



CLASSIFICAÇÃO DE AÇÕES & OTIMIZAÇÃO DE CARTEIRA DE INVESTIMENTOS

Autor: Damião Silva Matos de Jesus

Orientador: Johan Hendrik Poker Junior

Instituição de Ensino: Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

1. INTRODUÇÃO

Tomando como base o histórico econômico do Brasil, adjunto com as crises políticas e sociais, os investidores estão constantemente sujeitos a um ambiente de grandes incertezas. Dessa maneira, torna-se imprescindível analisar, planejar e conhecer as situações às quais estão expostos antes de tomarem qualquer decisão de investimento, isto é, avaliar valores a serem investidos, definir nível de risco que estão dispostos a correr, retorno que estão almejando, prazo de investimento e, ainda, estarem cientes da maior volatilidade desses investimentos devido aos diferentes contextos político-econômicos (SOUZA et al., 2017).

Nesse sentido, existem dois segmentos diferentes de investimento, sendo renda fixa e renda variável. Segundo Cerbasi (2008), o mercado de renda fixa possui rendimento fixo, e o investidor é previamente informado sobre a rentabilidade dele e ainda proporcional ao menor risco oferecido por esse tipo de investimento o potencial de retorno também é menor. Os bancos disponibilizam várias maneiras de aplicar em renda fixa, no entanto a mais procurada é a Caderneta de Poupança, por possuir risco quase nulo e liquidez imediata; em contrapartida, apresenta proporcionalmente baixos retornos. Na outra vertente encontram-se os investimentos em renda variável, este não possui rentabilidade pré-estabelecida podendo variar por “n” fatores. Devido a essas variáveis esses investimentos oferecem maiores riscos e proporcionalmente podem oferecer maiores retornos, os investidores buscam com essas características em sua grande maioria ações na bolsa de valores (MARTINI, 2013).

2. OBJETIVOS GERAIS

Apoiando-se no fato da crescente existência da quantidade de ativos disponíveis para seleção, adjunto do aumento crescente do número de empresas e da globalização da economia mundial. O presente estudo visou contribuir para a tomada de decisão de investidores, testando se a seleção de ações com menor variação e maior estabilidade da covariância torna a carteira mais estável em seu risco e retorno, além de dar continuação a pesquisa de iniciação científica formulada em 2016 e intitulada “Covariance stability and the 2008 financial crisis: the impact in the portfolio of the 10 biggest companies in BM&FBOVESPA between 2004 and 2012”.

3. METODOLOGIA

Nesta referida pesquisa, para classificar a estabilidade das cotações em quartis e posteriormente realizar a seleção e otimização das carteiras foi necessário a aplicação de métodos de Pesquisa Operacional, especificamente a formulação de um problema de programação com base nas 100 ações que fazem parte do Índice Brasil 100 IBrX.

O uso desse índice justifica-se por contemplar as empresas que possuem as ações de maior negociabilidade e representatividade do mercado de ações brasileiro (BM&FBovespa 2020).

Nesse sentido, os dados referentes ao preço das ações já ajustados pela inflação, durante o período de janeiro de 2017 até dezembro de 2019, foram coletados por meio da plataforma “*Economática*” e utilizados para o cálculo do Retorno médio mensal que é formulado de acordo com avariação das cotações no período analisado.

Assim, obtido o Retorno médio mensal de cada ação, foi analisado a estabilidade de cada ativo através do cálculo da covariância do mesmo retorno ao longo do período definido, afim de realizar sua posterior classificação em quartis (carteiras de ativos). Desse modo, podemos entender o conceito de variância como o distanciamento dos valores observados em relação à média aritmética da amostra estudada. Quanto maior a variância, mais dispersos estão os dados

Em segundo momento, posterior a classificação das empresas em quartis, foi aplicado o modelo de otimização de carteira formulado por Markowitz em 1952, através da programação não-linear.

Assim, as variáveis de decisão representaram a participação de cada ativo no portfólio de ações. Nesse sentido, logo abaixo podemos observar a metodologia que a programação foi estruturada matematicamente.

