



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS



LUIZ GUILHERME DE OLIVEIRA HASS

ESTUDO DA TEORIA DE PORTFÓLIO DE MARKOWITZ

Limeira
2019



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS



LUIZ GUILHERME DE OLIVEIRA HASS

ESTUDO DA TEORIA DE PORTFÓLIO DE MARKOWITZ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Administração à Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas.

Orientador: Prof. Dr. Johan Hendrik Poker Junior

Limeira
2019

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Ciências Aplicadas
Renata Eleuterio da Silva - CRB 8/9281

H275e Oliveira Hass, Luiz Guilherme de, 1996-
Estudo da teoria de portfólio de Markowitz / Luiz Guilherme de Oliveira Hass. –
Limeira, SP : [s.n.], 2019.

Orientador: Johan Hendrik Poker Junior.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Ciências Aplicadas.

1. Investimentos. I. Poker, Johan Hendrik, 1974-. II. Universidade Estadual de
Campinas. Faculdade de Ciências Aplicadas. III. Título.

Informações adicionais, complementares

Titulação: Bacharel em Administração

Data de entrega do trabalho definitivo: 14-12-2019

Autor: Luiz Guilherme de Oliveira Hass

Título: Estudo da Teoria do Portfólio de Markowitz

Natureza: Trabalho de Conclusão de Curso em Administração

Instituição: Faculdade de Ciências Aplicadas, Universidade Estadual de Campinas

Aprovado em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Dr(a). Nome (Orientador(a)) – Presidente
Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA/UNICAMP)

Prof(a). Dr(a). Nome completo – Coorientador(a)
Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA/UNICAMP)

Prof(a). Dr(a). Nome completo – Avaliador
Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA/UNICAMP)

Este exemplar corresponde à versão final da monografia aprovada.

Prof(a). Dr(a). Nome (Orientador(a))

Este trabalho é dedicado a todos que
contribuíram à minha trajetória.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde.

A esta faculdade que me proporcionou uma educação inspiradora.

Ao meu orientador Johan Hendrik Poker Junior por todos os seus ensinamentos.

Aos meus pais por todo o apoio que sempre me propiciaram.

“Alguém está sentado nas sombras hoje
pois alguém plantou uma árvore muito
tempo atrás.”
Warren Buffett

DE OLIVEIRA HASS, LUIZ GUILHERME. Estudo da Teoria do Portfólio de Markowitz. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) – Faculdade de Ciências Aplicadas. Universidade Estadual de Campinas. Limeira, 2019.

RESUMO

O presente trabalho busca contribuir para a Liga de Mercado Financeiro e seus membros estimulando o estudo teórico de finanças na universidade. Através da revisão de literatura e aplicação dos temas estudados, buscou-se construir um trabalho que sirva de apoio aos estudos dos membros da organização. Os estudos de Harry Markowitz relacionando finanças com métodos quantitativos foram um marco de partido para o entendimento da construção de carteiras e portfólios. A busca por uma otimização entre risco e retorno na alocação de ativos estudada por Markowitz serve como base para a elaboração de carteiras no mercado financeiro. A Moderna Teoria de Carteiras utiliza o conceito de diversificação para a redução do risco total da carteira. O presente trabalho visa entender o estudo do economista americano, descrevendo os conceitos utilizados e sua aplicação. Além disso é construída uma simulação de carteiras a partir da análise das relações entre risco e retorno propostas por Markowitz, a partir do relação existente entre risco e retorno e a proposta de aumento da eficiência das carteiras propostas por Markowitz.

Palavras-chave: 1. Investimentos. 2. Administração Financeira. 3. Teoria de Carteiras. 4. Administração de Risco

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Risco Sistemático e não-sistemático.....	23
Figura 2	Relação Risco e Retorno Esperado.....	24
Figura 3	Fronteira Eficiente.....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição Portfólio 1 da simulação.....	29
Tabela 2	Composição Portfólio 2 da simulação.....	29
Tabela 3	Composição Portfólio 3 da simulação.....	30
Tabela 4	Composição Portfólio 4 da simulação.....	30
Tabela 5	Alocação ótima Portfólio 1.....	31
Tabela 6	Alocação ótima Portfólio 2.....	31
Tabela 7	Alocação ótima Portfólio 3.....	32
Tabela 8	Alocação ótima Portfólio 4.....	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
FCA	Faculdade de Ciências Aplicadas
LABFIC	Laboratório de Finanças e Contabilidade
SBU	Sistema de Bibliotecas da Unicamp
CMV	Carteira de Mínima Variância
COV	Covariância

SUMÁRIO

1	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	13
1.1	Caracterização da organização e seu ambiente.....	13
1.2	Situação problemática.....	14
2	OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS.....	15
3	JUSTIFICATIVA, OPORTUNIDADE.....	16
4	GLOSSÁRIO.....	17
5	REVISÃO DE LITERATURA.....	20
5.1	Relação risco e retorno.....	20
5.2	A Teoria do Portfólio.....	20
5.3	Risco na Teoria do Portfólio.....	21
5.4	Princípio da dominância.....	24
5.5	Carteira de mínima variância.....	25
5.6	Fronteira Eficiente.....	26
6	METODOLOGIA.....	27
6.1	Metodologia computacional.....	27
7	CONSTRUÇÃO DAS CARTEIRAS.....	29
7.1	Carteira com 10 ativos.....	30
7.2	Carteira com 20 ativos.....	31
7.3	Comparação das carteiras.....	32
8	CONCLUSÃO.....	34
	REFERÊNCIAS.....	35
	APÊNDICE.....	36

1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

A Liga de Mercado Financeiro da Unicamp é uma organização estudantil da Faculdade de Ciências Aplicadas da Unicamp (FCA) em Limeira. Sua ideia é complementar os estudos sobre finanças dos alunos da faculdade. Um desafio constante enfrentado pela Liga é estudar temas do mercado financeiro de uma forma ativa, através de materiais teóricos e da troca de conhecimentos entre os membros da organização.

