

**ANÁLISE ÓTIMA PARA PORTFÓLIO DE INVESTIMENTOS APLICANDO O
MODELO DE MARKOWITZ*****OPTIMUM ANALYSIS FOR INVESTMENT PORTFOLIO APPLYING THE
MARKOWITZ MODEL***

Allan Sarmiento Vieira – allan.sarmiento@ufcg.edu.br
Universidade Federal de Campina Grande – Sousa – PB - Brasil

Dênis Aildon Abrantes Mendes – deniisr@hotmail.com
Universidade Federal de Campina Grande – Sousa – PB - Brasil

DOI: 10.31510/infa.v19i1.1339

Data de submissão: 20/01/2022

Data do aceite: 25/05/2022

Data da publicação: 30/06/2022

RESUMO

O objetivo principal desta pesquisa é propor um portfólio de investimento utilizando o modelo de Markowitz, para formar uma carteira de investimentos otimizada, com maior retorno e menor risco possível, dando ao investidor opções de escolha no mercado de ações. Nos procedimentos metodológicos foi construído um cenário que permitiu um estudo minucioso das 20 principais ações do 1º quadrimestre de 2014 do IBOVESPA compreendendo os períodos de janeiro de 2011 a dezembro de 2013, além disso, esta é uma pesquisa descritiva de abordagem quali-quantitativa, já que utiliza planilhas eletrônicas do Excel com destaque especial para ferramenta SOLVER, que é fundamental para aplicação do modelo de otimização e conseqüentemente permite qualificar o portfólio. Diante dos resultados encontrados foram feitas comparações e análises, o qual permitiu verificar que a carteira diversificada e otimizada apresentou maior retorno com o menor risco quando comparada a carteira formada por um investidor “ingênuo” que aplica aleatoriamente a mesma proporção para cada ativo que compõem o portfólio que no exemplo trabalhado foi de 20%. Contudo a aplicação do modelo de Markowitz permitiu encontrar um portfólio com proporções ótimas em cada cenário (Carteira MV), que detém o menor risco.

Palavras-Chaves: Investimentos. Portfólio. Otimização. Risco. Retorno.

ABSTRACT

The main objective of this research is to propose an investment portfolio using the Markowitz model, to form a portfolio of optimized investments with higher return and lower risk, giving the investor of choice in the stock market. The methodological procedures built a stage for a detailed study of the top 20 stocks in the 1st quarter of 2014 in IBOVESPA comprising the periods from January 2011 to December 2013, furthermore, this is a qualitative and quantitative descriptive research approach as using Excel spreadsheets with special emphasis on SOLVER tool, which is key to application of the optimization model and therefore allows to qualify the portfolio. Considering the results comparisons and analyzes were performed,

which allowed us to verify that the diversified portfolio and optimized presented higher return with lower risk compared to portfolio formed by a " naive " investor who randomly apply the same ratio to each asset comprising the portfolio in the working example was 20% . However the application of the Markowitz model allowed finding a portfolio with optimal proportions in each scenario (Portfolio MV), which has the lowest risk.

Keywords: Investments. Portfolio. Optimization. Risk. Return.

1. INTRODUÇÃO

O mercado de capitais é um dos grandes aliados no desenvolvimento econômico de um país, para isso se faz necessário alocar recursos para as empresas de diversos setores que estejam aptas a receber tais investimentos, para assim contribuir com o aumento na capacidade de produção, melhorar a saúde financeira, e construir novos projetos nas organizações. Caso essas entidades tenham auferidos ganhos progressivos, a economia nacional se beneficia, pois gera mais riquezas, emprego e renda, aumenta o consumo, arrecada mais impostos, e conseqüentemente melhora a qualidade de vida das pessoas.

Segundo Assaf Neto (2010) o mercado de capitais é uma importante e expressiva fonte de captação de recursos para investimentos, sendo assim assume uma função relevante no processo de desenvolvimento econômico, neste mercado ocorre uma forte interação entre investidores que precisam de recursos de longo prazo e os agentes que têm disponibilidade de poupança. As ações que representam o capital das empresas são os principais ativos negociados no mercado de capitais.

Para que tenhamos em nosso país um mercado de capitais forte e operante, similar aos dos países desenvolvidos, é necessário que ocorra uma maior conscientização financeira por parte das pessoas, e que os agentes superavitários, sejam pessoa física ou jurídica, poupem dinheiro e invistam nestes mercados que captam recursos para transformar investimentos em futuros retornos econômicos.

Atraídos por amplas oportunidades de investimentos altamente rentáveis, muitos investidores principalmente os pequenos se perguntam, em que? Onde? Quando? E quanto investir? A falta de conhecimento muitas vezes se torna um grande vilão e uma ameaça aqueles que procuram apenas obter o melhor retorno, sem levar em consideração as demais variáveis que fazem parte destes investimentos. Pessoas assim afeitas ao risco querem a todo custo aumentar o seu patrimônio sem verificar as incertezas que estão se submetendo, para

que se tenha uma maior segurança e tranquilidade na hora de investir, se faz necessário que o investidor faça um minucioso estudo, primeiro da sua situação financeira, ver o quanto pode aplicar, e segundo analisar qual o risco, retorno e a liquidez do seu investimento.

São várias as possibilidades de se fazer um investimento, por meio de caderneta de poupança, CDB, RDB, títulos públicos, clubes de investimento, ações entre outros, não podemos precisar qual será o melhor, é preciso fazer estudos antes de investir para saber qual destes tenderá a ser o mais viável para o investidor. Para que se tenha acesso a esses e outros serviços e tornar o mercado mais eficiente e dinâmico, surgem as instituições financeiras que fazem este trabalho de intermediário entre poupadores e tomadores de recursos.

Segundo Marques *et al.* (2013) o investidor que escolhe o mercado de ações como forma de investimento deve buscar o maior retorno para o seu ativo, levando em consideração os riscos inerentes a sua escolha, isso é evidente, já que em termos gerais esta relação entre risco e retorno são diretamente proporcionais, ou seja, se aumenta o retorno consequentemente aumenta o risco e vice-versa, esta correlação pode ser planejada e reformulada, por meio da diversificação para que aumentado o retorno, o risco mantenha se o mesmo ou até mesmo diminuir em relação ao risco isolado de cada ativo.

