

CRIAÇÃO DE UM PORTFÓLIO DE INVESTIMENTO DE ALTA LIQUIDEZ: APLICAÇÃO DA TEORIA DE MARKOWITZ

Gustavo Saula Alves – Gustavo.saula9@gmail.com

Guilherme Kawabata – Guilherme.kawabata@yahoo.com.br

Jonathan da Silva Gomes – jsg.1898@gmail.com

Paulo Sérgio Altman Ferreira (Orientador) – 1160893@mackenzie.br

RESUMO

O presente estudo busca analisar, avaliar e aplicar a Teoria Moderna do Portfolio estabelecida por Markowitz (1952) para criação de portfólios de investimentos. O cenário utilizado é constituído pelas dez ações mais negociadas na bolsa de valores oficial do Brasil (B3) em 2019 sendo a avaliação dos dados do período de 2015 até 2019 e os resultados avaliados em diferentes períodos. Estes resultados foram confrontados ao índice Ibovespa para comparação, assim como também houve análise através do índice Sharpe (1963). Viu-se que, a maioria das carteiras satisfaz a performance esperada, com exceção da carteira de baixo risco em curto prazo. Há de se tratar também que o peso de cada ativo influenciou no desempenho proporcionalmente.

Palavra-chave: Portfolios de investimento. Ações. Markowitz.

CREATION OF A HIGH LIQUIDITY INVESTMENT PORTFOLIO: APPLICATION OF MARKOWITZ THEORY

ABSTRACT

This study aims to analyze, evaluate and apply the Modern Theory of Portfolio established by Markowitz (1952) for the creation of investment portfolios. The scenario used for research consists of the ten most traded shares on the official stock market in Brazil (B3) during the period of 2015 until 2019 and the results were evaluated based on the year 2019. The results obtained were compared to the Ibovespa index as a form of validation and comparison, as well as the analysis through the Sharpe index (1963). It was seen that the majority of portfolios met the expected performance, with the exception of the low-risk portfolio in the short-term. It must also be considered that the weight of each asset influenced the performance proportionately.

Keywords: Investment Portfolios. Stocks. Markowitz

1 INTRODUÇÃO

É possível afirmar que os investidores sempre buscam obter a maior rentabilidade possível no seu portfólio se expondo até determinado nível de risco. Para isso devem ser consideradas algumas características dos ativos a serem escolhidos para compor seu portfólio. Existem diversas teorias que auxiliam no processo da criação de um portfólio de investimento, dentre elas, a teoria de portfólio de Markowitz (1952), que permite calcular o risco de uma carteira de investimentos, independentemente do tipo de ativos que a compõem.

Um investidor, ao montar uma carteira de investimentos deve buscar obter a maior rentabilidade possível de forma que não exceda o nível de risco aceitável para sua carteira. Isto é possível de ser feito através da diversificação. Ao diversificar os ativos dentro de uma carteira de investimento é possível se proteger de eventuais oscilações específicas, pois o impacto causado por um ativo é diluído quando se considera o portfólio como um todo.

Além disso, no mercado de capitais brasileiro, há cada vez mais um movimento de migração de investimentos em renda fixa para investimentos em renda variável, principalmente na atualidade, na qual rendimentos fixos estão com baixas taxas de juros, tornando investimentos de maior risco atrativos. Neste ponto, muitos investidores cometem o erro da falta de diversificação dos ativos em seu portfólio, e não obtêm uma relação de risco e retorno saudável. Quando há algum estresse no mercado, muitos investidores com uma carteira pouco diversificada se desesperam e acabam tomando atitudes irracionais, conforme afirmam Kahneman e Tversky (1979), o investidor tem a tendência de não aceitar perdas e reluta a se desfazer de posições que estão tendo prejuízo e tendem a se desfazer precipitadamente de posições que estão gerando lucro.

Neste trabalho será montada uma carteira de investimentos através da teoria de portfólio de Markowitz (1952) visando ativos de alta liquidez, que é um fator importante principalmente quando se trabalha com grandes volumes de ativos financeiros.

Ao trabalhar com ativos de alta liquidez garante-se que será possível movimentar a carteira com maior facilidade, uma vez que é mais fácil encontrar compradores ou vendedores dos ativos em questão, possibilitando realizar operações que não pressionam os preços dos ativos. No caso deste trabalho, levando em conta a liquidez, serão consideradas as 10 ações mais negociadas na bolsa de valores brasileira para compor um portfólio criado pela teoria de portfólio de Markowitz. Em seguida, será comparada a performance da carteira criada com o índice Ibovespa em diferentes períodos.

Ressalta-se que o presente trabalho surge da necessidade de expandir os conhecimentos e visualizações dos investidores no momento de distribuir seu capital dentre os ativos, assim como o próprio autor deixa claro: “It is a story of which I have read only the first page of the first chapter” (MARKOWITZ, 1952, pg.91). Deste modo, visa contribuir para o acréscimo de informações ao ramo

do mercado financeiro, mais especificamente aos investidores no mercado ações, dando-lhes mais um estudo como ferramenta e compreensão de seu âmbito de atuação.

Além disso, considerando o caráter volátil do mercado em questão, o uso de conceitos matematicamente comprovados concederá uma análise mais racional e garantirá uma percepção mais apurada do risco, fato este que concorda com Almonacid (2010, pg.13) que expõe a utilidade de modelos matemáticos para direcionar um gestor na distribuição e escolha dos ativos, e com Tandelilin (2010 apud Safriti; Sudradjat e Lesmana, 2020, pg.47) que considera as ações um dos produtos financeiros com maior potencial de altos lucros ao investidor, todavia, também um dos que podem ser de maior alto risco.

Desta forma, diz-se que conforme a teoria a ser utilizada, buscar-se-á a fronteira de eficiência, isto é, as melhores combinações de risco/retorno que o investidor pode obter dentre as 10 ações mais negociadas. Sendo que estas, por sua vez, são designadas pelo maior volume de operações na bolsa de valores brasileira (B3), o que deixa explícito a sua liquidez e potencial de lucratividade.

Logo, sob a justificativa de incrementar saber nas finanças sobre a seleção de portfólios através dos conceitos estatísticos desenvolvidos por Markowitz (1952), e compor mais um artifício de cultivo para novas possibilidades no mercado financeiro de ações, sobrepujando o interesse de reduzir ao máximo os riscos inerentes ao mercado de renda variável, tais como: de mercado, liquidez, de crédito e País (SCHIROKY, 2007, pg.9) será elaborado este trabalho que terá como objetivo principal a criação de uma carteira de ações de alta liquidez, com as 10 ações mais negociadas da bolsa de valores brasileira, que supere o índice Ibovespa em diferentes períodos, através da teoria de portfólio de Markowitz (1952). Para este objetivo ser alcançado, segmentando em objetivos específicos, tem-se:

- Analisar o ambiente da bolsa brasileira (B3) durante o período de 2019 e identificar as dez ações mais negociadas;
- Aplicar o método de Markowitz para carteira selecionada;
- Avaliar se o método aplicado é capaz de criar uma carteira de ações consistente, com um grau de risco satisfatório;
- Utilizar outros métodos como índice Sharpe, para fundamentar nossas escolhas e avaliar os resultados obtidos;
- Comparar a performance da carteira com o índice IBOVESPA no período determinado;
- Discutir os resultados provenientes dos métodos aplicados.

Seguir-se-á, então, para a metodologia com os com os tópicos de estudo atuais sobre o tema então, a metodologia com os procedimentos executados, e, logo após, os resultados e as considerações finais que exprimem as análises e as ponderações sobre estas, respectivamente.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A composição de um portfólio é “o conceito que concebe a escolha de ativos à serem incluídos num portfólio num certo período no tempo, considerando a perspectiva de um critério especificado para distinguir entre aqueles que são mais ou menos desejáveis no portfólio” (FRIEND e VICKERS, 1965, pg. 391, tradução nossa). Quanto a montagem deste portfólio, tem-se que a sua seleção vêm de medidas precisas do grau de satisfação cujo qual o portfólio satisfará o requisito de reduzir o risco e aumentar o retorno, sendo estes os dois princípios fundamentais que um investidor anseia no momento que escolhe seus ativos (FRIEND e VICKERS, 1965).

Concorda-se com a afirmação anterior, pois é atestado que o investidor tem aversão ao risco mas busca pelo maior retorno possível de seus investimentos dentro de sua carteira, para tal, há a necessidade de caracterização expressa matematicamente para efeitos de montagem precisa e eficiente de um portfólio de investimentos que cumpra estas características, assim foram utilizados diversos conceitos matemáticos neste documento tais quais:

Média Aritmética:

$$\mu = \frac{\sum xi}{n} \quad (1)$$

Onde:

μ = média aritmética

xi = valor de uma observação.

n = número total de observações.