A cada gestão da organização os membros buscam criar formas eficazes de passagem de conhecimento entre os membros com diferentes níveis de conhecimento em relação aos temas estudados. Desta forma, objetiva-se criar uma forma de acumular conhecimento e facilitar troca de conteúdos entre os novos e antigos membros da organização. O tema de estudo de gestão de carteiras é importante tanto na educação dos membros da organização, quanto na preparação para suas atuações profissionais futuras, pois a gestão financeira dos seus ativos é um desafio encontrado em todas as instituições, sejam elas públicas ou privadas.

Tanto a gestão financeira de curto prazo, associada às necessidades de liquidez, quanto a gestão financeira de longo prazo, ligada à construção de patrimônio das organizações, sempre envolvem o desafio de uma otimizar uma relação entre risco e retorno adequada à cada perfil e situação.

1.1 Caracterização da organização e seu ambiente

A Liga de Mercado Financeiro da Unicamp foi fundada em 2013 na Faculdade de Ciências Aplicadas da Unicamp em Limeira por alunos em com o apoio do LABFIC, o Laboratório de Finanças e Contabilidade da faculdade. Seu objetivo é desenvolver os temas relacionados ao mercado financeiro com a comunidade interna e externa da Unicamp. Alguns temas estudados são: certificações do mercado financeiro, avaliação de empresas, processos de fusões e aquisições e gestão de carteiras. O alvo do presente trabalho é colaborar com o estudo da gestão de carteiras, auxiliando em uma abordagem prática e teórica os estudantes da organização. Objetiva-se utilizar conceitos estatísticos, como correlação entre ativos e análise estatística para medir o risco de uma carteira de ativos e analisar

diferentes cenários na otimização da relação entre risco e retorno entre os ativos de uma carteira.

1.2. Situação problemática

Existe uma dificuldade em criar um processo com base teórica didática para introduzir o tema de gestão de carteiras aos alunos que iniciam seus estudos sobre o mercado financeiro na organização estudantil. Muitas vezes existe uma lacuna na transmissão de conhecimento entre os membros novos e antigos na Liga, como na participação de algum grupo em uma competição na elaboração de gestão de carteiras.

O grande desafio é elaborar um material teórico capaz de trazer os temas de uma maneira que proporcione aprendizado aos membros, afinal o propósito da Liga é ser uma atividade extracurricular de desenvolvimento dos alunos. Há ainda um desafio na compreensão dos estudantes dos termos, da gestão do risco e conceitos relacionados ao mercado financeiro em geral. Desta forma, buscou-se tratar dos temas de gestão de carteiras de maneira didática e explicativa.

2 OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

O objetivo geral é apresentar os diferentes métodos existentes para a elaboração de uma carteira de ativos, otimizando a relação risco-retorno na aplicação dos recursos. Busca-se mostrar a importância do estudo de teorias de gestão de portfólio para a gestão de recursos. Em uma abordagem inicial, deseja-se mostrar as diferentes maneiras de elaborar a composição de um conjunto de ativos, como a gestão ativa e a gestão passiva. Na gestão ativa, através de uma abordagem fundamentalista e qualitativa, busca-se explorar ineficiências de mercado na avaliação das empresas.

Já na gestão passiva, há o uso de métodos matemáticos e diversificação, objetivando ganhos no longo prazo. A partir da segunda metade do século XX, os estudos no campo de Finanças se intensificaram e a partir deste período começaram a ser elaborados estudos no campo da composição de carteiras para investimentos. Um dos primeiros teóricos a tratar do estudo foi Harry Markowitz, criador da teoria moderna de portfólios. O objetivo é apresentar a contribuição de Markowitz no estudo das finanças e sua aplicação sobre os investimentos.

3 JUSTIFICATIVA, OPORTUNIDADE, VIABILIDADE E IMPORTÂNCIA DO PROJETO

A viabilidade é dispor de material educativo para apresentar os conceitos relacionados ao mercado financeiro e à gestão de carteiras. Parte-se inicialmente do estudo de conceitos estatísticos, essenciais para a compreensão dos métodos de modelos de riscos. Como parâmetro inicial, o método de Markowitz servirá como abordagem inicial dos estudos sobre portfólio, na construção de conceitos para um posterior aprofundamento.

A importância do projeto é dar um suporte perene para os participantes da Liga do Mercado Financeiro. Os novos membros já ingressam na organização e têm um material para se basear em seus estudos e se preparar para as competições de composição de carteiras e gestão de portfólio. Algumas características destas competições, como o controle do risco total das carteiras e a alocação eficiente de recursos da carteira são tratadas de maneira didática para preparar os membros da Liga às diferentes situações enfrentadas na gestão de investimentos.

4 GLOSSÁRIO

MÉDIA: É o valor de concentração dos dados de uma distribuição de frequências.

VARIÂNCIA: É uma medida da dispersão estatística de uma distribuição de valores, mostrando a distância entre os valores em relação ao valor esperado.

