carteira ótima será igualmente influenciado tanto pelos critérios estatísticos quanto pelos critérios fundamentalistas.
- Cenário C: O desempenho dos ativos escolhidos para compor a carteira ótima será mais fortemente influenciado pelos critérios fundamentalista.

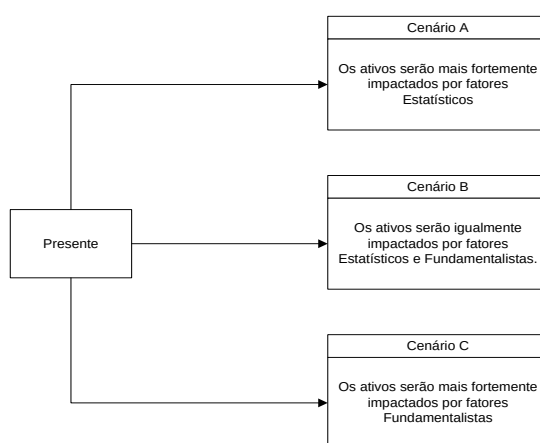


Figura 3 – Definição dos cenários

• Definição dos pesos de cada critério em cada cenário

Os pesos dos critérios dentro de cada cenário segue a mesma lógica. Assim, no Cenário A atribui-se maior peso aos critérios estatísticos; no Cenário B atribui-se o mesmo peso a ambos os critérios; e no Cenário C atribui-se maior peso aos critérios fundamentalistas.

	Pesos dos Critérios	
	Estatísticos	Fundamentalistas
Cenário A	2	1
Cenário B	1	1
Cenário C	1	2

Fonte: Autoria própria

Tabela 2 – Pesos de cada critério em cada cenário

• Definição do número de ativos que irão compor a carteira

Por simples questão de preferência, optou-se por compor carteiras contendo apenas cinco ativos. Ou seja, as análises visaram a obtenção de portfólios de carteiras contendo apenas cinco ativos em sua composição.

• Análise dos dados e seleção dos ativos mais promissores

Foram coletados os históricos das cotações diárias dos ativos analisados do período

compreendido entre 31/05/2013 e 31/05/2015, bem como os relatórios contábeis trimestrais e anuais (pertinentes ao mesmo período anteriormente mencionado) contendo as informações financeiras desejadas sobre as empresas analisadas.

Com o histórico de cotações, e consequentemente o histórico dos retornos de cada ativo, foram calculadas as estatísticas básicas das séries temporais dos ativos analisados. Com as médias (aritmética e ponderada) e os desvios-padrão dos retornos de cada ativo, foram calculados o Índice de Sharpe e Índice de Sharpe ponderado de cada ativo. Levando em conta análises dos retornos diários, semanais e mensais, como mostram as tabelas a seguir.

Diário - Aritmético		Diário - Ponderado	
Ativo	IS	Ativo	ISp
ABCB4	-0,0304	ABCB4	-0,0323
ABEV3	0,0152	ABEV3	0,0306
:	:	:	:
VIVT3	-0,0182	VIVT3	-0,0084
VIVT4	-0,0191	VIVT4	-0,0114

Fonte: Autoria própria

Tabela 3 – IS e ISp diários

Semanal - Aritmético		Semanal - Ponderado	
Ativo	IS	Ativo	ISp
ABCB4	-0,0764	ABCB4	-0,0827
ABEV3	0,033	ABEV3	0,0588
:	:	:	:
VIVT3	-0,0588	VIVT3	-0,0461
VIVT4	-0,0536	VIVT4	-0,0372

Fonte: Autoria própria

Tabela 4 – IS e ISp semanais

Mensal - Aritmético		Mensal - Ponderado	
Ativo	IS	Ativo	ISp
ABCB4	-0,1224	ABCB4	-0,1487
ABEV3	0,1324	ABEV3	0,1713
:	:	:	:
VIVT3	-0,1129	VIVT3	-0,0786
VIVT4	-0,0796	VIVT4	-0,0537

Fonte: Autoria própria

Tabela 5 – IS e ISp mensais

Por sua vez, os indicadores fundamentalistas coletados foram organizados em uma tabela como a ilustrada a seguir:

Indicadores Fundamentalistas					
Ativo	Lucro por Ação	Dividendos por Ação	Preço sobre Lucro	Índice de Liquidez	Índice de Endividamento
ABCB4	R\$ 2,05	R\$ 0,63	5,83	1,118	0,895
ABEV3	R\$ 0,78	R\$ 0,67	23,82	0,950	0,415
:	:	:	:	:	:
VIVT3	R\$ 2,41	R\$ 2,54	21,48	0,969	0,385
VIVT4	R\$ 2,41	R\$ 2,54	21,48	0,969	0,385

Fonte: Autoria própria

Tabela 6 – Organização dos indicadores fundamentalistas

A seguir, foram atribuídas notas para cada um dos ativos em cada um dos critérios da seguinte maneira:

- Para cada variável, criou-se uma nova tabela onde os ativos foram ordenados segundo a sua colocação em relação a esta variável.
- Foi utilizada uma escala de 7 a -7, onde a nota 7 indica que aquele ativo, em relação aos demais, apresenta valor muito bom para aquela variável. Analogamente, a nota -7 indica

que aquele ativo, em relação aos demais, apresenta valor muito ruim para aquela variável.

- Estas notas foram atribuídas aos pares, de modo que o 1º e o 2º colocados ganharam nota 7, o 3º e o 4º ganharam nota 6, e assim por diante até que o 13º e o 14º ganharam nota 1. De maneira inversa, o último (88º) e o penúltimo (87º) colocados ganharam nota -7, o 86º e o 85º ganharam nota -6, e assim por diante até que o 76º e o 75º ganharam nota -1. Os ativos entre a 15ª à 74ª colocação ganharam nota zero.

Posição	Ativo	Valor da variável i	Nota	Posição	Ativo	Valor da variável i	Nota
1º	Xa	a	7	:	:	:	:
2º	Xb	b	7	74º	Xo	o	0
3º	Xc	c	6	75º	Xp	p	-1
4º	Xd	d	6	76º	Xq	q	-1
:	:	:	:	:	:	:	:
13º	Xl	l	1	85º	Xw	w	-6
14º	Xm	m	1	86º	Xx	x	-6
15º	Xn	n	0	87º	Xy	y	-7
:	:	:	:	88º	Xz	z	-7

Fonte: Autoria própria

Tabela 7 – Atribuição de notas para cada variável

Com as notas de cada variável atribuídas a todos os ativos, foi realizada a soma das mesmas levando em conta a ponderação dos pesos associados a cada tipo de critério dentro de cada um dos cenários prospectados. Deste modo, chegou-se à tabela com as notas finais de cada ativo.

	Cenário A	Cenário B	Cenário C
Ativo	Nota Final	Nota Final	Nota Final
ABCB4	0,24	0,33	0,42
ABEV3	-0,03	-0,07	-0,11
:	:	:	:
VIVT3	0,81	1,12	1,66
VIVT4	0,84	1,23	1,62

Fonte: Autoria própria

Tabela 8 – Notas finais dos ativos em cada cenário

Assim, com base nas notas finais, foi obtido um *ranking* de ativos dentro de cada cenário. Deste modo, ao reorganizar os ativos em ordem decrescente de nota final, temos as carteiras potenciais de cada cenário. Podemos perceber que a composição das três carteiras é similar, talvez devido à atribuição de pesos não muito distintos aos critérios, dentro de cada cenário.

Cenário A			Cenário B			Cenário C		
Posição	Ativo	Nota Final	Posição	Ativo	Nota Final	Posição	Ativo	Nota Final
1º	LREN3	4,19	1º	BBSE3	4,26	1º	BBSE3	4,44
2º	BBSE3	4,08	2º	LREN3	3,64	2º	CTIP3	3,51
3º	SUZB5	4,01	3º	CTIP3	3,56	3º	CESP6	3,22
4º	JBSS3	3,66	4º	SUZB5	2,66	4º	LREN3	3,09
5º	CTIP3	3,61	5º	CIEL3	2,62	5º	CPLE3	2,55
Carteira Potencial A			Carteira Potencial B			Carteira Potencial C		

Fonte: Autoria própria

Tabela 9 – Carteira potencial de cada cenário

- **Otimização das carteiras potenciais**

Após definir os ativos que cada carteira deve conter, o próximo e último passo é a otimização das carteiras potenciais obtidas, ou seja, definir a proporção ótima com que cada ativo participará de cada carteira. Assim, utilizando a extensão Solver do MS Excel, foi realizada a otimização conforme o algoritmo explicado anteriormente.