Onde

$$\begin{aligned}
 E &= \sum_{i=1}^n X_i \mu_i \\
 V &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_i X_j \sigma_{ij} \\
 \sum_{i=1}^n X_i &= 1 \\
 X_i &\geq 0
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

E: Retorno esperado da carteira;

V: Variância da carteira;

X_i: Participação de cada ativo;

μ_i: Retorno esperado de cada ativo;

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

4. RESULTADOS

A partir da coleta dos dados referente ao retorno mensal dos ativos durante o período de janeiro de 2017 até dezembro de 2019 e da variação dos 100 ativos que compõem o IBrX, foram calculados o retorno médio e o grau de estabilidade dos ativos (covariância do retorno) do respectivo período. Além disso, os ativos foram classificados em quartis (carteiras) de acordo com o seu grau de estabilidade – sendo o 1º quartil o de maior estabilidade e o 4º de menor estabilidade.

Posteriormente a coleta dos dados, buscou-se realizar os cálculos para otimização das carteiras utilizando o Solver no software “*Microsoft Excel 360*” e através dele identificar a participação dos ativos de maneira a maximizar o índice Sharpe que consiste justamente na relação entre retorno e risco. Os resultados das carteiras otimizadas estão apresentados em ordem decrescente de participação na carteira conforme as tabelas abaixo.

Ativos	Partic no IBrX 100	Nome	Setor	[c %]	Otimização Geral	
IRBR3	0,3%	Irbbrasil Re	Finanças e Seguros	44,6%	Retorno (a.m)	2,66%
RADL3	1,1%	RaiaDrogasil	Comércio	17,0%	Desvpad (a.m)	2,78%
ENGI11	0,5%	Energisa	Energia Elétrica	15,7%	Risk free médio (a.m)	0,79%
					Sharpe	0,67
					V@r np	-3,56%

<i>RAIL3</i>	1,0%	Rumo S.A.	Transporte Serviç	4,3%
<i>BPAC11</i>	1,0%	Btgp Banco	Finanças e Seguros	3,8%
<i>CNTO3</i>	0,1%	Centauro	Comércio	2,9%
<i>WEGE3</i>	2,2%	Weg	Máquinas Indust	2,2%
<i>CSAN3</i>	0,6%	Cosan	Petróleo e Gas	2,2%
<i>SULA11</i>	0,4%	Sul America	Finanças e Seguros	2,0%
<i>KLBN11</i>	0,9%	Klabin S/A	Papel e Celulose	2,0%
<i>TRPL4</i>	0,4%	Tran Paulist	Energia Elétrica	2,0%
<i>EQTL3</i>	0,9%	Equatorial	Energia Elétrica	1,3%

Tabela 1 – Otimização da Carteira do primeiro quartil

<i>Ativos</i>	<i>Partic no IBrX 100</i>	<i>Nome</i>	<i>Setor</i>	<i>[c %]</i>	<i>Otimização Geral</i>	
<i>LCAM3</i>	0,3%	Locamerica	Outros	38,3%	Retorno (a.m)	3,93%
<i>LREN3</i>	1,3%	Lojas Renner	Comércio	27,3%	Desvpad (a.m)	5,44%
<i>RADL3</i>	1,1%	RaiaDrogasil	Comércio	17,0%	Risk Free Médio (a.m)	0,79%
<i>SUZB3</i>	2,2%	Suzano S.A.	Papel e Celulose	16,7%	Sharpe	0,58
<i>ENGI11</i>	0,5%	Energisa	Energia Elétrica	15,7%	V@R np	-6,76%
<i>BRKM5</i>	0,4%	Braskem	Química	10,8%		
<i>ALPA4</i>	0,2%	Alpargatas	Textil	6,8%		
<i>RAIL3</i>	1,0%	Rumo S.A.	Transporte Serviç	4,3%		
<i>CNTO3</i>	0,1%	Centauro	Comércio	2,9%		
<i>CSAN3</i>	0,6%	Cosan	Petróleo e Gas	2,2%		