DESVIO PADRÃO: É uma medida de dispersão em torno da média populacional de uma variável aleatória.

CORRELAÇÃO: É a medida da relação entre duas variáveis, indicando quantitativamente a relação entre as variáveis.

COVARIÂNCIA: É a variância conjunta entre duas variâncias, sendo uma medida do grau de interdependência numérica entre duas variáveis aleatórias.

ATIVO: Contabilmente, são os valores dos bens e direitos de uma instituição, seja ela pública ou privada.

CARTEIRA DE ATIVOS:

Uma carteira de ativos é o conjunto dos ativos de investidor, seja ele pessoa física ou pessoa jurídica. Os ativos podem ser de variados segmentos, como ações, fundos, títulos públicos, moedas, debêntures, entre outros.

RENDA VARIÁVEL:

É o rendimento proveniente de ativos remunerados cuja remuneração varia de acordo com as expectativas de mercado e do investimento.

AÇÕES: São as menores partes do capital de uma empresa, representando um direito de propriedade sobre ela.

RETORNO: Representa o valor resgatado a partir do investimento em um ativo ao longo de determinado período.

RETORNO NOMINAL:

Obtido considerando apenas o investimento e seu retorno, sem nenhum desconto ou subtração.

RETORNO EFETIVO:

Calculado descontando as projeções das taxas de juros e impostos nos rendimentos a serem obtidos.

RETORNO REAL:

Calculado a partir dos rendimentos líquidos, já descontada a inflação acumulada no período.

RISCO:

O risco é a probabilidade calculada de que os retornos reais de um evento sejam inferiores aos retornos históricos e esperados.

RISCO SISTEMÁTICO:

Risco de mercado de uma carteira, ligado a questões macroeconômicas, políticas e sociais, não controláveis pelo investidor.

RISCO NÃO-SISTEMÁTICO:

Risco ligado às empresas e setores dos investimentos, podendo ser alterado de acordo com a composição dos ativos.

VAR (Value at Risk):

É um método para avaliar o risco em operações financeiras. O VaR resume, em um número, o risco de um produto financeiro ou o risco de uma carteira de investimentos, de um montante financeiro.

ÍNDICE DE SHARPE:

É uma maneira de examinar o desempenho de um investimento ajustando seu risco. O índice mede o excesso de retorno por unidade de desvio em um ativo de investimento ou em uma estratégia de negociação, normalmente chamada de risco.

FUNDO DE INVESTIMENTO:

Um fundo de investimento é uma forma de aplicação financeira, formada pela união de vários investidores que se juntam para a realização de um investimento financeiro. É uma das formas mais comuns de se montarem carteiras de investimento.

TAXA LIVRE DE RISCO:

Essa taxa é utilizada como referência para análise de risco relativo, ou seja, é a taxa que utilizamos para calcular o retorno relativo do ativo financeiro. No Brasil a taxa livre de risco adotada é em geral o CDI.

CUSTO MÉDIO PONDERADO DE CAPITAL (WACC):

É uma taxa que mede a remuneração requerida sobre o capital investido em uma determinada empresa ou entidade com fins lucrativos. Essa taxa mede também o custo de oportunidade dos investidores ou credores do negócio.

RETORNO HISTÓRICO:

Padrão histórico associado à remuneração de um ativo considerado.

RETORNO ESPERADO:

É a remuneração que os investidores desejam para manter suas aplicações em determinado ativo.

GESTÃO ATIVA: A gestão ativa é a administração dos ativos de uma carteira buscando superar um índice de referência (benchmark). Está associada a um maior risco e maior potencial de ganho.

GESTÃO PASSIVA: A gestão passiva busca replicar o desempenho do índice de referência. Em geral, está mais ligada a horizonte de investimento de longo prazo.

5 REVISÃO DE LITERATURA

5.1 Relação risco e retorno

Sempre quando se trata de investimentos, é preciso se deparar com os conceitos de risco e retorno. Partindo do pressuposto que todo investidor age de maneira racional, sempre se busca maximizar a relação risco e retorno. Cada investidor deve conhecer seu perfil de risco, fazendo uma combinação ótima com seu retorno esperado dos investimentos. O risco é definido como a probabilidade do retorno de um investimento ser diferente do retorno esperado, configurando um grau de incerteza em relação ao futuro. A incerteza e o risco são grandezas diretamente proporcionais. Desta forma, a remuneração pelo risco de um investimento é dada pelo seu retorno, que por sua vez, cresce junto ao risco. Assim, na alocação dos ativos de uma carteira é preciso quantificar as relações entre risco e retorno para a tomada de uma decisão otimizadora. No campo de estudo das finanças existem muitos estudos que tratam desta relação entre risco e retorno.

5.2 A Teoria do Portfólio

Harry Markowitz é um economista da Universidade de Chicago, premiado com o Prêmio Nobel de Economia em 1990. Markowitz desenvolveu em 1952 a teoria do portfólio ou teoria da carteira, que consistiu na introdução de métodos matemáticos e estatísticos na análise da relação entre risco e retorno de uma carteira de investimentos.

A teoria da carteira mostra que o risco de uma carteira de ativos não é simplesmente calculado pela soma do risco dos ativos individuais. O cálculo do risco total de uma carteira deve considerar que os diferentes ativos de uma carteira possuem uma interdependência, que é chamada de correlação. Assim, os riscos podem ser minimizados de acordo com sua composição, enquanto o retorno total permanece como a soma dos retornos individuais, otimizando os retornos de uma carteira de investimentos.