A diversificação é um aspecto de grande relevância para o desenvolvimento e formação de um portfólio de investimentos, conforme trabalhado na obra de Markowitz (1952). Segundo ROSS, WESTERFIELD e JORDAN. (2011, p.298) o princípio da diversificação consiste em “distribuir um investimento em vários ativos, para assim eliminar parte do risco”, mas não a totalidade.

Para auxiliar na tomada de decisões e analisar investimentos em uma determinada carteira de ativos, é necessário à utilização destes modelos de otimização. Segundo Loesch e Hein (2009) é intrínseco do ser humano, desde o princípio, a busca da minimização do seu esforço e da maximização do seu retorno nas operações por ele exercidas, e nesta busca, o uso dos modelos de otimização gerará a situação ótima. As técnicas para busca da solução ótima são provenientes da pesquisa operacional.

Sobre essa perspectiva de crescimento e atração de um grande número de investidores que optam por fazer aplicações em um mercado de capitais, entretanto não são experientes e, portanto talvez não consigam construir a melhor opção para o risco e retorno do seu investimento. Surge então a grande demanda por profissionais capacitados, bem como estudos referentes a essa área de investimentos que contribuam com a solução de determinados

problemas, sendo assim a contabilidade destaca-se por deter as informações necessárias à execução de uma boa estratégia financeira.

Watts e Zimmermann (1986, *apud* SARLO NETO *et al.* 2005) afirmam que a pesquisa em mercado de capitais tornou-se uma das áreas mais profícuas na academia contábil internacional e da administração financeira. Os resultados desta pesquisa pretendem contribuir com o conhecimento do mercado de capitais, bem como o processo da análise de carteiras, e principalmente auxiliar no processo de tomada de decisões do melhor investimento com base em estudos, modelos e técnicas que comprovam sua eficácia.

Com base neste contexto, o objetivo principal deste trabalho é analisar um portfólio de investimento utilizando o modelo de Markowitz, para formar carteiras de investimentos otimizadas, com menor risco, dando ao investidor opções de escolha no mercado de ações.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Mercado de Capitais

Com o aumento das demandas das atividades produtivas e com as rápidas mudanças que ocorreram na economia global, verificou-se a necessidade de crescimento e desenvolvimento das organizações, objetivo este que exigia um complexo aporte de recursos para sua execução, sendo assim apenas o mercado de crédito não era mais um grande suporte nesta busca, diante dessa dificuldade surge o mercado de capitais, como importante fonte de recursos para as organizações que precisam de alternativas para se capitalizar, proporcionando assim para estas, menores custos e prazos mais atraentes, contribuindo com o desenvolvimento econômico destas empresas que fazem parte deste mercado.

Segundo Gitman (2010) mercado de capitais é aquele que possibilita a negociação de fundos de longo prazo entre ofertantes e demandantes, são exemplos desses fundos a emissão de títulos públicos ou de empresas. Para Assaf Neto (2010) o mercado de capitais tem como objetivo facilitar a liquidez aos títulos emitidos pelas empresas, sobretudo facilitar o processo de captação de recursos por estas, frente a seus possíveis investidores. Fazem parte deste mercado as corretoras, as bolsas de valores e demais instituições financeiras autorizadas.

Nesse sentido, Ross *et. al* (2011) explicam que a função do mercado de capitais é fazer a ligação entre os interessados em comprar e aqueles que desejam vender, através de

instituições ou instrumentos que negociem títulos e valores mobiliários, para que assim possam capitalizar as empresas e proporcionar liquidez aos seus títulos.

Assim como qualquer outro negócio, que sofre oscilações de preços mediante a procura, o mercado de capitais não é diferente, assim sendo o preço de um título é definido por duas variáveis, oferta e demanda, logo percebemos a importância de uma boa gestão financeira, que consiga atrair esses investidores, levando a estes, boas oportunidades de crescimento, visto que qualquer alteração na avaliação do futuro da empresa pode modificar a demanda e a oferta em relação aos seus títulos resultando em novo preço das suas ações. Entre os principais títulos negociados no mercado de capitais, está o capital social das empresas, através de suas ações, ou por meio de empréstimos feitos pelas organizações no mercado, são exemplos destes, debêntures, bônus de subscrição e outros papéis comerciais.

Compreende-se, que o mercado de capitais impulsiona o desenvolvimento de uma economia, dinamiza os investimentos, transforma a poupança das pessoas em recursos para as empresas, ou seja, ele representa atualmente a grande fonte de recursos permanentes para economia devido a esta forte ligação entre esses agentes econômicos.

2.2 Ações

Assaf Neto (2010, p.69) define ações como sendo “valores representativos de uma parcela (fração) do capital social de uma sociedade, negociáveis no mercado”, portanto concedem a participação dos seus titulares, os acionistas no capital social destas empresas.

Uma das formas que as empresas encontram para se capitalizarem é abrindo o seu capital, a investidores que estão dispostos a correr riscos, aplicando dinheiro nessas organizações, a partir do momento que estes abrem mão dos seus recursos e compram essas ações, tornam-se sócios destas empresas, independente de qual seja a participação. De acordo com a CVM (2014), ações são títulos de renda variável, lançados ao público por sociedades anônimas, adquiridas por investidores que a partir da aquisição passam também a serem proprietários da empresa tendo participação proporcional sobre os resultados obtidos pela organização durante o período que permanecerem com esse ativo.

Como as ações possuem rendimentos variáveis, podem proporcionar aos seus acionistas vários tipos de benefícios e vantagens, a exemplo dos dividendos, os juros sobre capital próprio, bonificação, direitos de subscrição e valorização, este último será foco de

estudo nesta pesquisa, uma vez que se faz necessário o conhecimento desta valorização na aplicação do modelo de Markowitz (1952), para formação do melhor portfólio de investimentos.