Variância:

$$S^2 = \frac{\sum (xi - \underline{x})^2}{n - 1} \quad (2)$$

Em que:

S^2 = variância da amostra;

xi = valor de uma observação da amostra;

\underline{x} = média aritmética da amostra;

n = número total de observações na amostra.

Dentre outras formulações, que são utilizadas para compor e demonstrar os conceitos de risco e retorno, posto que, a relação risco e retorno foi estabelecida por meio de análises estatísticas para mensurar os riscos e, através da modelagem matemática de programação quadrática selecionar os ativos da forma mais eficiente possível. A eficiência do portfólio, por sua vez, é definida pela maior expectativa de retorno financeiro sobre um certo nível de risco ou o menor risco sob um certo nível de retorno (FADADU, MATHUKIYA e PARMAR, 2015).

Em meio a esta concepção sobre risco e retorno cuja qual concorda-se, destaca-se principalmente o modelo desenvolvido por Sharpe (1963), que utiliza apenas um índice para comparar a volatilidade das ações em relação ao mercado onde são transacionados os ativos, reduzindo a quantidade de cálculos em renúncia do nível de precisão em comparação ao modelo de Markowitz.

O índice Sharpe é dado pela equação:

$$IS = \frac{R - Rf}{\sigma} \quad (3)$$

Onde:

R: Rentabilidade esperada;

Rf: Taxa de juros sem risco;

σ : Volatilidade do portfólio/ação.

Isto é, o índice Sharpe é capaz de medir o retorno excedente de uma aplicação financeira em relação à uma aplicação livre de risco, quanto maior o índice Sharpe obtido, maior será o desempenho desse ativo ou carteira em relação ao risco oferecido por ele.

Partindo para o método de Markowitz, conforme expresso por Junior, Pamplona e Salomon (2014) o modelo de Markowitz é objetivado pela otimização de carteiras com base nas médias, variância e a covariância dos retornos esperados de cada ativo que compõem a carteira em análise. Esses parâmetros são estimados com base em informações de séries históricas, levando em conta um vetor de médias e uma matriz de covariância desses retornos. Assim, a teoria apresentada por Markowitz, analisando a afirmação dos autores, marcou um novo momento dentro do domínio da gestão de ativos, dando maior destaque à diversificação dos ativos, elevando as capacidades de novos estudos e contribuindo ativamente com a evolução do mercado financeiro. Entretanto, no momento de publicação de seu estudo, o autor, leva em consideração o quociente retorno sobre risco somente em relação a carteira e não de forma comparativa com um ativo dito como livre de risco. Atualmente, outras análises podem ser feitas para complementar o pensamento de Markowitz (1952).

Ainda sobre diversificação, conforme os pensamentos de Evans e Archer (1968) e Fischer e Lorie (1970) apud Palazzo et al (2018), uma carteira com 8 ativos já é capaz de evitar significativamente o risco não sistêmico (aquele conferido a escolha de ativos e sua interrelação), onde não concebe-se a essencialidade de um investidor montar um portfólio com mais de 10 ativos. Sendo que, dentro deste aspecto, pode-se afirmar que “[...] seis ativos de segmentos econômicos distintos são suficientes para reduzir a volatilidade de uma carteira teórica para níveis inferiores aos do IBOVESPA” (MARTINS e GAVA, 2009, pg.12). Observa-se, então, a capacidade de mitigação do risco advinda de uma carteira reduzida ratificando os objetivos de interesse tratados anteriormente.

Cabe ressaltar que a redução de ativos numa carteira simplifica a atuação e entendimento de um não profissional que deseja aplicar em finanças, desta forma, diz-se que a aplicação destes

conhecimentos no cenário brasileiro de ativo é fator fundamental para a economia diária e funcionamento bancário.

The behavior of asset prices is essential for many important decisions, not only for professional investors but also for most people in their daily life. The choice between saving in the form of cash, bank deposits or stocks, or perhaps a single-family house, depends on what one thinks of the risks and returns associated with these different forms of saving (KUNGL.VETENSKAPS-AKADEMIEN, 2013,pg.01).

3 METODOLOGIA

Para a construção deste trabalho será necessária uma ampla pesquisa bibliográfica, feita através da leitura de jornais acadêmicos, livros, artigos científicos e sites acadêmicos. O referencial teórico que se utilizará neste trabalho será baseado em estudos sobre a Teoria de Portfólio de Markowitz (1952), Gestão de Carteiras, Teoria de Sharpe, liquidez e índices de mercado. Serão utilizados artigos publicados no Brasil e em outros países.

Após a definição do problema de pesquisa, serão buscados estudos que indiquem os principais conceitos da Teoria de Portfólio de Markowitz visando avaliar a viabilidade de aplicá-la como principal objeto de estudo neste trabalho, e a decisão, potencialmente, demonstrasse-a favorável. Serão também buscados estudos de outros autores para auxiliar na construção de uma base teórica sólida, dentre eles, pode-se preliminarmente destacar a teoria de Sharpe (1963), que permite calcular uma eventual vantagem entre uma carteira e ativos livres de risco.

Os ativos que serão escolhidos para a pesquisa serão os 10 ativos mais negociados na bolsa de valores brasileira em 2019, por conta da alta liquidez destes ativos, sendo que, para efeitos de comparação válida, teve-se a necessidade de substituição do 10º ativo pelo 11º ativo mais líquido devido à falta de informação no banco de dados utilizado (portal financeiro Investing). Para efeitos de melhor compreensão, segundo a Economatica (empresa de desenvolvimento de sistemas para análise de investimentos) (2019), tratam-se das seguintes ações:

- Petrobrás – PETR4
- Vale – VALE3
- Itáu Unibanco – ITUB4
- Bradesco – BBDC4
- Banco do Brasil – BBAS3
- Ambev S/A – ABEV3
- Petrobrás – PETR3
- B3 – B3SA3
- Itausa – ITSA4
- Suzano Papel e Celulose – SUZB3
- Magazine Luiza – MGLU3

Conforme dito, serão considerados os ativos demarcados em verde conforme a Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 - Volume Financeiro em 2019 das 11 ações mais negociadas.

20 ações da Bovespa com maior volume financeiro médio diário no ano de 2019 até 24 de setembro									
Empresa	Classe	Código	Segmento Bovespa	Volume financeiro médio diário anual R\$ milhares					% do total 2019
				2015	2016	2017	2018	2019	
Petrobras	PN	PETR4	Exploração, refino e distribuição	524.416	615.171	561.260	1.433.270	1.443.193	9,89
Vale	ON	VALE3	Minerais metálicos	126.540	132.102	362.227	883.743	1.061.351	7,27
ItaúUnibanco	PN	ITUB4	Bancos	474.675	433.597	426.477	645.926	729.578	5,00
Bradesco	PN	BBDC4	Bancos	277.764	309.970	309.445	453.895	638.312	4,37
Brasil	ON	BBAS3	Bancos	142.959	212.447	240.029	420.308	546.522	3,75
Ambev S/A	ON	ABEV3	Cervejas e refrigerantes	218.183	246.878	247.443	317.218	397.847	2,73
B3	ON	B3SA3	Serviços financeiros diversos	136.246	181.928	201.622	250.276	381.442	2,61
Petrobras	ON	PETR3	Exploração, refino e distribuição	189.850	156.792	126.057	270.685	305.387	2,09
Itaúsa	PN	ITSA4	Bancos	167.840	171.281	155.740	227.934	299.652	2,05
Suzano S.A.	ON	SUZB3	Papel e celulose	89.853	69.717	60.733	194.370	264.092	1,81
Magaz Luiza	ON	MGLU3	Eletrodomésticos	3.404	7.397	77.588	187.696	249.331	1,71

Fonte: Adaptado de Economática (2019, não paginado).

Com esta escolha de ativos, serão coletados dados históricos das variações dos ativos dentro de um período de cinco anos dentre as datas de 04/01/2015 a 29/12/2019, sendo que o banco de dados utilizado foi o portal financeiro Investing, líder global, inteiramente dedicado a informações do mercado financeiro, levando em conta a variação semanal de cada um dos ativos escolhidos. A partir daí, será desenvolvido por meio do software Microsoft Excel© um modelo que aplica a Teoria de Portfólio de Markowitz (1952), onde contabilizar-se-á os retornos das ações referidas no decorrer de seu histórico escolhido e, a partir da relação de covariância entre os ativos, juntamente com a presença de um ou mais ativos que representem a situação de um ativo livre de risco (no nosso caso, será adotada a taxa CDI) obtêm-se a composição da carteira que, tem como uma de suas restrições, fazer com que haja um risco tendendo a zero, e a relação de retorno através do índice Sharpe.

Ademais, cabe ressaltar que segundo Pereira e Henrique (2016), o uso do software citado, se demonstra eficiente e bem intuitivo na organização dos dados, facilitando o processo de análise em se tratando da montagem da carteira, inclusive para investidores não profissionais, a um custo mínimo.