Desta forma, Markowitz provou que através da diversificação dos ativos na

carteira é possível diminuir o risco da carteira, alcançando uma relação risco-retorno mais satisfatória.

5.3 Risco na Teoria do Portfólio

Uma das grandes contribuições da teoria do portfólio, desenvolvida por Markowitz, foi a nova abordagem utilizada para o cálculo do risco de uma carteira. Na teoria, o risco é mensurado através do conceito estatístico de desvio padrão. Quanto menor o desvio-padrão, menor o risco da carteira, e vice-versa. O cálculo é realizado a partir das variâncias de cada ativo, seus respectivos pesos na carteira e a covariância existente entre os ativos. O método ideal para se diminuir ou eliminar o risco de uma carteira de ativos é buscando ativos que possuam correlação (covariância) negativa.

A equação (1) apresenta o risco (desvio-padrão) de uma carteira de dois ativos A e B.

$\sigma_p = \sqrt{(w_A^2 \times \sigma_A^2) + (w_B^2 \times \sigma_B^2) + 2 \times w_A \times w_B \times COV_{A,B}}$	(1)
--	-----

Onde:

w_A : peso (%) do ativo A na carteira

σ_A^2 : variância do ativo A

w_B : peso (%) do ativo B na carteira

σ_B^2 : variância do ativo B

$COV_{A,B}$: covariância entre os ativos A e B

A covariância serve como medida do grau de interdependência do comportamento de duas variáveis, ou seja, busca calcular a influência de uma variável no comportamento de outra variável.

Equação (2) apresenta o cálculo da covariância entre dois ativos.

$\sigma_p = \sqrt{(w_A^2 \times \sigma_A^2) + (w_B^2 \times \sigma_B^2) + (w_C^2 \times \sigma_C^2) + 2 \times w_A \times w_B \times COV_{A,B} + 2 \times w_A \times w_C \times COV_{A,C} + 2 \times w_B \times w_C \times COV_{B,C}}$	(2)
--	-----

$$\text{Cov}(A,B) = E[(A-E(A))(B-E(B))]$$

Onde:

E(A): valor esperado de A

E(B): valor esperado de B

Agora um exemplo do cálculo de risco para uma carteira com três ativos:

Equação do risco (desvio-padrão) de uma carteira de três ativos A, B e C:

$$\text{Cov}(A,B) = E[(A-E(A))(B-E(B))]$$

$$\text{Cov}(A,C) = E[(A-E(A))(C-E(C))]$$

$$\text{Cov}(B,C) = E[(B-E(B))(C-E(C))]$$

Onde:

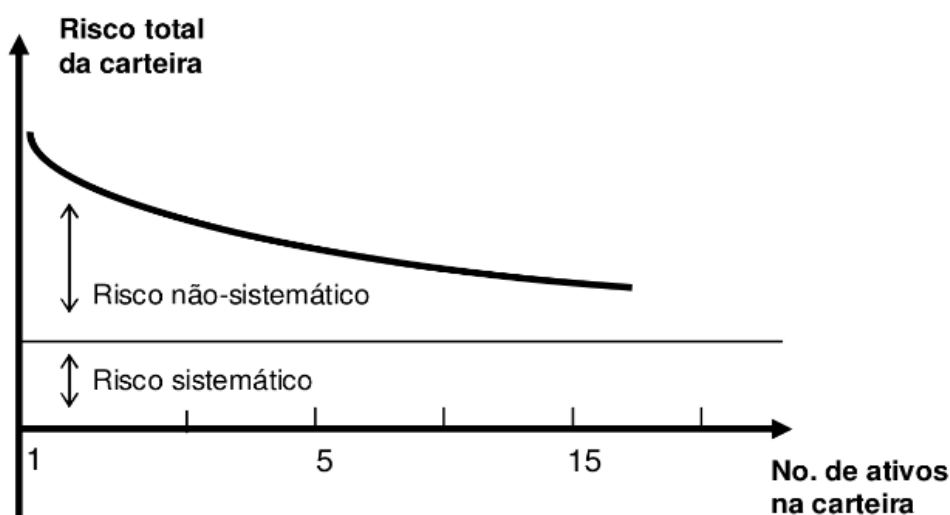
E(A): valor esperado de A

E(B): valor esperado de B

E(C): valor esperado de C

Em uma carteira de ativos, o risco total de uma carteira é dado pela soma de dois tipos de riscos: o risco sistemático e o risco não-sistemático. O risco sistemático ou risco não diversificável é o risco de mercado indissociável ao processo de investimento e está ligado a questões macroeconômicas, políticas e sociais, ou seja, que não podem ser controladas pelo investidor. Ele possui um valor constante na mensuração do risco de qualquer carteira. Desta forma, o risco sistemático não interfere na diferença na mensuração dos riscos entre diferentes carteiras. Já o risco não-sistemático ou risco diversificável é o risco associado às empresas e aos setores de atuação relativos aos ativos de uma carteira de investimentos. Este tipo de risco pode ser diminuído ou eliminado através da diversificação dos ativos da carteira.