2.4 Risco e Retorno

Existe uma expressão popular que diz “ganha dinheiro quem tem dinheiro”, essa é uma realidade que desperta e estimula bastante as pessoas a pouparem e gerarem riquezas, para isso buscam as opções que ofereçam as melhores alternativas de retorno sobre seus investimentos. Assim, para poder obter esses retornos é necessário pagar um preço para que isso possivelmente ocorra, o qual é denominado de risco, ou surpresa, que de certo modo determina o valor do retorno, por consequência verifica-se que estas duas variáveis andam juntas, assim sendo fazem-se necessários estudos levando ambas em consideração, não apenas uma delas isoladamente.

Os investidores esperam confiantemente que os seus ativos alcancem retornos positivos, ou seja, que obtenham em determinados períodos a valorização, gerando lucro sobre essas aplicações, porém o inverso também pode ocorrer e em algum momento aconteça a desvalorização, assim sendo pode-se concluir de acordo com Gitman (2010) que o retorno são os ganhos ou o prejuízo total auferidos sobre estes investimentos em determinados intervalos de tempo.

Para Capelletto (2006) os estudos de Markowitz (1952) foi o divisor de águas entre o que antes era importante para os investidores, para o que é atualmente, foi a partir deste estudo que o conceito risco e retorno, tornaram-se intrínsecos a qualquer investimento em ativos, tendo em vista que até antes desta teoria a premissa era investir em ativos com bons preços para se obter os mais altos retornos, sem levar em consideração os riscos envolvidos, assim após a conclusão do seu trabalho verificou-se a importância do risco em igual proporção ao seu retorno, e a partir da formação de carteiras não correlacionadas entre si, conseguiu partindo desta ideia reduzir a variância (risco) sem reduzir o retorno até determinados pontos.

Para administrar qualquer negócio é necessário estar preparado para tomar as melhores decisões, que por sua vez não é tarefa fácil, visto que este processo decisório é bastante complexo e carregado de riscos e, assim como boas decisões, podem levar a um grande

sucesso, decisões erradas podem encaminhar a um colapso financeiro de incalculáveis prejuízos.

Assaf Neto (2010) define risco como sendo uma medida de incerteza associada aos retornos esperados de uma decisão de investimentos isso pelo fato de estarem atreladas a decisões voltadas ao futuro, portanto está sujeito a perdas, este risco é representado na maioria das vezes pelo desvio padrão ou variância.

Gitman (2010, p. 203) de maneira simples e objetiva conceitua risco como sendo “a chance de uma perda financeira”, logo esse fato ocorre devido à incerteza provocada pela variabilidade dos retornos, ou seja, quanto mais aproximado da certeza estiver o valor do retorno de um ativo, menor será a sua oscilação, conseqüentemente terá menor risco.

Desta forma ao analisar e levar em consideração o risco e a diversificação na composição de carteira de ações, conforme propôs Markowitz, busca-se com isso a redução dos efeitos do risco não sistemático, e conseqüentemente a otimização destas carteiras, para alcançar esse objetivo é necessário a utilização de medidas estatísticas que auxiliem na aplicação deste modelo, e sejam capazes de demonstrar a dispersão existente entre essas variáveis, destaca-se, assim o retorno esperado, variância, desvio padrão, covariância e correlação.

Segundo Xie (2021) a teoria e o modelo de Markowitz podem ser estudados empiricamente e utilizou como estudo de caso, a bolsa de valores de Xangai para avaliar uma amostra da situação real do mercado de títulos da China. Ao recolher a taxa de rendimento semanal das amostras das ações para um período de três anos e utilizando este método de rastreamento concluiu que cinco ações poderiam ser inclusas na carteira e determinou o peso (fração) ótimo da carteira sob a dada taxa de retorno esperada com estes *stocks* rastreados, obter-se-ão resultados empíricos mais precisos.

Wei (2022) elaborou várias carteiras de investimento bem-sucedidas com o modelo de Markowitz e com suas análises abrangeram os preços das ações de dez empresas para construir carteiras admissíveis em três restrições para aconselhar diferentes tipos de investidores. E concluiu que o melhor método de previsão é o de modelo de Markowitz porque permitiu construir carteiras de investimento e dar conselhos a diferentes investidores.

Halim e Yuliatib (2020) analisaram a otimização de uma carteira de investimentos com o modelo de Markowitz considerando a tolerância ao risco e realizaram a otimização utilizando também o método Multiplicador Lagrangean conseqüentemente obtiveram uma

equação para determinar a proporção (peso) de alocação de fundos para cada ativo na formação de carteiras de investimento. Portanto, ao utilizar estes métodos, a determinação dos pesos da carteira de investimentos pode ser determinada pelo capital.

3 METODOLOGIA

Quanto aos objetivos, para alcançá-los, foi realizado um estudo do tipo exploratório, sendo este, um tipo de estudo que objetiva aproximar o pesquisador do tema, uma vez que possui uma grande complexidade. Gil (2002) diz que o principal objetivo deste tipo de pesquisa é o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Com base nesta exploração, foram propostas carteiras de investimentos com finalidade de demonstrar as melhores formas e oportunidades de se aplicar no mercado de ações, permitindo consequentemente uma análise de sensibilidade da relação risco/retorno possível.

Este estudo classifica-se também como pesquisa descritiva, visto que descreve características de experiências. Para Gonsalves (2011) a pesquisa descritiva tem por objetivo escrever características de um objeto em estudo. Conforme Gil (2002) a pesquisa descritiva objetiva descrever características de um fenômeno ou experiência, este tipo de pesquisa estabelece relação entre as variáveis no objeto de estudo desenvolvido.

Quanto aos fins, esta pesquisa é classificada como hipotético-dedutiva, o qual buscou por meio de uma hipótese ou tentativas de verificar e atestar a teoria do portfólio de Markowitz (1952) para os dias atuais, tendo em vista que o mercado de ações mudou muito, nestes últimos anos. Por isso esta investigação irá comprovar se a mesma realmente atende e corrobora com os anseios dos investidores que desejam otimizar seus investimentos.

Quanto à abordagem do problema, é de natureza quantitativa, visto que, esta apresenta em seu desenvolvimento a utilização de instrumentos estatísticos e matemáticos na coleta, bem como, no tratamento dos dados coletados. Segundo Fonseca (2002, apud GERHARDT; SILVEIRA, 2009), este tipo de pesquisa tem foco na objetividade, com forte influência do positivismo. Considera ainda que a realidade só possa ser compreendida com base na análise de dados brutos, sendo estes recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros, sobretudo a pesquisa quantitativa recorre à matemática para retratar a causas de ocorrência de um evento ou a relação entre variáveis.