Tabela 2 – Otimização da Carteira do segundo quartil

<i>Ativos</i>	<i>Partic no IBrX 100</i>	<i>Nome</i>	<i>Setor</i>	<i>[c %]</i>	<i>Otimização Geral</i>	
<i>FLRY3</i>	0,3%	Fleury	Outros	23,7%	Retorno (a.m)	3,03%
<i>B3SA3</i>	4,8%	B3	Finanças e Seguros	16,6%	Desvpad (a.m)	5,76%
<i>SBSP3</i>	0,5%	Sabesp	Outros	14,9%	Risk Free Médio (a.m)	0,79%
<i>CSMG3</i>	0,1%	Copasa	Outros	10,9%	Sharpe	0,39
<i>MRFG3</i>	0,2%	Marfrig	Alimentos e Beb	8,3%	V@R np	-7,09%
<i>NTCO3</i>	1,7%	Grupo Natura	Comércio	7,7%		
<i>SANB11</i>	0,6%	Santander BR	Finanças e Seguros	7,6%		
<i>EZTC3</i>	0,1%	Eztec	Construção	7,3%		
<i>PCAR3</i>	0,2%	P.Acucar-Cbd	Comércio	1,5%		
<i>JBSS3</i>	1,6%	JBS	Alimentos e Beb	0,9%		
<i>MOVI3</i>	0,1%	Movida	Outros	0,7%		

Tabela 3 – Otimização da Carteira do terceiro quartil

<i>Ativos</i>	<i>Partic no IBrX 100</i>	<i>Nome</i>	<i>Setor</i>	<i>[c %]</i>	<i>Otimização Geral</i>	
<i>MGLU3</i>	2,7%	Magaz Luiza	Comércio	32,5%	Retorno (a.m)	6,07%
<i>ELET6</i>	0,3%	Eletronbras	Energia Elétrica	27,6%	Desvpad (a.m)	11,89%
<i>PRI03</i>	0,6%	Petrório	Petróleo e Gas	19,7%	Risk Free Médio (a.m)	0,79%
<i>LINX3</i>	0,2%	Linx	Software e Dados	16,0%	Sharpe	0,44
<i>CSNA3</i>	1,0%	Sid Nacional	Siderur & Metalur	4,2%	V@R np	-15,00%

Tabela 4 – Otimização da Carteira do quarto quartil

<i>Ativos</i>	<i>Partic no IBrX 100</i>	<i>Nome</i>	<i>Setor</i>	<i>[c %]</i>	<i>Otimização Geral</i>	
<i>IRBR3</i>	0,3%	Irbbrasil Re	Finanças e Seguros	38,3%	Retorno (a.m)	3,00%
<i>RADL3</i>	1,1%	RaiaDrogasil	Comércio	17,2%	Desvpad (a.m)	2,77%
<i>LCAM3</i>	0,3%	Locamerica	Outros	11,5%	Risk Free Médio (a.m)	0,79%
<i>ENGI11</i>	0,5%	Energisa	Energia Elétrica	8,8%	Sharpe	0,80
<i>BRKM5</i>	0,4%	Braskem	Química	7,8%	V@R np	-3,43%
<i>WEGE3</i>	2,2%	Weg	Máquinas Indust	3,6%		
<i>ENBR3</i>	0,2%	Energias BR	Energia Elétrica	3,5%		
<i>CNTO3</i>	0,1%	Centauro	Comércio	3,0%		
<i>ALPA4</i>	0,2%	Alpargatas	Textil	2,6%		
<i>EMBR3</i>	0,4%	Embraer	Veiculos e peças	1,6%		
<i>SUZB3</i>	2,2%	Suzano S.A.	Papel e Celulose	1,2%		
<i>SULA11</i>	0,4%	Sul America	Finanças e Seguros	1,0%		