Para a avaliação dos resultados, a carteira criada a partir do método estudado será testada considerando diferentes períodos, de curto, médio e longo prazo, levando em conta períodos de 6 meses, 12 meses, 36 meses e 60 meses, visando sempre superar o índice Ibovespa, sendo que esta comparação será da data mais atual para a data mais longínqua, isto é, utiliza-se como prazo a última data de dados obtida (mais atual) voltando-se 6, 12, 36 e 60 meses nas oscilações do mercado, a fim de obter resultados mais condizentes com a atualidade. Haverá também, com a finalidade comparativa de resultados dentre os prazos de investimento, a criação de 6 carteiras complementares, incluindo carteira de risco reduzido, onde, os cenários enquadram-se conforme abaixo:

- Cenário 1: Carteira composta por, no máximo, 25% de cada ativo;

- Cenário 2: Carteira composta por, no máximo, 30% de cada ativo;
- Cenário 3: Carteira composta por, no máximo, 35% de cada ativo;
- Cenário 4: Carteira composta por, no máximo, 40% de cada ativo;
- Cenário 5: Carteira composta por, no máximo, 45% de cada ativo;
- Cenário 6: Carteira composta por, no máximo, 50% de cada ativo.

Cabe ressaltar de forma contundente que, o método de Markowitz considera a otimização somente do cálculo retorno sobre risco, ou seja, média das variações multiplicada pelos percentuais formadores da carteira sobre desvio padrão da carteira, desta forma, não consta no modelo de Markowitz a ponderação de acréscimo de resultado frente a um ativo livre de risco (feita no índice Sharpe) tampouco a otimização deste índice (cujo surgimento se deu em 1963, posterior a teoria de seleção de portfólio de Markowitz, que se deu em 1952). Fora que, de acordo com o método, a carteira otimizada dentre as carteiras elaboradas, não necessariamente obterá o maior retorno, mas sim o melhor retorno sobre risco de forma pura e não em relação ao um ativo sem risco.

Para composição dos resultados, será considerado somente variação, sem dividendos nem outros tipos de resultado provenientes de ações. Onde para comparação utilizar-se-á o valor de investimento inicial de R\$10.000,00, distribuído entre as ações para cada carteira montada (otimizada, complementares e de menor risco), sendo que este montante inicial teve sua primeira flutuação no dia de início dos dados para cada periodicidade, isto é, 07/07/2019 para o prazo de 6 meses, 06/01/2019 para o prazo de 12 meses, 01/01/2017 para o prazo de 36 meses e 04/01/2015 para o prazo de 60 meses (longo prazo), seguindo as flutuações no decorrer do tempo de acordo com a variação do mercado para o período posterior a aplicação, sem retirada nem incremento do valor, ou seja, foi considerado apenas a manutenção do valor inicial investido nos ativos e suas oscilações decorrentes dos movimentos da bolsa de valores brasileira.

Quanto a taxa CDI utilizada para o índice Sharpe seu percentual foi a taxa acumulada no período dos 5 anos, correspondente de 2015 a 2019 (período estudado), conforme Tabela 2, que consta abaixo:

Tabela 2 – Taxa CDI do período

	PERÍODO 5 ANOS	AO ANO	NA SEMANA
<i>CDI</i>	59,89%	9,84%	0,18%

Fonte: Elaborado a partir de Brasil, Bolsa, Balcão, [B3] (2020, não paginado).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variações de cada ação tiveram sua média calculada (considerando os 5 anos), assim como seu desvio padrão, obtendo-se, com a respectiva divisão dos fatores, o retorno sobre o risco. Ordenando-as, tem-se a Tabela 3 abaixo:

Tabela 3 – Classificação dos ativos dentre os três fatores – retorno médio, desvio padrão e retorno sobre risco.

ATIVO	E	ORDEM	DESV	ORDEM	E/D	ORDEM
MGLU3	1,91%	1	0,088002423		1	0,217113494
ITSA4	0,46%	7	0,039099172		9	0,117894531
PETR3	0,70%	3	0,064929483		4	0,107107062
B3SA3	0,75%	2	0,046125382		6	0,163023911
ABEV3	0,16%	10	0,029749826		10	0,052880313
BBAS3	0,61%	6	0,062294302		5	0,098143697
BBDC4	0,45%	8	0,043898743		7	0,102220611
ITUB4	0,44%	9	0,040205157		8	0,108371376
VALE3	0,62%	5	0,068357551		2	0,090845292
PETR4	0,69%	4	0,067378611		3	0,102036769

Fonte: Autoria própria (2020).

Com isso visto, verificar-se-á então a correlação e covariância entre os ativos, de forma a verificar se a carteira possui interdependência entre os ativos e, caso haja, mede-se então a força desta interdependência.

Para fins de covariância, há o resultado expresso na Tabela 4, disponibilizada abaixo:

Tabela 4 – Matriz de Covariância

	MGLU3	ITSA4	PETR3	B3SA3	ABEV3	BBAS3	BBDC4	ITUB4	VALE3	PETR4
MGLU3	0,007715	0,000906	0,001218	0,000746	0,000405	0,001701	0,001157	0,000905	0,001483	0,001301
ITSA4	0,000906	0,001523	0,001534	0,001254	0,000458	0,001860	0,001456	0,001451	0,000880	0,001691
PETR3	0,001218	0,001534	0,004200	0,001676	0,000626	0,002648	0,001864	0,001669	0,002223	0,004154
B3SA3	0,000746	0,001254	0,001676	0,002119	0,000535	0,001867	0,001418	0,001271	0,001064	0,001836
ABEV3	0,000405	0,000458	0,000626	0,000535	0,000882	0,000570	0,000537	0,000488	0,000514	0,000605
BBAS3	0,001701	0,001860	0,002648	0,001867	0,000570	0,003866	0,002152	0,001969	0,001429	0,003066
BBDC4	0,001157	0,001456	0,001864	0,001418	0,000537	0,002152	0,001920	0,001569	0,001276	0,002034
ITUB4	0,000905	0,001451	0,001669	0,001271	0,000488	0,001969	0,001569	0,001610	0,001111	0,001819
VALE3	0,001483	0,000880	0,002223	0,001064	0,000514	0,001429	0,001276	0,001111	0,004655	0,002019
PETR4	0,001301	0,001691	0,004154	0,001836	0,000605	0,003066	0,002034	0,001819	0,002019	0,004522

Fonte: Autoria própria (2020).

Conforme análise da Tabela 4 acima, percebe-se que há uma baixa covariância entre elas, ou seja, as ações escolhidas não variam conjuntamente de forma significativa, levando-se em consideração uma relação linear. Todavia, vê-se também que todas as covariâncias são positivas, isto indica que elas mantêm uma tendência a variar no mesmo sentido, isto é, uma ação estar acima da média está associada à outra ação também estar acima da média, o mesmo ocorrendo em situações de baixa.

Para fins de correlação, há o seguinte resultado da Tabela 5 disposto abaixo em forma de mapa de calor, onde quanto mais vibrante a cor, mais a força de relacionamento entre os ativos.

Tabela 5 – Matriz de Correlação

	MGLU3	ITSA4	PETR3	B3SA3	ABEV3	BBAS3	BBDC4	ITUB4	VALE3	PETR4
MGLU3	1,000000									
ITSA4	0,264384	1,000000								
PETR3	0,214000	0,606381	1,000000							
B3SA3	0,184396	0,698081	0,561824	1,000000						
ABEV3	0,155211	0,395232	0,325358	0,391494	1,000000					
BBAS3	0,311403	0,766558	0,657271	0,652343	0,308984	1,000000				
BBDC4	0,300751	0,851519	0,656580	0,702762	0,412587	0,789958	1,000000			
ITUB4	0,256841	0,926501	0,641903	0,687765	0,409907	0,789126	0,892545	1,000000		
VALE3	0,247546	0,330492	0,502799	0,338733	0,253887	0,336760	0,426849	0,405757	1,000000	
PETR4	0,220322	0,644433	0,953108	0,592907	0,303111	0,733369	0,690225	0,674007	0,439945	1,000000

Fonte: Autoria própria (2020).

É possível através de análise, verificar que as forças de relação entre as ações e sua direção quanto a uma relação linear. Sendo que, a partir das duas análises verifica-se que, embora a covariância entre elas seja fraca, o fato de todas serem positivas influi no comportamento da carteira, pois as ações propendem para um mesmo comportamento, e, fora isso, há, evidentemente, uma tendência grande de força entre as empresas do mesmo setor, tendo em vista que 5 das 10 ações mais movimentadas se referem a empresas relacionadas com o ramo financeiro, haverá um comportamento similar entre elas, assim como também uma grande correlação.

Estes aspectos influem na escolha de emprego efetivo desta carteira por parte do investidor, sendo que, pela maioria ser fortemente relacionada entre si não haveria contrabalanceamento em situações de queda, por exemplo. Todavia, por se tratarem de empresas altamente negociadas na bolsa, haveria facilidade do investidor em remediar quaisquer situações de perda demasiada, por serem ativos de boa liquidez e de comportamento estável em suas operações no mercado.