A presente pesquisa é também de natureza qualitativa, conforme Gil (2002) neste tipo de pesquisa os fenômenos e acontecimentos estudados são devidamente conceituados e interpretados o qual envolve toda a sistemática de tratamentos dos dados observados bem como a categorização destes.

Quanto à descrição da análise é uma pesquisa bibliográfica, visto que para sua execução foi necessário à leitura e interpretação de materiais já publicados, a exemplo de livros, revistas, artigos, teses, periódicos, entre outros que por sua vez servirão de base à fundamentação teórica do estudo. Conforme Gil (2002) a maior vantagem deste tipo de pesquisa está no fato de possibilitar ao investigador cobrir uma gama de fenômenos com uma dimensão bem mais ampla do que pesquisasse diretamente, isso torna se importante quando o problema requer dados dispersos pelo espaço.

Diante dos estudos e observações feitas depreendeu-se a seguinte hipótese: Os investidores que aplicam seu dinheiro de forma ingênua (aleatória) conseguem obter os mesmos resultados, ou seja, a melhor relação risco e retorno, caso levassem em consideração investir nas proporções ótimas definidas pelo modelo utilizado?

Essas proporções serão determinadas com base no modelo de Markowitz que tem como objetivo essencialmente desenvolver soluções ótimas para os investidores avessos ao risco. O modelo de Markowitz (1952) utiliza dois importantes elementos para a construção da carteira, são eles o retorno esperado e o risco deste investimento.

Com o objetivo de investigar se a hipótese é aceita ou não, foi feito de início uma coleta de dados a partir da composição do IBOVESPA do primeiro quadrimestre de 2014, o qual é formado por 66 ativos, foi então feita a seleção das 20 ações com maior participação neste índice, o qual totalizou 63,90% da composição total, portanto uma amostra representativa já que requerem no mínimo 30%.

A escolha das empresas pertencentes a este setor se deu pelo fator de serem as ações mais procuradas e negociadas pelo investidor, que muitas vezes aplica seus recursos nestas organizações sem ter critérios pré-estabelecidos ou estudos mais profundos a respeito de cada ativo que irá investir, e aplicam os recursos muitas vezes de forma ingênua neste índice apenas pela grande representatividade que ele detém no mercado de ações.

Assim a partir desses dados, foram obtidas todas as informações necessárias para o desenvolvimento e aplicação da teoria do portfólio, para em seguida poder fazer as devidas comparações e analisar a viabilidade de ser feito investimentos em carteiras de forma

consciente e otimizada pelo modelo utilizado e com auxílio do solver proporcionar riscos menores aqueles investidores mais conservadores.

Para execução deste trabalho foi composta uma carteira com base nas ações pertencentes ao IBOVESPA em janeiro 2014, sendo selecionados os 20 ativos com maior participação neste índice, e a partir desta seleção foi formada a carteira seguindo a metodologia da teoria de Markowitz (1952), o período analisado foi de janeiro de 2011 a dezembro de 2013. No Quadro 1, a seguir, estão relacionadas às empresas que compõem a amostra analisada, suas respectivas participações neste índice.

Quadro 1 - Vinte ações com maior participação no Ibovespa Jan.2014

EMPRESAS COM MAIOR PARTICIPAÇÃO NO IBOVESPA			
Código	Ação	Tipo	Part. (%)
PETR4	PETROBRAS	PN	8,119
VALE5	VALE	PNA N1	7,995
ITUB4	ITAUUNIBANCO	PN EDJ N1	6,544
BBDC4	BRADESCO	PN EJ N1	5,325
PETR3	PETROBRAS	ON	3,96
ABEV3	AMBEV S/A	ON	3,813
VALE3	VALE	ON N1	3,784
ITSA4	ITAUSA	PN EJ N1	2,721
BBAS3	BRASIL	ON NM	2,72
BVMF3	BMFBOVESPA	ON NM	2,557
BRFS3	BRF AS	ON EJ NM	2,498
CIEL3	CIELO	ON NM	2,1
GGBR4	GERDAU	PN N1	2,069
CCRO3	CCR AS	ON NM	1,65
BBDC3	BRADESCO	ON EJ N1	1,413
CSNA3	SID NACIONAL	ON	1,378
UGPA3	ULTRAPAR	ON NM	1,357
PCAR4	P.ACUCAR-CBD	PN N1	1,352
CMIG4	CEMIG	PN EB N1	1,277

USIM5	USIMINAS	PNA N1	1,267
-------	----------	--------	-------

Fonte: Dados da Pesquisa.

Para obtenção dos dados utilizados neste trabalho, foram usadas as informações online fornecidas na base de dados do site INFOMONEY, sendo pesquisadas neste, cotações históricas pertinentes às empresas e o período em estudo, uma vez que serão necessárias para o desenvolvimento e construção das carteiras de investimentos. As cotações foram consideradas com base no fechamento diário de cada ativo, constituindo de janeiro de 2011 a dezembro 2013 o período de análises, desconsiderando os proventos, e considerando apenas retornos relativos às cotações.

A partir desses dados, com o auxílio do Microsoft Excel foi possível de forma mais prática e acelerada, elaborar o processo de resultado, as fórmulas podem ser facilmente encontradas neste programa, a exemplo do retorno médio de todas as ações (MÉDIA) e das medidas de risco como variância (VARA) e desvio padrão (DESVPAD) de cada ativo individualmente e até mesmo a covariância (COVAR) e a correlação (CORREL) entre eles.