Figura 1 - Risco sistemático e não-sistemático



Fonte: www.wprates.com- Prates: Waldemir Ribeiro

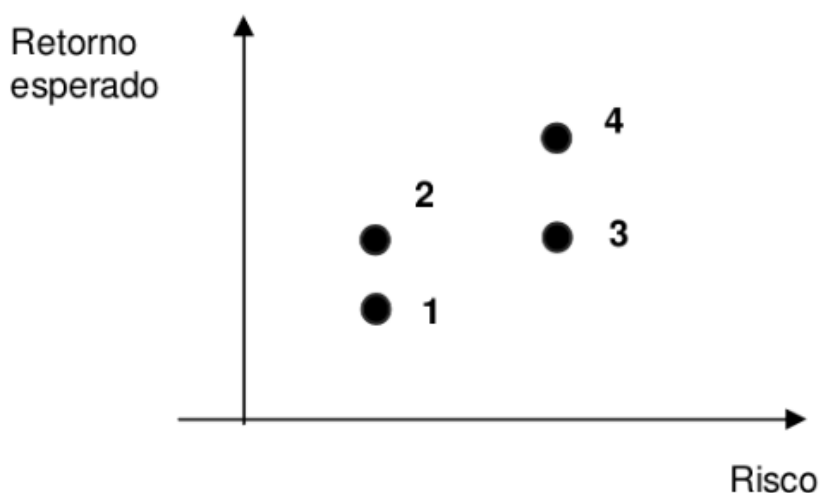
Os dois tipos de risco são descritos na figura 1. Quanto maior o número de ativos, a tendência é diminuir o risco não-sistemático e portanto, o risco total da carteira. O risco também pode ser atenuado através da composição de ativos que tenham correlação negativa, ou seja, tenham uma interdependência e variem de maneira oposta.

5.4 Princípio da dominância

A teoria da carteira de Markowitz trata de um princípio essencial para tratar da relação risco-retorno entre diferentes ativos. O princípio da dominância afirma que um investidor que age de forma racional deve, diante um mesmo nível de risco, sempre optar por um investimento que gere o maior retorno esperado. De forma análoga, também deve optar por um ativo de menor risco para o mesmo retorno esperado.

No figura 2, o risco é medido no eixo horizontal e o retorno é medido no eixo vertical. Os ativos 1 e 2 possuem o mesmo nível de risco, porém o ativo 2 possui um retorno esperado maior. De acordo com o Princípio da Dominância, o ativo 2 domina o ativo 1. Os ativos 3 e 4 estão associados ao mesmo nível de risco, porém o ativo 4 possui um retorno esperado mais elevado. Assim, o ativo 4 domina o ativo 3. Por fim, possuem o mesmo retorno esperado os ativos 2 e 3, então o ativo de menor risco, no caso o ativo 2 domina o ativo 3.

Figura 2 - Relação Risco e Retorno Esperado



Fonte: www.wprates.com- Prates: Waldemir Ribeiro

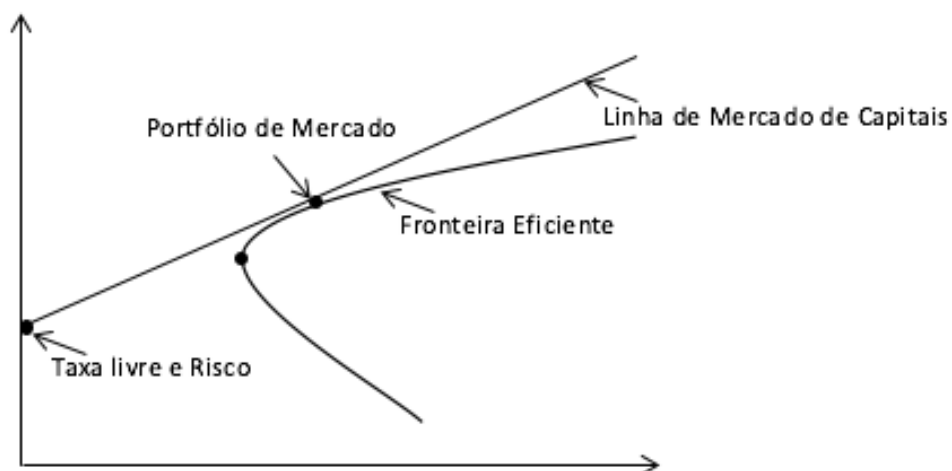
Para o cálculo de uma carteira eficiente, é necessário primeiro representar a curva gerada representando os portfólios gerados com o retorno esperado. Pelo princípio da dominância, o portfólio encontrado que possua determinado risco (desvio- padrão) com o maior retorno esperado domina um portfólio com o mesmo desvio-padrão e um retorno esperado menor. Na figura, o segmento entre os pontos B e C representam portfólios ineficientes, já que possuem maior risco associado a menores retornos esperados que outros portfólios.

5.5 Carteira de mínima variância

A Carteira de Mínima Variância (CMV) é a representação dos pontos no gráfico que apresentam as menores variâncias, e consequente, os menores riscos associados a cada retorno esperado dos portfólios. A CMV é encontrada a partir do cálculo de todas as combinações possíveis de carteiras. A partir do princípio da Dominância aplicado nas menores variâncias encontradas, é possível fazer o cálculo das menores variâncias, ou seja, encontrar os menores riscos associados a cada portfólio.

Seguindo o princípio da Dominância, é possível encontrar portfólios com o mesmo risco (desvio-padrão) e retornos diferentes. Desta forma, os portfólios com maior retorno esperado dominam aqueles com mesmo risco e menor retorno esperado. Traçando estes pontos, é possível encontrar a Carteira de Mínima Variância. Ao aplicarmos o princípio da dominância para todas as combinações possíveis de carteiras, chegamos a um dos pontos principais da teoria do portfólio de Markowitz: a “Carteira de Mínima Variância” (CMV), representada pela Fronteira Eficiente, conforme apresentado na Figura 3. Este portfólio será o de menor desvio-padrão dentre todas as combinações possíveis.