Ademais, vê-se que o ativo com menor correlação com os demais é a ação MGLU3, aspecto que, baseado na distribuição percentual do montante inicial entre os ativos, a qual é resultante do método de Markowitz, pode-se obter carteiras que consigam balancear melhor a tendência de oscilação do portfólio montado, reduzindo-se riscos e compensando-se resultados negativos (variações negativas) de um ativo, com resultados positivos (variações positivas) de outro ativo.

Com o processo de análise prévia dos ativos executada, construiu-se a carteira otimizada e as carteiras complementares, incluindo uma carteira de risco reduzido, que serão utilizadas com a finalidade comparativa para o resultado dentro os prazos de investimento, permitindo cenários de verificação, e para melhor explanação do conteúdo.

Prosseguindo-se para a composição das carteiras. Onde, primeiramente, tem-se uma carteira de simulação, com ativos igualmente distribuídos, para que esta seja a base de otimização. E, pós-otimização de retorno sobre risco (segundo modelo de Markowitz), compõe-se a carteira otimizada.

Com a distribuição de ativos elaborada com o apoio do software Microsoft Excel©, conforme dito, através da ferramenta do solver, tem-se as Tabelas 6 e 7, com os seguintes percentuais a seguir:

Tabela 6– Carteira de Simulação

SIMULAÇÃO	
ATIVO	PESO
MGLU3	10%
ITSA4	10%
PETR3	10%
B3SA3	10%
ABEV3	10%
BBAS3	10%
BBDC4	10%
ITUB4	10%
VALE3	10%
PETR4	10%
SOMA	100%
E	0,68%
DESV	4,02%
E/D	0,168549
SHARPE	0,123639

Fonte: Autoria própria (2020).

Tabela 7 – Carteira Otimizada

CARTEIRA OTIMIZADA - MARKOWITZ	
ATIVO	PESO
MGLU3	44%
ITSA4	0%
PETR3	0%
B3SA3	56%
ABEV3	0%
BBAS3	0%
BBDC4	0%
ITUB4	0%
VALE3	0%
PETR4	0%
SOMA	100%
E	1,27%
DESV	5,04%
E/D	0,251075
SHARPE	0,215242

Fonte: Autoria própria (2020).

Como vê-se, a carteira otimizada possui somente 2 ativos, sendo que a ação B3SA3, tem um histórico de crescimento bem acentuado, onde no ano de 2019, devido as receitas da organização terem um aumento expressivo de 34% em relação ao ano anterior, houve ascensão do preço da ação. Além disso, esta ação é da pela própria bolsa brasileira (B3), sendo que, devido ao crescimento de investimento em ações e instrumentos de renda variável (crescimento de 73% no ano de 2019 se comparado com o ano de 2018) houve maior faturamento e receita da organização, fora que houve grande controle e gerenciamento dos gastos feitos nas operações, melhorando a percepção dos investidores no ativo.

Quanto a Magazine Luiza, o aumento de vendas ano contra ano, inclusive por um padrão de vendas online maior, mesmo pré-pandemia, e redução de provisão beneficiam crescimentos contínuos da variação da ação. Além disso, a Magazine Luiza tem realizado mudanças em sua abrangência de negócios, ofertando por exemplo, cartão de crédito próprio vinculado ao banco Itaú, e acelera sua proposta multicanal, focando em uso de aplicativos para compra. Ademais, a varejista comprou a plataforma de venda Netshoes, fator que fez seu valor de mercado subir de forma acentuada em 2019.

Desta forma, configura-se a formação de carteira com baixíssima correlação e covariância, trazendo uma redução de risco de investimento na carteira, além de que as ações selecionadas possuem variabilidade bem representativa percentualmente, sendo esta normalmente positiva, fazendo o valor da empresa subir, e, no período de estudo, ambas as organizações tiveram destaque em seus ramos de negócio, fator que condiz com a escolha de distribuição entre estes ativos.

Quanto aos cenários, citados na no item de metodologia, temos as Tabelas 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14 que os representam, respectivamente, abaixo:

Tabela 8 – Cenário 1

ATIVO	PESO
MGLU3	25%
ITSA4	21%
PETR3	2%
B3SA3	25%
ABEV3	20%
BBAS3	0%
BBDC4	0%
ITUB4	0%
VALE3	7%
PETR4	0%
SOMA	100%
E	0,85%
DESV	3,72%
E/D	0,229455
SHARPE	0,180906

Tabela 9 – Cenário 2

ATIVO	PESO
MGLU3	30%
ITSA4	16%
PETR3	2%
B3SA3	30%
ABEV3	16%
BBAS3	0%
BBDC4	0%
ITUB4	0%
VALE3	6%
PETR4	0%
SOMA	100%
E	0,95%
DESV	4,00%
E/D	0,237764
SHARPE	0,192570

Tabela 10 – Cenário 3

ATIVO	PESO
MGLU3	35%
ITSA4	11%
PETR3	3%
B3SA3	35%
ABEV3	11%
BBAS3	0%
BBDC4	0%
ITUB4	0%
VALE3	5%
PETR4	0%
SOMA	100%
E	1,05%
DESV	4,32%
E/D	0,243377
SHARPE	0,201511

Fonte: Autoria própria (2020). Fonte: Autoria própria (2020). Fonte: Autoria própria (2020).

Tabela 11 – Cenário 4

ATIVO	PESO
MGLU3	40%
ITSA4	6%
PETR3	3%
B3SA3	40%
ABEV3	6%
BBAS3	0%
BBDC4	0%
ITUB4	0%
VALE3	4%
PETR4	0%
SOMA	100%
E	1,15%
DESV	4,66%
E/D	0,247043
SHARPE	0,208309

Tabela 12 – Cenário 5

ATIVO	PESO
MGLU3	45%
ITSA4	0%
PETR3	0%
B3SA3	45%
ABEV3	0%
BBAS3	0%
BBDC4	0%
ITUB4	0%
VALE3	0%
PETR4	10%
SOMA	100%
E	1,27%
DESV	5,12%
E/D	0,247469
SHARPE	0,212179

Tabela 13 – Cenário 6

ATIVO	PESO
MGLU3	46%
ITSA4	0%
PETR3	1%
B3SA3	50%
ABEV3	0%
BBAS3	0%
BBDC4	0%
ITUB4	0%
VALE3	2%
PETR4	0%
SOMA	100%
E	1,28%
DESV	5,13%
E/D	0,250547
SHARPE	0,215318

Fonte: Autoria própria (2020). Fonte: Autoria própria (2020). Fonte: Autoria própria (2020).

Quanto a carteira reduzindo-se o risco, obteve-se:

Tabela 14 – Carteira de Risco Reduzido

ATIVO	PESO
MGLU3	3%
ITSA4	24%
PETR3	0%
B3SA3	1%
ABEV3	69%
BBAS3	0%
BBDC4	0%
ITUB4	0%
VALE3	3%
PETR4	0%
SOMA	100%
E	0,30%
DESV	2,74%
E/D	0,108530
SHARPE	0,042615

Fonte: Autoria própria (2020).

Analisando a composição de carteiras, vê-se que o índice Sharpe do cenário 6 é melhor se comparado com a carteira otimizada, isto se dá, justamente pelo método de Markowitz não considerar o retorno excedente ao ativo livre de risco, mas sim somente o retorno, conforme citado anteriormente. Ou seja, otimizou-se somente a razão retorno sobre risco (da própria carteira), não considerando-se a comparação com o quanto é mais arriscado frente investimento em um ativo puro de juros, ou seja, livre de risco.

Para tratarmos das escolhas de cada cenário, e expormos mais a situação de cada tipo de ação selecionada, seguir-se-á com a interpretação que deu sobre a composição.

Para o cenário 6, tem-se o acréscimo da ação da VALE3, que por algum tempo, de forma isolada vem desempenhando variação abaixo do índice, principalmente devido a incidentes operacionais, tal qual foi Brumadinho (fato ocorrido em Janeiro de 2019). Todavia, está conseguindo valorizar sua posição devido a alta da qualidade do minério de ferro extraído, o qual não necessita de purificação (fator que resultaria em custos maiores), além de transações fora do país, principalmente com a China, em crescimento. Claramente, a ação está em fase de recuperação, sendo que oscilações cambiais, volatilidade em valores comerciais das commodities e plausível desaceleração das vendas à China podem ser fatores de risco, aspecto este que explica o percentual mínimo que esta ação assume, não somente neste cenário, mas em todos os demais.