Em seguida foi utilizado o princípio da diversificação proposto por Markowitz (1952), o qual foi realizado através do coeficiente de correlação, que indicou os cinco, dos vinte ativos, para formar o portfólio de investimento. Foram considerados aqueles ativos que obtiveram a correlação negativa e também obtiveram retornos médios positivos no período em estudo, desta forma foram selecionadas as ações ABEV3, BRFS3, CIEL3, UGPA3 e USIM5, para determinação da proporção ótima que irá compor a Carteira MV para ser comparada com a carteira Moderada e um investidor afeito ao Risco. A proporção ótima foi determinada com base no modelo matemático de otimização Markowitz consagrado na literatura.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Seleção dos Ativos

Para elaboração do portfólio ótimo foram selecionados 20 ativos com maior participação no índice Bovespa do 1º quadrimestre de 2014, esta escolha se deu pelo grande número de negociações destas ações por parte dos investidores pelo fato destes ativos

pertencerem a este índice de grande representatividade no mercado de capitais. Selecionados os ativos a partir do site BM&FBOVESPA, foi verificado se todas as ações escolhidas tinham disponíveis as suas cotações históricas de todos os períodos em estudo no site INFOMONEY, aquelas que não possuíam foram excluídas.

O retorno mensal de cada um dos ativos está disponível no site BM&FBOVESPA, no período em estudo de jan.2011 a dez.2013, calculados de acordo com a fórmula do retorno individual, utilizando o valor histórico do preço de fechamento dos ativos ao fim de cada mês subtraído do valor de compra e dividido por este mesmo valor de aquisição. O retorno médio será, portanto a soma dos retornos mensais dividido pela quantidade de meses analisados, neste trabalho foram 36 observações (meses). Na Tabela 1 abaixo estão listadas as 20 ações e o índice Bovespa, com os seus respectivos retornos médios, variância e desvio padrão, estes dois últimos são calculados a partir dos retornos individuais de cada título.

É possível verificar a partir desta Tabela 1, que apenas 40% das ações tiveram no período em estudo retorno médio positivo, assim a maior parte destas obtiveram retornos médios negativos, dentre essas está a empresa líder do setor de petróleo, bancos e vários outros setores da economia, por isso a importância do estudo de investimentos, para que o investidor não tenha sempre aquela antiga ideia formada que deve necessariamente sempre investir nas grandes empresas, tendo em vista que hoje o mercado é muito dinâmico e as empresas consideradas como menores, tem se destacado bastante nos últimos tempos.

Tabela 1 - Ações do IBOVESPA com respectivo retorno médio, variância e desvio padrão do período de Jan.2011 a Dez.2013.

CÓDIGO	RETORNO MÉDIO	VARIÂNCIA	DESVIO PADRÃO
ABEV3	1,99%	0,42%	6,51%
BBAS3	-0,37%	0,66%	8,12%
BBDC3	0,78%	0,36%	6,00%
BBDC4	-0,17%	0,31%	5,53%
BRFS3	1,82%	0,35%	5,93%
BVMF3	-0,21%	0,53%	7,30%
CCRO3	1,22%	0,19%	4,39%
CIEL3	2,09%	0,44%	6,66%
CMIG4	-1,22%	1,01%	10,04%
CSNA3	-0,99%	1,50%	12,25%
GGBR4	-0,23%	0,73%	8,52%

ITSA4	-0,84%	0,48%	6,90%
ITUB4	-0,43%	0,47%	6,82%
PCAR4	1,40%	0,47%	6,89%
PETR3	-1,30%	0,94%	9,68%
PETR4	-0,96%	0,64%	8,03%
UGPA3	2,23%	0,22%	4,67%
USIM5	0,09%	1,82%	13,48%
VALE3	-1,02%	0,39%	6,23%
VALE5	-0,90%	0,37%	6,11%
IBOVESPA	-0,70%	0,25%	4,97%

Fonte: Dados da Pesquisa.

Verifica-se na Tabela 2, a seguir, que combinar ativos negativamente correlacionados pode reduzir a variabilidade geral dos retornos, ou seja, quanto menor que zero for a correlação dos ativos, melhor diversificado estará o investimento, assim sendo, menor será o risco resultante. Diante desse conceito foram selecionados do Anexo B os ativos que apresentaram correlações negativas, destas foram escolhidas apenas as de empresas que obtiveram retornos médios positivos durante o período em estudo.

Tabela 2 - Ações que obtiveram retornos médios positivos no período de Jan.11 a Dez.13 e seus respectivos coeficientes de correlação.

	ABEV 3	BBDC 3	BRFS 3	CCRO 3	CIEL 3	PCAR4	UGPA 3	USIM 5
ABEV3	1,00	-	-	-	-	-	-	-
BBDC3	0,09	1,00	-	-	-	-	-	-
BRFS3	0,04	0,23	1,00	-	-	-	-	-
CCRO3	0,23	0,33	0,09	1,00	-	-	-	-
CIEL3	-0,17	0,38	0,00	0,28	1,00	-	-	-
PCAR4	0,27	0,38	0,07	0,10	0,18	1,00	-	-
UGPA3	0,09	0,24	-0,18	0,25	0,29	0,38	1,00	-
USIM5	0,07	0,46	0,26	0,07	-0,04	0,28	-0,01	1,00

Fonte: Dados da Pesquisa.

Tabela 3 - Correlações Selecionadas para o cenário

CORRELAÇÕES ESCOLHIDAS		
Ativo 1	Ativo 2	Correlação

ABEV3	CIEL3	-0,17
BRFS3	UGPA3	-0,18
CIEL3	USIM 5	-0,04
UGPA3	USIM 5	-0,01

Fonte: Dados da Pesquisa.

Assim os ativos selecionados, que obtiveram correlações negativas e também atenderam ao critério de possuírem os seus retornos médios positivos foram os seguintes *ABEV3*, *BRFS3*, *CIEL3*, *UGPA3* e *USIM5*, a partir dessa seleção iniciou-se a busca do portfólio ótimo, visto que, já que foram identificadas as empresas onde se pode investir, com um grau maior de segurança, pelo fato destas apresentarem comportamentos distintos, atendendo ao princípio da diversificação.

4.2 Composição do Portfólio com a Utilização do Solver

Verificado quais são os ativos é preciso então, saber qual será a proporção que deverá ser investida em cada um deles na composição do investimento, tendo visto que o risco deve ser o mínimo possível a um retorno desejado, para auxiliar nesta fase, foi utilizado a ferramenta Solver do MS Excel que tem função de definir um valor ótimo.