Tabela 5 – Otimização da Carteira: Mix Q1 e Q2

<i>Ativos</i>	<i>Partic no IBrX 100</i>	<i>Nome</i>	<i>Setor</i>	<i>[c %]</i>	<i>Otimização Geral</i>	
<i>IRBR3</i>	0,3%	Irbbrasil Re	Finanças e Seguros	40,0%	Retorno (a.m)	2,87%
<i>RADL3</i>	1,1%	RaiaDrogasil	Comércio	16,0%	Desvpad (a.m)	2,48%
<i>LCAM3</i>	0,3%	Locamerica	Outros	8,3%	Risk Free Médio (a.m)	0,79%
<i>BRKM5</i>	0,4%	Braskem	Química	6,6%	Sharpe	0,84
<i>FLRY3</i>	0,3%	Fleury	Outros	6,5%	V@R np	-2,85%
<i>ENGI11</i>	0,5%	Energisa	Energia Elétrica	3,5%		
<i>CNTO3</i>	0,1%	Centauro	Comércio	3,3%		
<i>CSMG3</i>	0,1%	Copasa	Outros	3,3%		
<i>EMBR3</i>	0,4%	Embraer	Veiculos e peças	2,8%		
<i>BEEF3</i>	0,1%	Minerva	Alimentos e Beb	2,1%		
<i>PCAR3</i>	0,2%	P.Acucar-Cbd	Comércio	2,0%		
<i>BPAC11</i>	1,0%	Btgp Banco	Finanças e Seguros	1,2%		
<i>SULA11</i>	0,4%	Sul America	Finanças e Seguros	1,1%		
<i>ENBR3</i>	0,2%	Energias BR	Energia Elétrica	1,0%		
<i>ALPA4</i>	0,2%	Alpargatas	Textil	0,7%		
<i>WEGE3</i>	2,2%	Weg	Máquinas Indust	0,5%		
<i>MRFG3</i>	0,2%	Marfrig	Alimentos e Beb	0,4%		
<i>SBSP3</i>	0,5%	Sabesp	Outros	0,3%		
<i>EQTL3</i>	0,9%	Equatorial	Energia Elétrica	0,2%		
<i>SUZB3</i>	2,2%	Suzano S.A.	Papel e Celulose	0,1%		
<i>KLBN11</i>	0,9%	Klabin S/A	Papel e Celulose	0,1%		

Tabela 6 – Otimização da Carteira: Mix Q1, Q2 e Q3

<i>Ativos</i>	<i>Partic no IBrX 100</i>	<i>Nome</i>	<i>Setor</i>	<i>[c %]</i>	<i>Otimização Geral</i>	
<i>IRBR3</i>	0,3%	Irbbrasil Re	Finanças e Seguros	36,9%	Retorno (a.m)	3,36%
<i>RADL3</i>	1,1%	RaiaDrogasil	Comércio	18,0%	Desvpad (a.m)	2,76%
<i>SULA11</i>	0,4%	Sul America	Finanças e Seguros	9,7%	Risk Free Médio (a.m)	0,79%
<i>BRKM5</i>	0,4%	Braskem	Química	9,4%	Sharpe	0,93
<i>MGLU3</i>	2,7%	Magaz Luiza	Comércio	6,8%	V@R np	-1,09%
<i>LCAM3</i>	0,3%	Locamerica	Outros	5,5%		
<i>CSMG3</i>	0,1%	Copasa	Outros	3,0%		
<i>ALPA4</i>	0,2%	Alpargatas	Textil	2,7%		
<i>CNTO3</i>	0,1%	Centauro	Comércio	2,3%		
<i>SUZB3</i>	2,2%	Suzano S.A.	Papel e Celulose	1,8%		
<i>EQTL3</i>	0,9%	Equatorial	Energia Elétrica	1,5%		
<i>BEEF3</i>	0,1%	Minerva	Alimentos e Beb	0,9%		
<i>JBSS3</i>	1,6%	JBS	Alimentos e Beb	0,7%		
<i>KLBN11</i>	0,9%	Klabin S/A	Papel e Celulose	0,6%		
<i>PCAR3</i>	0,2%	P.Acucar-Cbd	Comércio	0,1%		
<i>EMBR3</i>	0,4%	Embraer	Veiculos e peças	0,1%		