Para o cenário 5, com limitação de até 45% de concentração por papel, MGLU3 e B3SA3, que são os ativos com melhor risco/retorno dentre os papéis analisados, mantém-se ocupando o limite da restrição imposta. Entra neste cenário PETR4, que obteve um resultado constante durante o período analisado, com volatilidade relativamente baixa, e com retorno positivo. Além disso, a companhia recentemente mostrou maior exposição e aproveitamento da nova fonte descoberta (pré-sal), sendo que este ativo possui menor custos variáveis para extração do petróleo, fora que, a empresa adotou a execução de um plano de venda dos ativos que não são foco principal das atividades da empresa (por exemplo: refinarias, termelétricas, entre outros), fazendo com que houvesse maior resiliência da ação, possibilitando a entrada no portfólio. Para mais, é possível observar uma redução na relação risco/retorno, quando comparado com a carteira limitada e 50% por ativo.

No cenário 4, com limitação de até 40% de concentração por papel, MGLU3 e B3SA3 continuam ocupando o limite da restrição imposta. Esta carteira é mais diversificada quando comparada as duas últimas analisadas. ITSA4, PETR3, ABEV3 e VALE3 são incluídas no resultado. O risco da carteira é reduzido de 5,12% para 4,66%, quando comparada com a carteira limitada a 45%, o que reforça a teoria de portfólio de Markowitz, que indica que a diversificação contribui para a redução do risco do portfólio. Ademais, a presença de ITSA4, que possui participação em diversos ramos do mercado (financeiro, tecnologia, cerâmicos, entre outros) qualifica o cenário com uma diversificação maior. Quanto a ABEV3, a empresa de bebidas teve variabilidade bastante estável, no

entanto, sofreu algumas quedas pontuais durante períodos de baixo crescimento de renda no Brasil, todavia, vem tentando se recuperar com melhora nas vendas, e a introdução de novas marcas, além de um novo modelo de negócio voltado ao consumidor e não mais na escala.

Os ativos presentes nas carteiras geradas com os cenários 3, 2 e 1, com limitação de 35%, 30% e 25%, respectivamente, são os mesmos resultantes da carteira gerada com o cenário 4, com 40% de limitação. Nestas três carteiras observadas, MGLU3 e B3SA3 ocupam os limites das restrições impostas. ITSA4, ABEV3 e VALE3 ocupam mais espaço nas carteiras a cada vez que a limitação por ativo é reduzida. A alocação em PETR3, por sua vez, é reduzida de forma sutil, ocupando 3% do portfólio no cenário 3, e 2% do portfólio nos cenários 2 e 1.

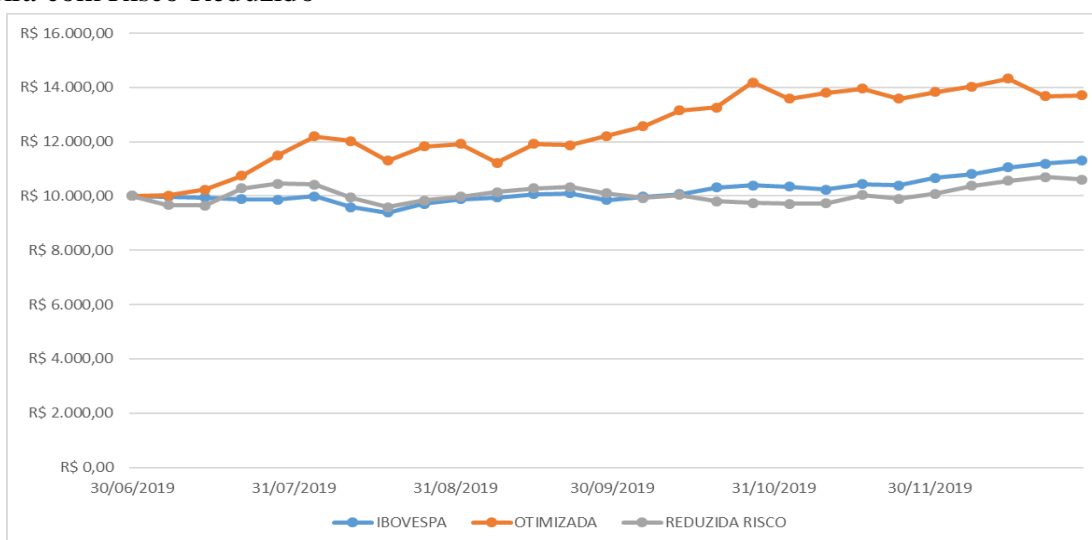
É importante observar que VALE3 e ABEV3, que são os ativos com a menor risco/retorno quando observados individualmente, ocupam espaço nas carteiras geradas nos cenários 1, 2, 3 e 4. Isto se dá por conta da correlação baixa que estes ativos têm quando comparados com outros ativos da carteira, o que reforça a teoria de portfólio de Markowitz, onde é observado que ativos com correlação baixa contribuem para reduzir o risco da carteira.

Como esperado, tanto o risco quanto o retorno são reduzidos a cada vez que o limite de concentração por ativo é reduzido, por conta da diversificação.

Em se tratando da carteira com risco reduzido, vê-se que o desvio padrão é de 2,74%, o que representa baixo risco, inclusive perto do melhor dos cenários (cenário 1, com 3,72%), entretanto, ela também possui o menor índice Sharpe, indicando pouco acréscimo de rentabilidade se comparado ao ativo livre de risco utilizado, levando-se em consideração o risco da carteira.

4.1 Resultados a curto Prazo (6 meses)

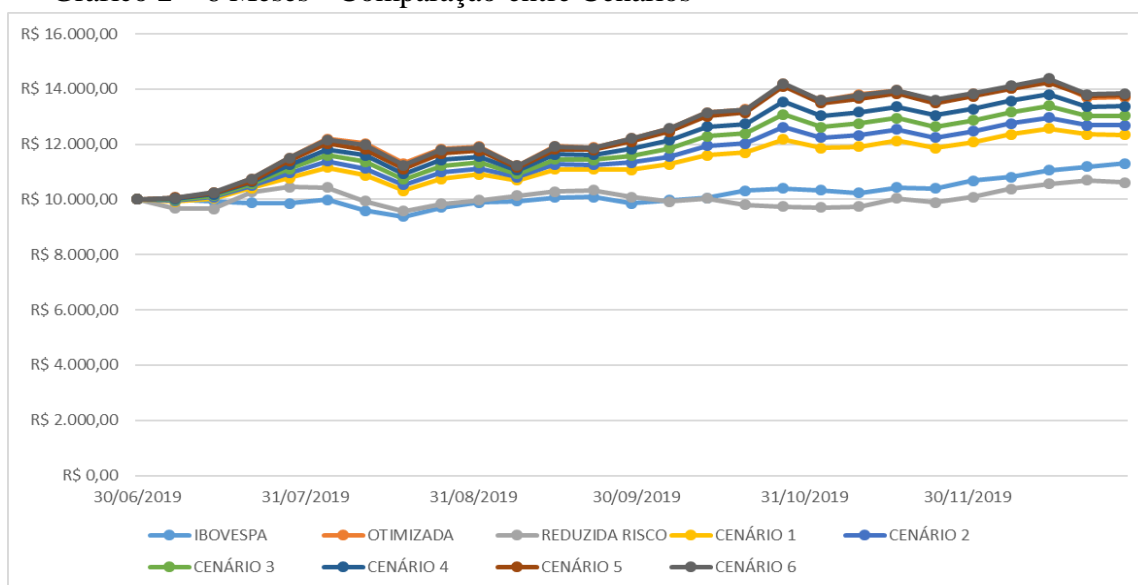
Gráfico 1 – 6 Meses - Performance da carteira otimizada Vs Performance Ibovespa Vs Carteira com Risco Reduzido



Fonte: Autoria própria (2020).

É interessante verificar que houve um grande crescimento dentro da carteira otimizada, já na carteira com risco reduzido, vê-se que esta performa abaixo do Ibovespa principalmente devido ao grande percentual de ABEV3, que no ano terceiro trimestre de 2019 teve perca no volume das vendas, sendo que a recuperação nos 6 últimos meses de 2019 se demonstrou com pequenas oscilações positivas, que, porém, não foram capazes de aumentar significativamente o valor das ações, dando retornos menores que o índice.