5. Resultados e discussões

Os resultados obtidos foram os seguintes:

CARTEIRA A - OTIMIZADA							
Ativo	E(Ri)p	σ_i	Wi	E(RC)p	σ_C	E(Rf)	ISp
LREN3	4,1993	7,6804	0,0673	3,7963	3,8811	0,5800	0,8287
BBSE3	2,3928	6,9937	0,0000				
SUZB5	4,6862	7,7771	0,3202				
JBSS3	5,2281	7,7427	0,2303				
CTIP3	2,1176	5,4601	0,3823				

Fonte: Autoria própria

Tabela 10 – Resultado da carteira A otimizada

CARTEIRA B - OTIMIZADA							
Ativo	E(Ri)p	σ_i	Wi	E(RC)p	σ_C	E(Rf)	ISp
LREN3	4,1993	7,6804	0,1469	3,5362	3,8970	0,5800	0,7586
BBSE3	2,3928	6,9937	0,0000				
SUZB5	4,6862	7,7771	0,4261				
CIEL3	2,8083	6,5529	0,0262				
CTIP3	2,1176	5,4601	0,4007				

Fonte: Autoria própria

Tabela 11 – Resultado da carteira B otimizada

CARTEIRA C - OTIMIZADA							
Ativo	E(Ri)p	σ_i	Wi	E(RC)p	σ_C	E(Rf)	ISp
LREN3	4,1993	7,6804	0,6815	3,5364	6,0376	0,5800	0,4897
BBSE3	2,3928	6,9937	0,0000				
CESP6	0,7747	8,0535	0,0000				
CPLE3	1,1090	8,6576	0,0000				
CTIP3	2,1176	5,4601	0,3185				

Fonte: Autoria própria

Tabela 11 – Resultado da carteira C otimizada

Observou-se que o ativo BBSE3 ficou de fora em todos os cenários, uma possível explicação para este fato pode ser devido ao baixo Índice de Sharpe individual deste ativo (0,2617) em relação aos demais. O mesmo ocorre com os ativos CESP6 e CPLE3 no cenário C.

Deste modo, podemos inferir que o algoritmo de resolução utilizado pelo Solver, de algum modo, prioriza os ativos com maiores Índices de Sharpe individuais.

Contudo, após a realização das análises – mesmo diante da incerteza dos eventos futuros – o decisor deve optar pela adoção de uma alternativa dentre as carteiras A, B e C. Assim, considerando como mais provável o cenário A – o qual pressupõe que os ativos escolhidos

para compor a carteira ótima obtida neste trabalho serão mais fortemente impactados por fatores estatísticos no futuro –, esta carteira foi escolhida como a opção de investimento a ser realizada.

Com isto, foi realizada uma comparação entre a evolução histórica da carteira ótima deste cenário e do Índice Ibovespa a fim de verificar o desempenho da alternativa de investimento escolhida.