Estas proporções de participação em cada ativo selecionado para composição do portfólio são variáveis, desta maneira são inúmeras as possibilidades de formação de uma carteira, por exemplo, investir em apenas um dos cinco ativos, o retorno e o risco deste portfólio serão os mesmos deste ativo individual, para fins de cálculos, foi utilizado a sistemática de proporção inicial, foi levado em consideração a tendência pela média ponderada, dividindo o investimento em partes iguais por ação (investidor ingênuo), neste caso de 20% para cada um delas conforme a Tabela 4. Esses valores atribuídos não são determinantes nesse experimento, pode-se atribuir valores distintos desde que a soma deles sejam 100%.

Tabela 4 - Proporções aleatórias para uma carteira ingênua

ATIVOS	ABEV3	BRFS3	CIEL3	UGPA3	USIM5	TOTAL
--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

PROPORÇÃO	20%	20%	20%	20%	20%	100%
------------------	-----	-----	-----	-----	-----	------

Fonte: Dados da Pesquisa.

Em seguida é calculado o retorno esperado para este portfólio inicial, que é obtido a partir da soma dos retornos individuais multiplicado por sua proporção na participação da carteira que inicialmente que foi considerado em 20% o objetivo foi encontrar o valor ótimo para este percentual. Enquanto que o risco foi calculado de acordo com a fórmula do desvio padrão de uma carteira de n ativos apresentada por Markowitz.

O Solver por ser uma ferramenta que busca o valor ótimo para determinada variável, depende, portanto de restrições ou limites, fazendo os ajustes nas variáveis de decisão a fim de atender esses limites e obter o resultado desejado. Neste estudo a função objetivo é a de minimizar o risco conforme o Modelo de Markowitz, assim para execução do modelo de otimização foram utilizadas restrições para obter os resultados desejados, sendo elas: A soma das cinco proporções deve ser igual a 1; Deve-se adotar um valor desejado para o retorno, neste exemplo foi utilizado como parâmetro, ser igual ou maior que o retorno do portfólio esperado nas proporções iguais de (20%); Cada uma das cinco proporções deve ser maior ou igual a zero e menor igual a 1.

4.2.1 Cenário para investimento

Este cenário considerou um período de três anos, referente à Janeiro de 2011 a dezembro de 2013, com intuito de encontrar a proporção ótima da carteira escolhida conforme o modelo de Markowitz, além do mais oferecer aos diferentes tipos de investidores opções de investimentos de acordo com sua afeição ao risco e o desejo do retorno. Esse período foi escolhido devido a crise financeira que ocorreu no país.

Alguns parâmetros foram levantados para construção da carteira ótima, como comentado anteriormente, inicialmente foi levado em consideração um investidor ingênuo que aplica a proporção de 20% para cada ativo, de forma aleatória, o foco deste estudo é justamente encontrar com auxílio do solver do EXCEL os valores ótimos para cada uma dessas proporções tendo em vista obter o risco mínimo com o maior retorno possível, foram utilizados os retornos individuais para encontrar o retorno da carteira, o desvio padrão e as covariâncias para encontra o risco do portfólio.

O risco da carteira composta aleatoriamente foi reduzido de maneira significativa, após a utilização do solver, enquanto que o retorno aumentou em relação à distribuição inicial, deste modo os valores ótimos para o investidor conservador ou avesso ao risco, deste modo fazendo parte da fronteira eficiente. O portfólio obtido com as proporções ótimas será denominado de carteira *MV*, aquela preferida pelos investidores avessos a riscos, nesta as participações foram **19% ABEV3; 28% BRFS3; 15 % CIEL3; 37% UGPA3 e 1% USIM5**. Esses valores indicam proporcionalmente quanto o investidor deveria investir em cada ativo para obter o mínimo risco para o maior retorno possível.

Aparentemente um investidor leigo, tem a impressão e acredita que conseguirá diminuir os riscos apenas distribuindo de forma igual os valores para todos os ativos que compõem a carteira, através destas planilhas e a utilização da ferramenta solver, logo é notório que este pensamento não é correto, já que o desvio-padrão do retorno de um portfólio formado por diversos ativos será menor do que a média ponderada dos desvios dos títulos individuais, logo esta afirmativa é comprovada no exemplo acima o qual foi observado que o risco da carteira ingênua diminuiu e, além disso, o retorno aumentou após a aplicação do modelo de otimização.

Existem diferentes perfis de investidores, aqueles que são avessos ao risco (utilizam o modelo de Markowitz) e preferem a carteira *MV*, encontrada na aplicação deste estudo. Também existem aqueles investidores que gostam de correr riscos maiores, ou seja arrojados, para obter talvez retornos superiores ao de um portfólio ótimo, para estes pode-se atribuir valores aleatórios e buscar os ativos de maiores retornos, com intuito de encontrar resultados que façam parte da fronteira eficiente, entretanto pode-se também encontrar proporções que não estarão nesta fronteira, porém fazem parte do conjunto viável de opções de investimento.