Figura 3 - Fronteira Eficiente



Fonte: <http://blogdocastellano.com.br> – Castellano:Murilo

5.6 Fronteira Eficiente

A partir da CMV, se fizermos um ponto em todas as combinações de ativos que possuem o menor nível de risco (desvio-padrão) para qualquer retorno superior ao da CMV, obteremos a “fronteira eficiente de Markowitz”.

A linha denominada Fronteira Eficiente vai propor para os investidores sempre a melhor relação possível entre retorno e risco, indicando qual o ponto ótimo da carteira do retorno esperado em relação ao risco a ser tomado, de acordo com a disposição de risco de cada investidor.

6 METODOLOGIA

Neste capítulo são demonstrados os testes empíricos realizados na otimização através da Teoria da Carteira de Markowitz. Com o auxílio de ferramentas computacionais, foram feitas simulações de portfólios de ativos formando uma carteira para serem analisados quantitativamente. Buscou-se analisar a relação entre risco e retorno dos ativos, elaboradas a partir do uso de dados históricos dos respectivos retornos anuais. Os dados foram retirados do histórico de cotações do site Fundamentus. Os ativos escolhidos foram 40 ações de empresas listadas na B3, a bolsa de valores brasileira.

Foram simulados 4 portfólios. Dois portfólios com 10 ações e outros dois portfólios com 20 ações. Os dados utilizados foram as rentabilidades anuais das companhias entre 2014 e 2018. Foram escolhidas empresas de setores econômicos variados, a fim de se montar uma carteira diversificada. Todas elas compõem o índice Ibovespa, dado que possuem certa maturidade e relevância nas negociações na bolsa.

6.1 Metodologia computacional

Utilizou-se o Excel através do suplemento Solver para realizar o estudo. O objetivo é construir um portfólio minimizando sua variância (medida do risco), dado um retorno esperado dos ativos. O risco é medido através de uma matriz de covariância calculada na relação entre diversos ativos.

A metodologia segue um princípio semelhante aos casos de resolução de problema de Pesquisa Operacional. Existe uma função objetivo, que é uma função a ser otimizada, através da maximização ou minimização. Na construção do portfólio, a função objetivo é a minimização da variância total da carteira, já que a variância mede o risco. Na resolução são adotadas as restrições. Na otimização da carteira foram adotadas duas restrições. Uma restrição é que a soma dos pesos das ações deve ser 100%. Ou seja, exclui-se a possibilidade de alavancagem ou de venda a descoberto das ações. A outra restrição é o cálculo do retorno esperado da carteira. Este retorno desejado está diretamente ligado ao risco (variância) que se deseja

obter na carteira.

Por fim, é preciso definir no programa as células alteráveis (alternativas). Na resolução, as células passíveis de alteração formam os pesos de cada ação no portfólio, que poderiam assumir valores entre 0% e 100%. Excluiu-se a possibilidade de alocação negativa dos ativos, que é a posição vendida quando se aposta na queda de valor de um ativo.

Foi construída uma matriz de covariância a partir do cálculo covariância dos ativos, que por sua vez, são construídos a partir dos retornos históricos obtidos. A covariância mede o grau de interdependência entre duas variáveis. No portfólio a covariância é usada para calcular os efeitos da variância da carteira através dos retornos históricos de cada ativo. Assim, é uma medida importante na definição da porcentagem de cada ativo na composição do portfólio total. Para cada portfólio construído, foi elaborada uma matriz de covariância relacionando as ações da carteira. As quatro matrizes elaboradas estão apresentadas no apêndice do trabalho.

7 CONSTRUÇÃO DAS CARTEIRAS

A fim de aplicar os conceitos da Teoria de Markowitz, foram construídos diferentes portfólios para analisar a relação entre risco e retorno de seus ativos. Foram elaborados quatro portfólios com 10 e 20 ativos para analisar a ideia proposta por Markowitz de que a diversificação levaria a uma diminuição do risco da carteira. A adoção de empresas de diferentes setores deve-se a tentativa de diminuição do risco não-sistemático, que é o risco ligado às companhias e os diversos setores de atuação.

O retorno esperado dos ativos escolhidos foi elaborado a partir das informações do histórico de retorno das ações.. Os retornos são de periodicidade anual. Os dados são de 2014 a 2018. Os dados encontram-se no apêndice do trabalho. Foram construídas tabelas com as empresas e os anos, seguidas pelas rentabilidades passadas. A identificação das empresas escolhidas é feita pelo nome da empresa e o ticker de negociação na B3, a bolsa de valores brasileira. Foram criados os portfólios 1,2,3 e 4. Segue a composição de cada portfólio:

Portfólio 1

Ticker	Empresa
ABEV3	Ambev
EMBR3	Embraer
PETR4	Petrobras
RADL3	Raia Drogasil
VALE3	Vale
B3SA3	B3
JBSS3	JBS
RENT3	Localiza
SBSP3	SABESP
KROT3	Kroton

Fonte: Elaboração Própria

Portfólio 2

Ticker	Empresa
ITUB4	Itaú
BRKM5	Braskem
SUZB5	Suzano
GGBR4	Gerdau
ELET3	Eletrobras
LREN3	Renner
BRFS3	BRF
VVAR3	Via Varejo
CCRO3	CCR
NATU3	Natura