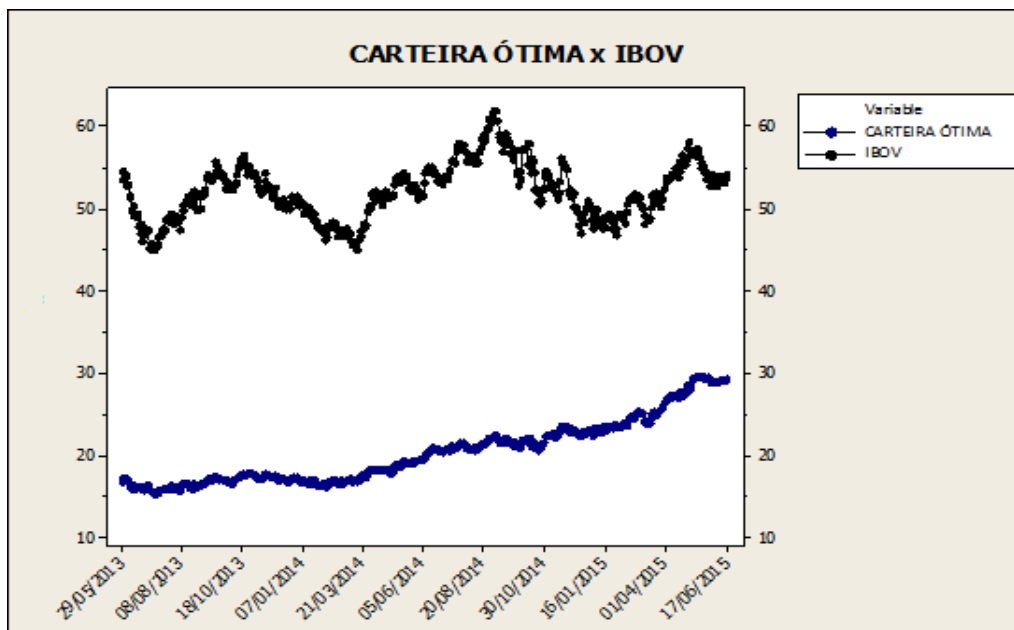


Figura 4 – Comparação entre a carteira proposta e o Índice Ibovespa.

Deste modo, pôde-se observar que a carteira ótima A apresentou uma performance superior ao Ibovespa no período analisado, posto que manteve uma clara tendência de crescimento continuado. Enquanto a série do Ibovespa mostra a presença de topos e fundos, porém sem tendências de longo prazo.

6. Conclusões

Os resultados demonstram que a carteira ótima obtida por meio do modelo proposto se mostrou satisfatoriamente eficiente. Ela apresenta uma boa rentabilidade histórica, bem como um risco associado relativamente pequeno.

Devido ao limite de páginas estabelecido para a submissão deste artigo, não se pôde realizar a comparação da carteira sugerida pelo modelo proposto neste trabalho com outras carteiras dos grandes fundos de investimentos em ações existentes. Contudo, os autores visam preencher esta lacuna em um trabalho posterior.

Também, como legado para trabalhos futuros, é de interesse dos autores realizar novas análises alterando os cenários considerados bem como as variáveis observadas e seus respectivos pesos dentro de cada cenário. Até que se possa compreender de maneira mais assertiva quais indicadores são os mais relevantes para cada ativo analisado.

Referências

- ADMATI, A., ROSS, S. *Measuring investment performance in a rational expectations equilibrium model*. Journal of Business, v. 58, p. 1-26, 1985.
- BODIE, Z., KANE, A., MARCUS, A. *Investimentos*. 8ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

BREALEY, R. A., MYERS, S. C. e MARCUS, A. J. *Fundamentos da Administração Financeira*. 3ª ed. McGRAW-HILL, 2003.

COSTA, H.G., GOMES, C. F. S. *Proposta do uso da visão prospectiva no processo multicritério de decisão*. Relatórios de Pesquisa em Engenharia de Produção, v.13, n.8, p. 94-114, 2013.

DAMODARAN, A. *Finanças corporativas. Teoria e prática*. 8ª ed Porto Alegre: Bookman, 2004.

GONÇALVES Jr, C., PAMPLONA, E.O., MONTEVECHI, J.A. *Seleção de Carteiras Através do Modelo de Markowitz para Pequenos Investidores*. IX SIMPEP, Bauru, SP, 2002.

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

_____. *Portfolio selection: efficient diversification of investment*. 2ª ed. Oxford: Blackwell, 1991.

SHARPE, W.F. *A simplified model for portfolio analysis*. Management Science, v. 9, p. 277-293, jan. 1963.

_____. *Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk*. Journal of Finance, v. 19, n. 3, p. 425-442, set. 1964.

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

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

ZANINI, F. A., FIGUEIREDO, A. C. *As teorias de carteira de Markowitz e de Sharpe: uma aplicação no mercado de ações entre Julho/1995 e Junho/2000*. Revista de Administração Mackenzie, v. 6, n. 2, p. 38-64, 2005.