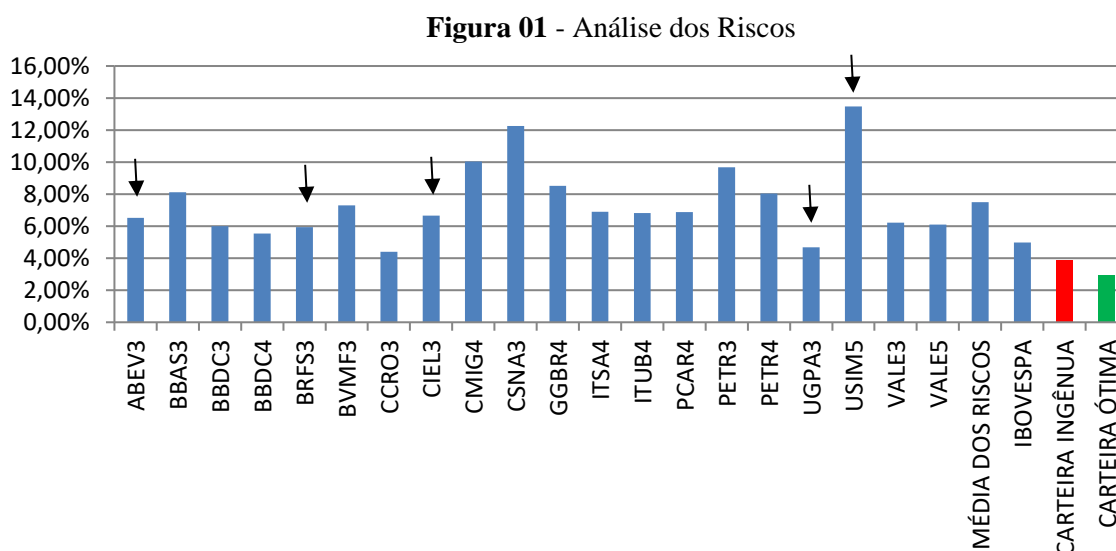
Na Tabela 5, abaixo, estão demonstrados os três tipos de investidores, conforme as suas preferências pelo risco e retorno, a carteira *MV* destaca-se por apresentar o menor risco para o investidor, e por apresentar neste caso um retorno bem próximo ao de um investidor da carteira 01 e 02. Estas duas últimas carteiras a 01 e 02, foram elaboradas para uma melhor visualização da relação risco/retorno, e verificado a partir da carteira otimizada que quanto mais o investidor busca aumentar o seu retorno de forma aleatória, os riscos se acentuam cada vez mais.

Tabela 5 - Opções de proporção pelo perfil do investidor

PERFIL DO INVESTIDOR	CARTEIRA	ABEV3	BRF3	CIEL3	UGPA3	USIM5	RISCO	RETORNO
AVESSE AO RISCO OU CONSERVADOR	MV	0,19	0,28	0,15	0,37	0,01	0,0291	0,0202
MODERADO	01	0,00	0,12	0,08	0,80	0,00	0,0386	0,0216
AFEITO AO RISCO OU ARROJADO	02	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,0467	0,0222

Fonte: Dados da Pesquisa.

Para averiguar se realmente a otimização proposta foi relevante e contribuiu com os resultados desejados. As Figuras 01 e 02 mostram o comportamento do risco e do retorno, de cada um dos vinte ativos isolados inicialmente escolhidos, da média de todos eles, do índice Bovespa, da carteira ingênua e da otimizada.

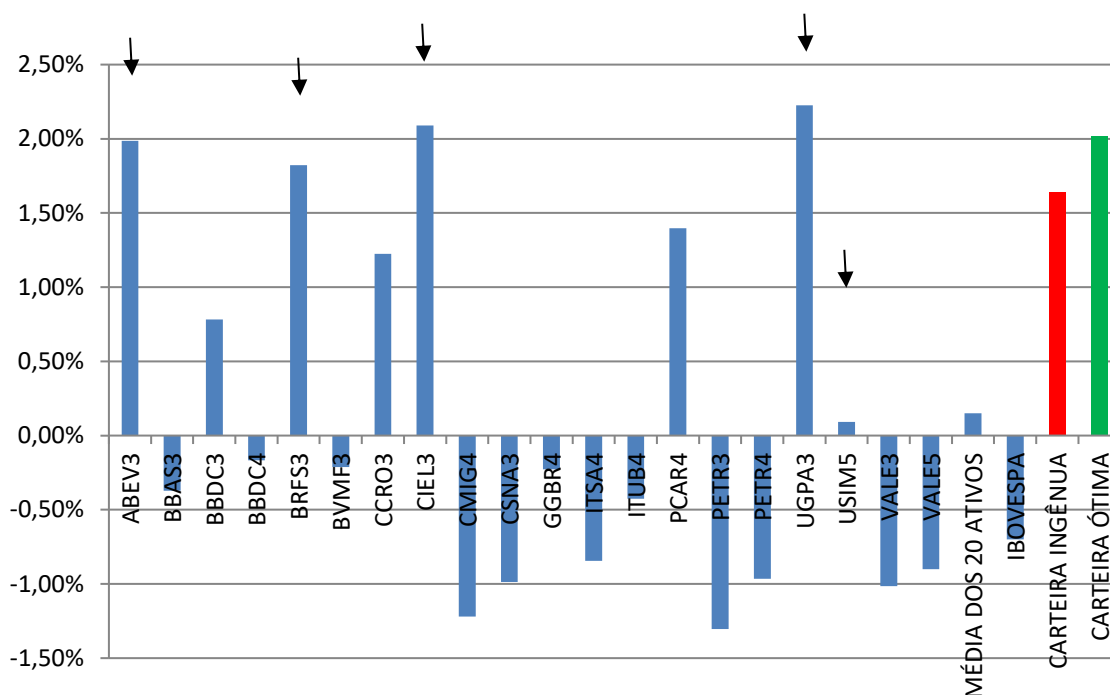


Fonte: Dados da Pesquisa.

A carteira ótima apresentou um bom resultado em relação ao risco, que foi menor em comparação com as demais observações, quanto ao retorno também apresentou resultados

favoráveis, uma vez que foi maior que a carteira ingênua e que a maioria dos ativos selecionados.

Figura 02 - Análise dos Retornos



Fonte: Dados da Pesquisa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como principal objetivo encontrar uma solução ótima em relação ao risco e retorno de ações do mercado de capitais brasileiro, a luz da Teoria de Markowitz, e através de suas considerações e respeitados ensinamentos sobre este assunto, foi desenvolvida uma carteira de investimentos com intuito de investigar se através destes conceitos era possível proporcionar aos investidores a minimização dos riscos assim como um aumento nos retornos.

O modelo de Markowitz apresentou sinais de ser eficaz e de fácil operação e compreensão, além do mais não necessariamente é preciso o uso de softwares específicos para sua realização e são bastante acessíveis a qualquer gestor financeiro ou pessoa que pretenda utilizá-la, desde que compreendidos a essência e os objetivos proposto por esta teoria. Através da utilização de planilhas eletrônicas foi possível obter as proporções ótimas para cada ativo em todos os cenários e a partir destas conseguir alcançar melhores resultados no investimento.

Verificamos a partir dos resultados que o modelo conseguiu atingir o menor risco possível no portfólio formado, comprovando a sua eficiência.