Tabela 7 – Otimização da Carteira Geral (100 ativos)

Em seguida, buscou-se comparar as carteiras otimizadas no solver e classificadas por meio do grau de estabilidade com o retorno e o nível de risco da carteira geral que considera todos os ativos do IBrX durante o período janeiro de 2017 até dezembro de 2019. Os dados estão descritos na Tabela 8.

	Carteira Geral	Q1	Q2	Q3	Q4	Mix Q1 e Q2	Mix Q1, Q2 e Q3
Retorno (a.m)	3,36%	2,66%	3,93%	3,03%	6,07%	3,00%	2,87%
Desvpad (a.m)	2,76%	2,78%	5,44%	5,76%	11,89%	2,77%	2,48%
Risk Free Médio (a.m)	0,79%	0,79%	0,79%	0,79%	0,79%	0,79%	0,79%
Sharpe	0,93	0,67	0,58	0,39	0,44	0,80	0,84
V@R np	-1,09%	-3,56%	-6,76%	-7,09%	-15,00%	-3,43%	-2,85%

Tabela 8 – Comparação de retorno e risco entre carteiras

Conforme se pode observar, a carteira geral obteve um Sharpe de 0,93 p.p., adjunto de um risco (desvio-padrão) de 2,76% - figurando assim como o segundo maior e menor, respectivamente, entre todas as carteiras analisadas. Além disso, nota-se também que quanto mais estável a covariância, maior será a perda de Sharpe, porém em contrapartida ocorre um ganho de estabilidade – ilustrado pela carteira “Mix Q1, Q2 e Q3” que apresentou o menor risco (2,48%) entre as carteiras analisadas e um Sharpe de -0,09 p.p em relação a carteira geral que detêm o melhor índice. Abordando o indicador *Value at Risk* das 7 carteiras apresentadas, observa-se que quanto maior a amostra, menor será o VAR – é possível ilustrar isso pela quantidade de ativos presentes em cada ativo, sendo 100 na carteira geral, 25 entre os quartis de Q1 a Q4, 50 “Mix Q1 e Q2” e 75 “Mix Q1, Q2 e Q3”. Assim, a carteira geral figura com a menor estimativa de perda potencial entre as carteiras apresentadas com -1,09%, seguida pela “Mix Q1, Q2 e Q3” e “Mix Q1 e Q2” com -2,85% e 3,43%, respectivamente.

5. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Considerando os resultados da pesquisa, é possível destacar que o comportamento estável da covariância entre os ativos pode proporcionar ao investidor uma maior estabilidade da sua carteira, porém em contrapartida nota-se também uma diminuição do Sharpe. Nesse sentido, mais estudos serão necessários com uma amostra de validação afim de verificar se os estimadores de estabilidade, risco e retorno apresentados mantêm seu comportamento ao longo do tempo.

Além disso, podemos evidenciar também que a aplicação da programação linear na seleção de carteiras pode ser executada de forma relativamente fácil. Por meio da utilização de planilha eletrônica ou algum outro software com recursos de otimização, o resultado para uma carteira otimizada é rapidamente encontrado. É possível ilustrar isso baseando-se nas tabelas de otimização apresentadas anteriormente cuja composição seria muito complexa de se obter apenas através de observação ou da experiência. A utilização do software “*Microsoft Excel 360*” facilitou o trabalho de otimização e cálculos da carteira, possibilitando que mesmo os investidores iniciantes ou com conhecimentos escassos em relação ao mercado de capitais possam selecionar carteiras que atendam suas exigências.

REFERÊNCIAS

ASSAF NETO, A. Mercado financeiro. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

ASSAF NETO, A.; LIMA, F. G. Curso de administração financeira. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2014.