Gráfico 2 – 6 Meses - Comparação entre Cenários

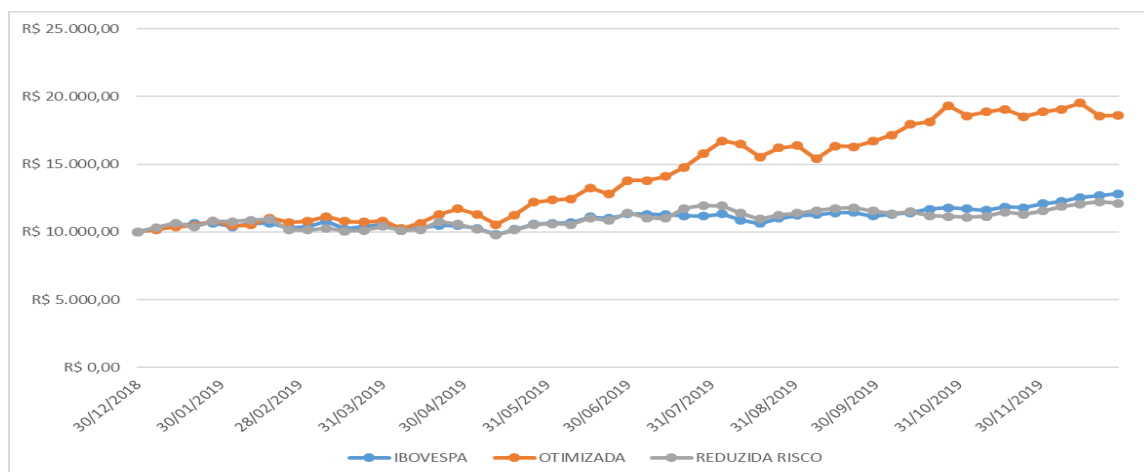


Fonte: Autoria própria (2020).

No cenário acima, a análise indica maior capacidade de retorno por parte do cenário 5 e cenário 6 frente, inclusive a carteira otimizada, sendo que, este posicionamento será explicado posteriormente, tendo em vista que é uma característica duradoura e que, a longo prazo, possui coerência neste comportamento devido a aplicação do modelo da forma original.

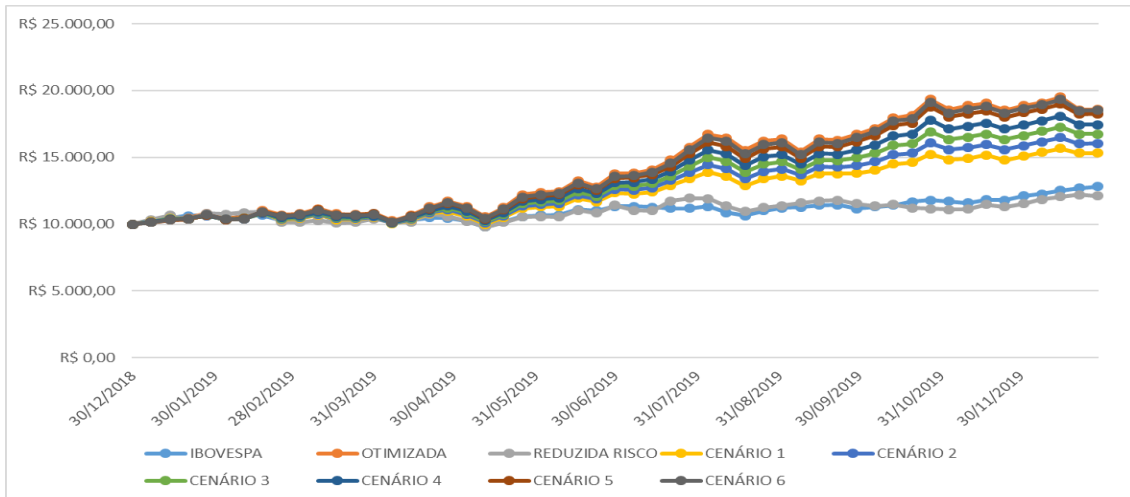
4.2 Resultados a médio Prazo (12 meses e 36 meses)

Gráfico 3 – 12 Meses - Performance da carteira otimizada Vs Performance Ibovespa Vs Carteira com Risco Reduzido



Fonte: Autoria própria (2020).

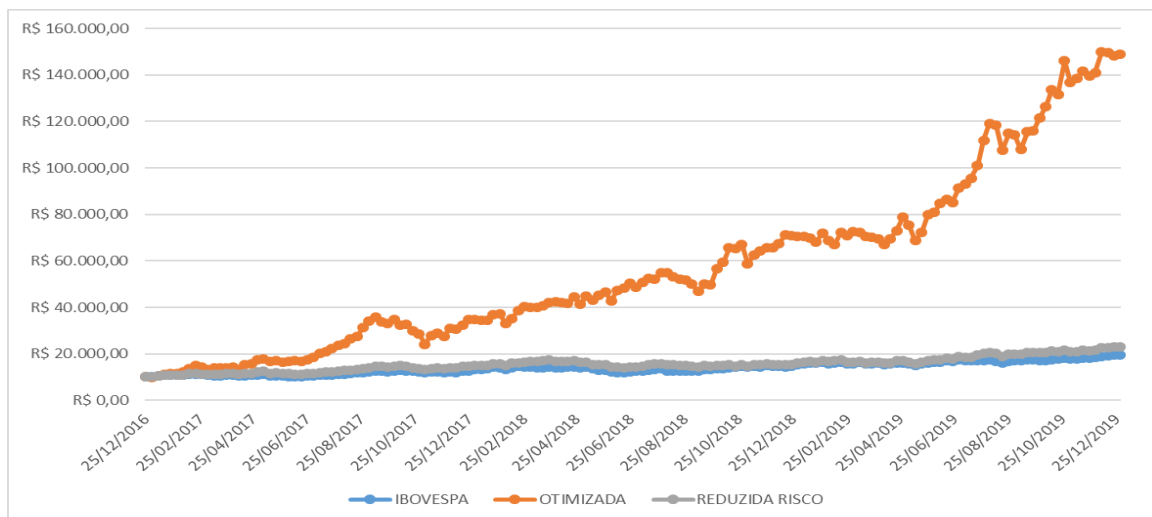
Gráfico 4 – 12 Meses - Comparação entre Cenários



Fonte: Autoria própria (2020).

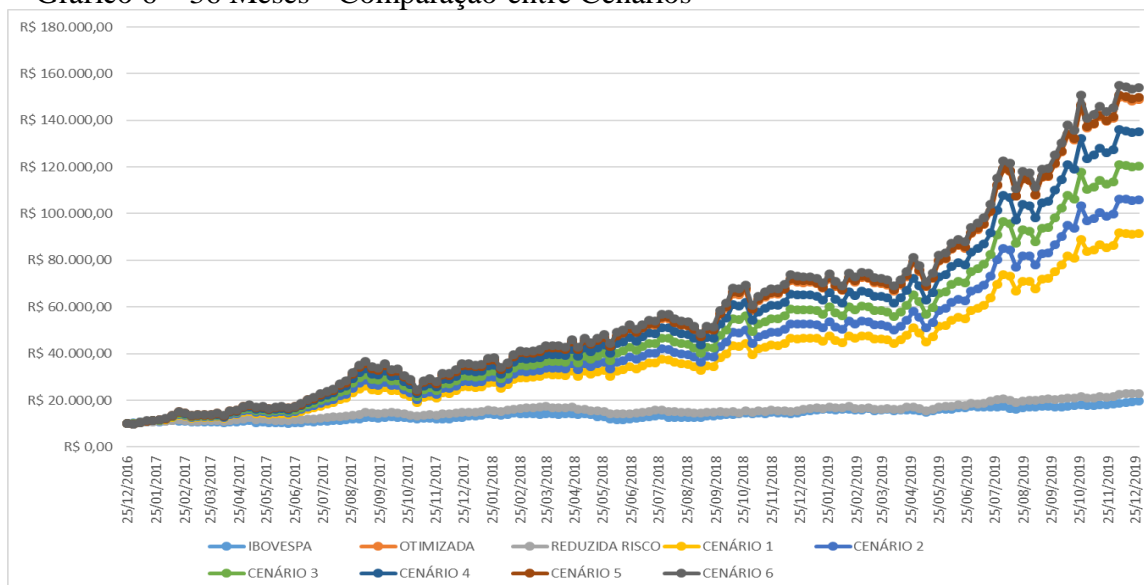
No gráfico acima, observa-se se sobressai a vantagem da carteira otimizada em contraste com o que foi visto no período de 6 meses e nos períodos de 36 e 60 meses. É desta forma, pois no cenário 5, há a presença da ação PETR4 que sofreu queda de cerca de 10% de seu valor, devido a intervenções governamentais no preço do diesel em meados do mês de abril de 2019. Quanto ao cenário 6, este possui VALE3, que sofreu grande queda (cerca de 24,3%) devido ao acidente do rompimento da barragem de rejeitos em Brumadinho (MG).

Gráfico 5 – 36 Meses - Performance da carteira otimizada Vs Performance Ibovespa Vs Carteira com Risco Reduzido



Fonte: Autoria própria (2020).