Encontrar estas proporções consideradas ótimas, conforme apresentadas pelo modelo seriam quase uma tarefa inexequível se feita apenas por observações ou tentativas aleatórias, uma vez que para chegar a este resultado são necessários cálculos matemáticos bastante complexos. Assim com base nos resultados obtidos através da utilização deste modelo espera-se que estas técnicas utilizadas possam ser úteis aos investidores que não tem um conhecimento especializado do assunto, e que desejam participar deste mercado, embora é importante ressaltar que houveram algumas limitações presentes neste estudo, diante do tempo não ser suficiente para abarcar mais .

Portanto diante da aplicação do modelo de Markowitz feita neste trabalho, entende-se que o conceito de diversificação é de fundamental importância na realização de investimentos, uma vez que foram observados vários benefícios e vantagens na relação risco-retorno, conseguidas a partir da utilização desta prática na aplicação de recursos, e que orienta para não investir tudo em apenas um ativo, mas sim desconcentrar e distribuir em proporções ideais para cada um deles.

Contudo, espera-se que este trabalho venha a contribuir tanto no campo econômico-financeiro e social, tendo em vista a dificuldade de muitas pessoas por informações que agreguem conhecimentos e técnicas de investimento, que impulsionem e as levem a investirem neste mercado que é muito importante para o desenvolvimento de um país, e quanto ao campo acadêmico que possa servir como base para futuros trabalhos neste sentido, que utilize como foco a otimização de portfólio, e que venham a contribuir e enriquecer ainda mais o que já existe a respeito deste assunto tão importante na grade curricular e na vida pessoal.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Neirilaine Silva; SILVA, Ronaldo Freitas; RIBEIRO, Cristina Sousa. **Aplicação do modelo de Markowitz na seleção de carteiras eficientes: Uma análise de cenários do mercado de capitais brasileiro**. Seminários em Administração. Uberlândia: Anais do XIII Semead, 2010.

ALMONACID, Gustavo Alberto. **Aplicabilidade da teoria de Markowitz para investimentos em ativos do Real Estate: Estudo de Caso de uma carteira Mista**. 2010. 76

f. Monografia (MBA-USP – Real Estate Economia e Mercados) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

ASSAF NETO, Alexandre. **Finanças corporativas e valor**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

BM&FBOVESPA. A Nova Bolsa. **Home**. (2013) Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/home.aspx?idioma=pt-br>>. Acesso em: 20 de outubro de 2013.

BRASIL. Banco Central do Brasil. **Educação Financeira**. Disponível em: <<http://www.febraban.org.br/7Rof7SWg6qmyvwJcFwF7I0aSDf9jyV/sitefebraban/Alvir%20Hoffmann.pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2014.

CANTÚ, Vinicius Zago.; MENEZES, Emílio Araújo. **Seleção de um portfólio eficiente através da diversificação de ativos financeiros**. Piriápolis: SEPROSUL, 2009.

CAPELLETTO, Lucio Rodrigues. **Mensuração do risco sistêmico no setor bancário com utilização de variáveis contábeis e econômicas**. São Paulo, 2006.

CASAROTTO FILHO, Nelson. **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. 11. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS (CVM). **Os serviços de custódia e de ações escriturais**. (2014). Disponível em: <<http://www.cvm.gov.br/port/ProtInv/Caderno2.asp>>. Acesso em: 17 jan. 2014.

D'ANDREA, Gabriella. Brasileiro conhece pouco a bolsa e acha que é para ricos. In.: InfoMoney. (17/12/2012). Disponível em: <<http://www.infomoney.com.br/onde-investir/acoes/noticia/2636385/brasileiro-conhece-pouco-bolsa-acha-que-para-ricos>>. Acesso em: 14 fev. 2014.

GERHARDT, Tatiana Engel.; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: UGRS, 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GITMAN, Lawrence J. **Princípios de Administração Financeira**. 12. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

GONSALVES, Elisa Pereira. **Conversas sobre iniciação a pesquisa científica**. 5. Ed. São Paulo: Alínea, 2011.

GRINBLATT, Mark.; TITMAN, Sheridan. **Mercados financeiros e estratégia corporativa**. 2ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HALIM, Nurfadhline Abdul; YULIATI, Ari. **Markowitz Model Investment Portfolio Optimization: a Review Theory**. International Journal of Research in Community Service.

Vol. 1, No. 3, pp. 14-18, 2020.

LOESCH, Claudio.; HEIN, Nelson. **Pesquisa operacional: fundamentos e modelos**. 1ª Ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

MARKOWITZ, Harry. **Portfolio Selection**. The Journal of Finance. V.7, n 1, março 1952.

MARQUES, Sandro; SILVA, Wesley Vieira; CORSO, Jansen Maia Del; DALAZEN, Luciano Luiz. **Comparação de desempenhos de carteiras otimizadas pelo modelo de Markowitz e a carteira de ações do IBOVESPA**. Revista Evidenciação Contábil & Finanças, ISSN 2318-1001, João Pessoa, V.1, n.1, p. 20-37, jan./jun. 2013.

ROSS, Stephen A.; WESTERFIELD, Randolph W.; JAFFE, Jeffrey F. **Administração financeira**. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

ROSS, Stephen A.; WESTERFIELD, Randolph W.; JORDAN, Bradford D. **Princípios de administração financeira**. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2011.

SARLO NETO, Alfredo.; TEIXEIRA, Aridelmo José Campanharo.; LOSS, Lenita; LOPES, Alessandro Broedel. **O diferencial no impacto dos resultados contábeis nas ações ordinárias e preferenciais no mercado brasileiro**. Revista Contabilidade & Finanças, ISSN 1808-057X, São Paulo, V.16, n.37, jan./Abr. 2005.

SILVA, Edna Lúcia.; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. Ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

WEI, Ke. **The Application of Markowitz Model Based Series of Companies' Stock**. Advances in Economics, Business and Management Research, V. 648, p. 334-340, 2022.

XIE, Dongyue. **Empirical Study of Markovitz Portfolio Theory and Model in the Selection of Optimal Portfolio in Shanghai Stock Exchange of China**. Journal of Economics, Business and Management, Vol. 9, No. 4, 2021.