Fonte: Elaboração Própria

Portfólio 3

Ticker	Empresa
ABEV3	Ambev
EMBR3	Embraer
PETR4	Petrobras
RADL3	Raia Drogasil
VALE3	Vale
B3SA3	B3
JBSS3	JBS
RENT3	Localiza
SBSP3	SABESP
KROT3	Kroton
BBDC3	Bradesco
USIM5	Usiminas
MGLU3	Magazine Luiza
WEGE3	WEG
LAME4	Lojas Americanas
CMIG4	Cemig
BRML3	BR Malls
KLBN11	KLABIN
QUAL3	Qualicorp
CVCB3	CVC

Fonte: Elaboração Própria

Portfólio 4

Ticker	Empresa
ITUB4	Itaú
BRKM5	Braskem
SUZB5	Suzano
GGBR4	Gerdau
ELET3	Eletrobras
LREN3	Renner
BRFS3	BRF
VVAR3	Via Varejo
CCRO3	CCR
NATU3	Natura
BBAS3	Banco do Brasil
VIVT4	Vivo
UGPA3	Ultrapar
GOLL4	Gol
PCAR4	Pão de Açúcar
EGIE3	Engie Brasil
GOAU4	Iguatemi
CSAN3	Cosan
FLRY3	Fleury
CYRE3	Cyrela

Fonte: Elaboração Própria

7.1 Carteiras com 10 ativos

Foram elaborados dois portfólios com 10 ativos cada, denominados portfólios 1 e 2. Em ambos os portfólios foi esperado um retorno de 20,00%. A variância calculada da carteira do portfólio 1 foi de 0,27%, enquanto que a variância da carteira do portfólio 2 foi de 0,70%. A composição da carteira ficou concentrada em ativos que possuíam retorno histórico próximo ao retorno esperado. Os ativos com retornos distantes da média tiveram sua composição pequena ou nula. Desta forma, a variância da carteira foi pequena.

Alocação ótima Portfólio 1

ABEV3	0,00%
EMBR3	11,92%
PETR4	0,00%
RADL3	10,38%
VALE3	0,00%
B3SA3	42,67%
JBSS3	32,13%
RENT3	2,89%
SBSP3	0,00%
KROT3	0,00%
Total	100,00%

Fonte: Elaboração Própria

Alocação ótima Portfólio 2

ITUB4	29,01%
BRKM5	33,21%
SUZB5	0,00%
GGBR4	0,00%
ELET3	0,00%
LREN3	15,95%
BRFS3	18,62%
VVAR3	0,00%
CCRO3	0,00%
NATU3	3,21%
Total	100,00%

Fonte: Elaboração Própria

7.2 Carteiras com 20 ativos

Foram elaborados dois portfólios com 20 ativos cada, denominados portfólios 3 e 4. Em ambos os portfólios foi esperado um retorno de 30,00%. A variância calculada da carteira do portfólio 3 foi de 13,27%, enquanto que a variância da carteira do portfólio 4 foi de 23,38%.

Foi comprovada a tese de que a busca por maior retorno implica em maior risco, dado que se obteve uma variância maior. Outra observação importante é a diferença que a escolha dos ativos pode fazer na composição de um portfólio, dado que o portfólio 3 tem menor variância que o portfólio 4, ambos com o mesmo retorno esperado.

Alocação ótima Portfólio 3

ABEV3	2,02%
EMBR3	2,46%
PETR4	3,54%
RADL3	5,04%
VALE3	3,80%
B3SA3	3,96%
JBSS3	2,54%
RENT3	4,50%
SBSP3	2,65%
KROT3	2,85%
BBDC3	3,32%
USIM5	4,48%
MGLU3	0,45%
WEGE3	3,31%
LAME4	3,04%
CMIG4	3,74%
BRML3	2,37%
KLBN11	2,93%
QUAL3	2,50%
CVCB3	40,51%
Total	100,00%

Fonte: Elaboração Própria

Alocação ótima Portfólio 4

ITUB4	2,68%
BRKM5	3,64%
EQTL3	6,31%
GGBR4	6,42%
ELET3	12,24%
LREN3	8,27%
BRFS3	1,08%
VVAR3	8,59%
CCRO3	1,73%
NATU3	2,78%
BBAS3	5,50%
VIVT4	4,11%
UGPA3	0,44%
GOLL4	10,26%
PCAR4	2,42%
EGIE3	3,65%
GOAU4	3,03%
CSAN3	2,65%
FLRY3	4,16%
CYRE3	10,04%
Total	100,00%

Fonte: Elaboração Própria

7.3 Comparação das carteiras

Na carteira com 20 ações, pode-se perceber que houve uma maior diversificação na ponderação dos ativos da carteira. Enquanto no portfólio com 10 ativos houve ações que foram ponderadas com composição 0%, ou seja, que não deveriam fazer parte da carteira, o que mostrou uma certa concentração dos ativos, principalmente em ações que tiveram retorno histórico próximo ao retorno esperado da carteira. Desta forma, a composição da carteira foi influenciada por ações cuja média do retorno histórico é parecida com o retorno esperado. Isto fez com que a

variância da carteira fosse pequena .

O retorno esperado de 20% é muito mais conservador que um retorno esperado de 30%. Assim, a variância do portfólio com maior retorno esperado é maior. Portanto, é possível atestar a relação direta entre risco, medido pela variância e retorno esperado.