Gráfico 6 – 36 Meses - Comparação entre Cenários

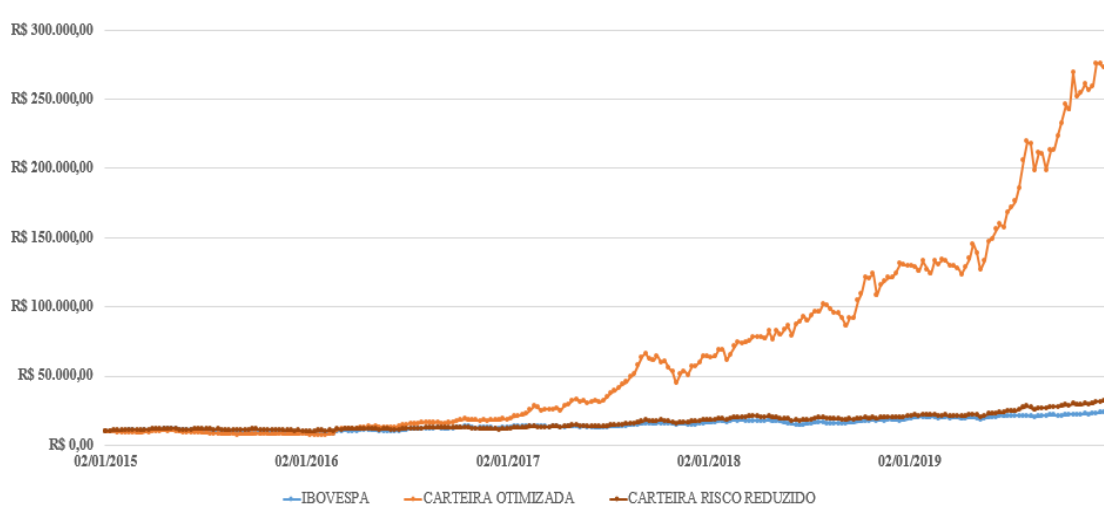


Fonte: Autoria própria (2020).

4.3 Resultados a longo Prazo (60 meses)

Para o investimento citado, no período de 5 anos, tem-se o seguinte comportamento da carteira otimizada frente ao comportamento do índice Ibovespa (demonstrado abaixo), sendo que, o gráfico se refere ao investimento dito previamente.

Gráfico 7 – 60 Meses - Performance da carteira otimizada Vs Performance Ibovespa Vs Carteira com Risco Reduzido



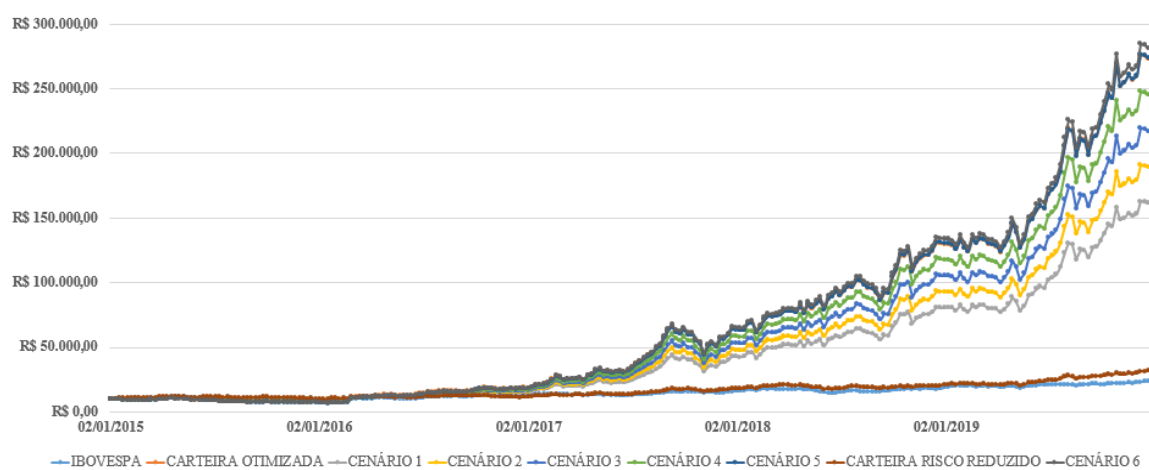
Fonte: Autoria própria (2020).

Analisando o comportamento do gráfico, percebe-se constância por parte do Ibovespa, mantendo um crescimento lento, com flutuações de baixa magnitude, já as ações possuem inconstâncias de forma acentuada, porém, em virtude de posicionamentos e estratégias organizacionais tendem ao crescimento do valor investido, sendo que no final do prazo de 5 anos, um investidor que optou pelo risco maior de aportar na carteira montada, obterá um montante estimado de R\$ 273.864,55, já um investidor com perfil tradicional, que prefere manter-se mais afastado de

risco obterá cerca de R\$ 24.282,54, sendo que isso advém de estabilidade no Ibovespa, que possui crescimento comedido. Passando para comparação da carteira com risco reduzido, vê-se que o resultado não diferencia de forma relevante ao que foi encontrado para o Ibovespa, sendo que, o valor obtido será de R\$ 31.681,92.

Para os cenários obteve-se:

Gráfico 8 – 60 Meses - Comparação entre Cenários



Fonte: Autoria própria (2020).

Percebe-se que o cenário 6 e 5 possuem inclusive maior retorno que a carteira otimizada, isso se dá devido ao fato da teoria de Markowitz ponderar sobre risco e retorno dentro da carteira, isto é, a carteira otimizada é a que possui maior razão entre as definições destes componentes pela teoria. Entretanto, cabe ressaltar que o cenário 6 possui índice Sharpe maior que a carteira otimizada, este fato indica que, a carteira número 6, possui um melhor risco e acréscimo de retorno maior se comparado à carteira otimizada via portfólio de Markowitz. Desta forma, justifica-se que, com a ponderação atual e com a maior gama de ferramentas de avaliação dos resultados financeiros plausíveis de serem implementados na avaliação de um portfólio, uma melhor escolha frente a carteira otimizada purista (conforme os preceitos da teoria) seria a carteira que compõe o cenário 6, a qual rendeu R\$ 282.768,80.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no objeto de pesquisa deste estudo, que se fundamenta na criação de um portfólio de investimento com alta liquidez composto pelos dez ativos mais negociados na bolsa de valores oficial do Brasil, afirma-se que os resultados obtidos nesse estudo corroboram com os princípios da Teoria Moderna do Portfólio, apresentados por Markowitz (1952), uma vez que as carteiras desenvolvidas e apresentadas demonstraram-se capazes de atingir os desempenhos conjecturados, superando o Índice Bovespa, evidenciando a relevância da alocação otimizada dos pesos para cada um dos ativos em análise.

Diante dos cenários apresentados, consideram-se as respectivas conclusões:

- (1) Embora a diferença seja considerada pouco relevante quando comparada à carteira otimizada de Markowitz, sem restrições, os cenários 5 e 6 apresentaram um melhor desempenho, com exceção apenas da perspectiva de 12 meses, quando analisados a partir do índice Sharpe. Esse resultado deu-se, pois o modelo de Markowitz considera apenas o retorno sobre o risco, enquanto o índice Sharpe utiliza como base a comparação entre desempenho da carteira frente à um ativo livre de risco (CDI).
- (2) Os resultados observados no cenário de longo prazo (60 meses) apresentaram, de maneira geral, um bom desempenho, ainda que os ativos apresentassem flutuações e inconstâncias, as carteiras foram capazes de superar com facilidade o índice Ibovespa, além de apresentarem-se em uma tendência de crescimento.
- (3) No que diz respeito aos resultados obtidos no cenário de curto prazo, observa-se que a carteira otimizada apresenta um bom resultado quando comparado ao índice Ibovespa, circunstância esta que não é observada na carteira com risco reduzido, embora tenha superado o índice Ibovespa ao final do período e apresentado uma tendência de crescimento, infere-se que composição de ativos desta afetou diretamente no desempenho geral da carteira. Quando analisados todos os cenários, constata-se que as carteiras 5 e 6 também apresentam resultados superiores à carteira otimizada em razão dos fatos já explicitados anteriormente.
- (4) Vê-se também que o investidor deve ponderar utilizar de outras ferramentas além da composição por Markowitz, pois como viu-se, a utilização do índice Sharpe demonstrou dois cenários com melhor capacidade de rendimentos frente a carteira otimizada seguindo puramente o modelo de do autor, apresentado em 1952. Outras ferramentas plausíveis são: índice beta de uma ação (que indica se um ativo é mais ou menos volátil se comparado ao todo do mercado), máximo drawdown (é o percentual máximo, durante um período, na queda de um ativo e suas referentes consequências ao investidor, logo, esta ferramenta mede cotação máxima, mínima e, exprime o valor da queda de forma percentual), gráfico underwater (cujo qual mede em cada ponto a maior perda acumulada até o momento, permitindo ao investidor identificar se ficaria confortável com as perdas futuras possíveis caso esta venha a ocorrer), entre diversas outras ferramentas que seriam úteis para a compreensão e melhor embasamento do investidor.
- (5) Atesta-se que um ativo cujo qual pode compor uma carteira, como já conhecido, é influenciado pelo comportamento do mercado e pelas estratégias da empresa que o representa. Desta forma, é indicado ao investidor acompanhar as notícias e executar análises qualitativas do comportamento das empresas, por exemplo verificar se a

companhia poderá aumentar seus lucros ou vender mais unidades, se a empresa tem capacidade de crescimento ao longo do período que se escolheu para investir (curto, médio, longo prazo), entre outras diversas características que, atualmente, compõe no mercado financeiro, uma análise de research.