8 CONCLUSÃO

A teoria de Markowitz, através da otimização da relação risco-retorno com o uso de métodos estatístico-matemáticos é interessante para proteger a carteira de grandes oscilações. Na gestão de fundos esta segurança pode ser um grande diferencial na rentabilidade de um fundo em momentos de estresse no mercado. O risco sistemático está presente em qualquer portfólio, porém a escolha dos ativos pode ser um diferencial no risco não-sistemático. Nas simulações realizadas, ficou perceptível a maior diversificação e seu impacto na busca por um retorno maior.

Do ponto de vista dos investimentos, mostra que um investidor em busca de retornos conservadores pode montar uma carteira com poucos ativos ou até buscar alternativas de gestão passiva dos investimentos. Já um investidor em busca de retornos agressivos, deve buscar a composição de uma carteira com diversificação através de uma gestão ativa dos investimentos.

É importante ressaltar que as simulações de portfólio foram construídas a partir de ativos das ações das empresas listadas na bolsa de valores brasileira com dados históricos de 60 meses. A utilização de outras classes de ativos e prazos diferentes pode resultar em diferentes conclusões.

REFERÊNCIAS

ALMONACID, G. A. 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).

Fundamentus. Histórico de cotações. Disponível em:
<<http://fundamentus.com.br>>. Acesso em: 28.Out. 2019.

NETO, A. Mercado Financeiro. São Paulo: Atlas, 2008.

ROSS, Stephen A. et al. Fundamentos de Administração Financeira. [Tradução: Leonardo Zilio, Rafaela Guimarães Barbosa]. – 9. ed. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre: AMGH, 2013.

MARKOWITZ, Harry M. Portfolio selection. Journal of Finance, n. 1, v. 7, p.77-91. Mar. 1952.

FREITAS, E. T. Abordagem robusta aplicada ao problema de seleção de portfólio. Monografia. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2009.

APÊNDICE B – Retornos históricos ações 2014-2018

	ABEV3	EMBR3	PETR4	RADL3	VALE3	B3SA3	JBSS3	RENT3	SBSP3	KROT3
2014	-1,42%	27,36%	-36,30%	67,32%	-33,10%	-3,53%	31,49%	9,92%	-31,93%	66,23%
2015	12,07%	23,54%	-32,99%	40,03%	-37,59%	17,81%	11,45%	-29,79%	13,16%	-37,82%
2016	-4,96%	-46,72%	121,18%	73,96%	98,26%	55,26%	-3,25%	41,50%	53,43%	44,07%
2017	33,10%	27,14%	8,31%	51,17%	62,56%	40,49%	-13,63%	105,39%	23,08%	41,81%
2018	-25,59%	8,89%	45,90%	-37,25%	31,11%	20,79%	18,75%	36,11%	-5,95%	-50,09%

	ITUB4	BRKM5	EQTL3	GGBR4	ELET3	LREN3	BRFS3	VVAR3	CCRO3	NATU3
2014	23,79%	-10,93%	22,77%	-47,32%	10,76%	31,37%	31,78%	-6,47%	-7,61%	-16,88%
2015	-12,90%	66,14%	26,51%	-49,72%	-0,71%	13,04%	-11,42%	-77,85%	-15,37%	-21,84%
2016	49,07%	37,82%	62,21%	132,88%	295,73%	38,28%	-10,76%	148,61%	33,52%	0,44%
2017	29,61%	28,76%	21,92%	15,18%	-15,20%	70,91%	-24,15%	121,23%	4,77%	45,13%
2018	32,43%	15,28%	15,52%	22,33%	25,29%	20,89%	-40,08%	-44,57%	-26,84%	37,50%

	BBDC3	USIM5	MGLU3	WEGE3	LAME4	CMIG4	BRML3	KLBN11	QUAL3	CVCB3
2014	10,90%	-62,34%	9,52%	33,01%	40,58%	17,74%	-1,00%	28,93%	21,96%	0,43%
2015	-25,27%	-69,09%	-70,65%	-1,65%	12,56%	-51,81%	-30,33%	64,41%	-43,38%	-8,59%
2016	62,98%	169,80%	503,70%	6,26%	5,64%	40,69%	39,62%	-22,24%	51,51%	83,66%
2017	24,73%	121,89%	510,43%	58,22%	0,47%	-5,63%	23,28%	2,84%	69,27%	106,83%
2018	19,32%	1,79%	126,33%	-3,84%	16,01%	116,61%	3,37%	-4,91%	-56,90%	27,11%

	BBAS3	VIVT4	UGPA3	GOLL4	PCAR4	EGIE3	GOAU4	CSAN3	FLRY3	CYRE3
2014	4,85%	10,07%	-2,98%	49,85%	-4,32%	-2,94%	-50,59%	-13,61%	-4,03%	-18,59%
2015	-32,35%	-18,18%	20,30%	-83,40%	-57,23%	2,36%	-85,10%	-9,96%	-1,59%	-29,87%
2016	98,29%	28,03%	15,92%	83,33%	30,80%	7,07%	192,95%	62,40%	137,94%	40,59%
2017	16,35%	16,83%	12,38%	216,02%	44,67%	9,32%	21,01%	11,62%	68,91%	29,75%
2018	51,40%	3,38%	-27,28%	71,92%	4,16%	29,99%	23,15%	-17,07%	-30,99%	26,57%