Cabe ressaltar também que sugere-se para futuros trabalhos, a utilização de Big Data para análise das informações, programação em Python, SQL ou outra linguagem que seja plausível de utilização para entendimento de forma massiva da pluralidade de possibilidades dentro da composição de cada cenário, além disso, ferramentas como estas permitem compreensão de grandes quantidades de dados de forma ampla e gráfica, dando uma visão detalhada de cada ativo e, até mesmo, relacionamento dos picos e vales deste ativo com as estratégias tomadas ao longo do período.

Por fim, conclui-se que a carteira otimizada, cumpriu seu objetivo, sendo a melhor opção dentro da aplicação somente da teoria de Markowitz (1952), mas pode-se formar carteiras de melhor performance agregando-se outras técnicas de análise de investimento.

REFERÊNCIAS

ALMONACID, Gustavo A. **Aplicabilidade da Teoria de Markowitz para Investimentos em Ativos do Real Estate: Estudo de Caso de uma Carteira Mista**, 2010, São Paulo, Brasil. Monografia (MBA-USP – Real Estate Economia e Mercados) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. pdf. Disponível em: <<http://www.poli-integra.poli.usp.br/library/pdfs/249fee405c13d0b35a3b86597c792873.pdf>>. Acessado em 11/05/2020.

ECONOMATICA. **Nos nove meses de 2019 a B3 atinge o maior valor de negociação da história**, 2019, São Paulo, Brasil. Disponível em: <<http://insight.economatica.com/nos-nove-meses-de-2019-a-b3-atinge-o-maior-valor-de-negociacao-da-historia/>>. Acessado em 21/06/2020.

FADADU, Purvisha; MATHUKIYA, Hiral; PARMAR, Chetna; **Portfolio Selection: Using Markowitz Model on selected Sectors Companies in India**, 2015, Gujarat, India, **RESEARCH HUB – International Multidisciplinary Research Journal (RHIMRJ)** ISSN: 2349-7637. Pdf. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/290247997_Portfolio_Selection_Using_Markowitz_Model_on_selected_Sectors_Companies_in_India>. Acessado em 17/05/2020.

FRIEND, Irwin; VICKERS, Douglas. **PORTFOLIO SELECTION AND INVESTMENT PERFORMANCE**, 1965. **The Journal of Finance**. Vol. 20, n. 3, p. 391-415, 1965. pdf. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1540-6261.1965.tb02905.x>>. Acessado em 21/06/2020.

INVESTING. **Ambev SA (ABEV3)**, 2020, São Paulo, Brasil. Disponível em: <<https://br.investing.com/equities/ambev-pn-historical-data>>. Acessado em 08/11/2020.

INVESTING. **B3 SA Brasil Bolsa Balcão (B3SA3)**, 2020, São Paulo, Brasil. Disponível em: <<https://br.investing.com/equities/bmfbovespa-on-nm-historical-data>>. Acessado em 08/11/2020.

INVESTING. **Banco Bradesco SA Pref (BBDC4)**, 2020, São Paulo, Brasil. Disponível em: <<https://br.investing.com/equities/bradesco-pn-n1-chart>>. Acessado em 08/11/2020.

INVESTING. **Banco do Brasil SA (BBAS3)**, 2020, São Paulo, Brasil. Disponível em: <<https://br.investing.com/equities/brasil-on-historical-data>>. Acessado em 08/11/2020.

INVESTING. **Ibovespa (BVSP)**, 2020, São Paulo, Brasil. Disponível em: <<https://br.investing.com/indices/bovespa-historical-data>>. Acessado em 08/11/2020.

INVESTING. **Itaú Unibanco Banco Holding SA (ITUB4)**, 2020, São Paulo, Brasil. Disponível em: <<https://br.investing.com/equities/itauunibanco-pn-edj-n1-historical-data>>. Acessado em 08/11/2020.

INVESTING. **Itausa – Investimentos Itau SA (ITSA4)**, 2020, São Paulo, Brasil. Disponível em: <<https://br.investing.com/equities/itausa-pn-ej-n1-historical-data>>. Acessado em 08/11/2020.

INVESTING. **Magazine Luíza SA (MGLU3)**, 2020, São Paulo, Brasil. Disponível em: <<https://br.investing.com/equities/magaz-luiza-on-nm-historical-data>>. Acessado em 08/11/2020.

INVESTING. **Petrobrás – Petróleo Brasileiro Petrobrás SA ON (PETR3)**, 2020, São Paulo, Brasil. Disponível em: <<https://br.investing.com/equities/petrobras-on-historical-data>>. Acessado em 08/11/2020.

INVESTING. **Petrobrás – Petróleo Brasileiro Petrobrás SA PN (PETR4)**, 2020, São Paulo, Brasil. Disponível em: <<https://br.investing.com/equities/petrobras-pn-historical-data>>. Acessado em 08/11/2020.

INVESTING. **Vale SA (VALE3)**, 2020, São Paulo, Brasil. Disponível em: <<https://br.investing.com/equities/vale-on-n1-historical-data>>. Acessado em 08/11/2020.

JUNIOR, Paulo; PAMPLONA, Edson; SALOMON, Fernando. **Otimização de portfólios: Análise de eficiência**, 2013, São Paulo, Brasil. **Revista de Administração de Empresas FGV-EAESP**. Vol. 54, n.4, jul./ago. 2014. pdf. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75902014000400405>. Acessado em 17/05/2020.

KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A. **Prospect Theory: An Analysis of Decision Under Risk**, 1979, **Econometrica**, Vol. 47, n. 2, p. 263–291. pdf. Disponível em: <<https://www.uzh.ch/cmsssl/suz/dam/jcr:00000000-64a0-5b1c-0000-00003b7ec704/10.05-kahneman-tversky-79.pdf>>. Acessado em 20/06/2020.

KUNGL. VETENSKAPS-AKADEMIEN – the Royal Swedish Academy of Sciences. **UNDERSTANDING ASSET PRICES**. Estocolmo. Suécia, 2013. pdf. Disponível em: <https://s3.eu-de.cloud-object-storage.appdomain.cloud/kva-image-pdf/assets/globalassets-priser-ekonomi-2013-sciback_ek_13.pdf>. > Acessado em 31/05/2020.

MARKOWITZ, Harry. **Portfolio Selection**, 1952. *The Journal of Finance*. Vol. 7, n. 1, p. 77-91, 1952. pdf. Disponível em: <https://www.math.ust.hk/~maykwok/courses/ma362/07F/markowitz_JF.pdf>. Acessado em 11/05/2020.

MARTINS, Henrique C.; GAVA, Alexandre M. **QUANTAS AÇÕES SÃO NECESSÁRIAS PARA SE OBTER UM PORTFÓLIO DIVERSIFICADO NO MERCADO DE AÇÕES BRASILEIRO? UM ESTUDO EMPÍRICO**, 2015, Salvador, Brasil. **XXIX Encontro Nacional De Engenharia De Produção**. pdf. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_WIC_093_631_13430.pdf>. Acessado em 20/06/2020.

PALAZZO, Vitor et al. **Análise de carteiras de valor no mercado brasileiro***, 2018, São Paulo, Brasil. **Revista Contabilidade & Finanças – USP**. Vol. 29, n. 78, p. 452-468, set./dez. 2018. pdf. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rcf/v29n78/pt_1808-057X-rcf-1808-057x201804810.pdf>. Acessado em 17/05/2020.

PEREIRA, Leonardo B.T.; HENRIQUE, Daniel C. **OTIMIZAÇÃO DE INVESTIMENTOS PELO MODELO DE MARKOWITZ VIA DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA EM EXCEL**, 2016, Florianópolis, Brasil. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**. Vol. 8, n. 16, p. 167-195. 2016.pdf. Disponível em: <<http://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJIE/article/view/v8n1608>>. Acessado em 31/05/2020.

SAFRITI, Indah; SUDRADJAT; LESMANA, Eman. **Stock Portfolio Analysis Using Markowitz Model**, 2020, Bandung, Indonésia. **International Journal of Quantitative Research and Modeling**. Vol. 1, n. 1, p. 47-58, 2020. pdf. Disponível em: <<https://journal.rescollacomm.com/index.php/ijqrm/article/view/6/6>>. Acessado em 11/05/2020.

SCHIROKY, Marco M. **SELEÇÃO DE CARTEIRA ATRAVÉS DO MODELO DE MARKOWITZ**, 2007, Porto Alegre, Brasil. Dissertação (Pós-Graduação em Administração) – Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. pdf. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/103194/000590336.pdf?sequenc>>. Acessado em 11/05/2020.