



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
HUMBERTO MARCUS LEÃO SETTE

**OURO, IBOVESPA E CRIPTOATIVO:
PROPOSTA DE CARTEIRA SEGUNDO MARKOWITZ**

Belo Horizonte - MG

2018

HUMBERTO MARCUS LEÃO SETTE

**OURO, IBOVESPA E CRIPTOATIVO:
PROPOSTA DE CARTEIRA SEGUNDO MARKOWITZ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Matemática - Bacharelado da Universidade do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Matemática.

Orientador: Prof. Claudio Alvim Zanini Pinter

Belo Horizonte - MG

2018

HUMBERTO MARCUS LEÃO SETTE

**OURO, IBOVESPA E CRIPTOATIVO:
PROPOSTA DE CARTEIRA SEGUNDO MARKOWITZ**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel em Matemática e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Matemática da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, (dia) de (mês) de (ano da defesa).

Prof. Claudio Alvim Zanini Pinter, Dr. (orientador)
Universidade do Sul de Santa Catarina

Profa. Diva Marília Flemming, Dra.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. José Humberto Dias de Tolêdo, MSc.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico esse trabalho a todos que, de alguma forma - qualquer forma, indistintamente - fizeram ou fazem parte do meu dia a dia... compomos todos uma infinita teia de conexões, impossível nomear seus componentes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família - avó Antônia, meu pai e minha mãe que já se foram – irmãs e irmãos, sobrinhos e sobrinhas, minha companheira Janaina; a todos os Professores que me acompanharam nessa jornada, em especial à Coordenadora do curso, Profa. Diva Fleming e ao Professor Cláudio Pinter pela orientação nesse trabalho; e a todos os demais que foram unindo-se a mim ao longo de minha jornada, os que permanecem e os que já não estão mais ao meu lado; e a todos que ainda estão por vir.

“Por que cometer erros antigos, se há tantos erros novos para cometer?”

(Bertrand Russel)

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo implementar a Teoria de Carteiras de Markowitz numa combinação de ativos tradicionais – ouro e mercado de ações - com outro do mercado de criptoativos, um mercado em maturação e de aceitação ainda controversa, mas já em pleno funcionamento e alvo de crescente interesse tanto de agentes individuais quanto institucionais. Por sua natureza recente e ainda não bem compreendida pelo público investidor, busca-se verificar a adequação da incorporação de criptoativos em carteiras de investimentos tradicionais e o uso de ferramenta analítica consagrada ao tratamento dos riscos inerentes, de tal forma que se defina o grau aceitável de exposição a esses ativos em níveis de minimização de riscos, sem prejuízo do máximo retorno possível. É uma pesquisa quantitativa, com base em dados de retornos diários dos ativos no período de 01 de julho de 2016 a 30 de junho de 2017, colocando-se a carteira obtida à prova no período imediatamente subsequente, de 03 de julho de 2017 a 03 de julho de 2018, cujos resultados são comparados com aplicação em Caderneta de Poupança, Taxa Selic e aplicação em carteira com os mesmos ativos em esquema de distribuição igualitária, atestando a validade do modelo na minimização de riscos com retornos otimizados. Recomenda-se novas pesquisas através da Escola Gráfica ou Técnica, e Índice Sharpe para facilitar a tomada de decisão pelo investidor.

Palavras-chave: Investimento, diversificação, Markowitz, portfólio, Carteira Eficiente, ouro, Ibovespa, criptoativos, criptomoedas, *bitcoin*.

ABSTRACT

This paper has the objective of leveraging Markowitz's Portfolio Theory in order to design a diversified investment portfolio that contains both traditional assets, such as stocks and gold, as well as alternative assets such as cryptocurrencies. Although the cryptocurrency market hasn't achieved maturity and across the board acceptance yet, it is in continuous development and gaining increased interest and attention from both retail (individual) and institutional investors. Thus, due to the nascent and not fully comprehend nature of the cryptocurrency market, the current paper aims to verify the adequacy of adding cryptocurrency to a portfolio of traditional assets, relying on modern portfolio theory(Markowitz) tools of investment analysis in order to measure and quantify the inherent risks and appropriate asset allocation to achieve optimum risk/return results. It is a quantitative survey, based on data of daily returns of the assets in the period from July 1, 2016 to June 30, 2017, placing the portfolio obtained to the test in the immediately following period, from July 3, 2017 to 03 of July 2018, the results of which are compared to the application in Savings Account, Selic Rate and portfolio application with the same assets in an equal distribution scheme, attesting to the validity of the model in minimizing risks with optimized returns. Further research is recommended through the Technical Analysis and Sharpe Index to facilitate decision making by the investor.

Keywords: Investment, diversification, Markowitz, portfolio, Efficient portfolio, gold, Ibovespa, cryptoactive, crypto-coins, bitcoin.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Correlação positiva (ou direta).....	29
Figura 2: Correlação negativa.....	29
Figura 3: Curva de indiferença	31
Figura 4: Correlação +1	34
Figura 5: Correlação -1	35
Figura 6: Correlação entre +1 e -1.....	35
Figura 7: Preços de fechamento (US\$) e Retornos logarítmicos - 01/07/2016 a 30/06/2017	49
Figura 8: Cotações e retornos logarítmicos diários - 01/07/2016 a 30/06/2017...	51
Figura 9: Esquema para resolução "Solver"	56
Figura 10: Parâmetros "Solver"	57

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Desempenho (%) das aplicações financeiras: jan/dez 2017	16
Gráfico 2: Variação Mensal (%) – Ibovespa e BOVA11 (jun/2009 a dez/2017) .	38
Gráfico 3: Cotação OZ1D – jul/2003 a fev/2018	40
Gráfico 4: <i>Market cap</i> de criptoativos e Volume diário de negócios	44
Gráfico 5: Evolução do <i>bitcoin</i> (US\$) – 03/jul/2017 a 28/jun/2018.....	45
Gráfico 6: Proporção BTC = 1,0%	54
Gráfico 7: Proporção BTC = 5,0%	54
Gráfico 8: Proporção BTC = 10,0%	55
Gráfico 9: Proporção BTC = 15,0%	55
Gráfico 10: Fronteira Eficiente: BTC - BOVA11 - OZ1D	58
Gráfico 11: Retornos dos ativos no período de 03/julho/2017 a 03/julho/2018...	61
Gráfico 12: Taxas nominais: 03/julho/2017 a 03/julho/2018	65
Gráfico 13: Taxas reais: 03/julho/2017 a 03/julho/2018	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tabela de Criptoativos.....	42
Tabela 2: Criptoativos c/ maior Market cap - 01/julho/2016 a 30/junho/2017	49
Tabela 3: Volatilidade (v)	50
Tabela 4: Retorno Esperado.....	52
Tabela 5: Matriz de Covariância.....	52
Tabela 6: Simulação de % de investimentos	53
Tabela 7: Carteira Eficiente: BTC - BOVA11 - OZ1D.....	57
Tabela 8: Períodos: Modelo Markowitz	59
Tabela 9: Carteira teórica: BTC - BOVA11 - OZ1D.....	59
Tabela 10: Venda da “carteira teórica”	60
Tabela 11: “Carteira teórica” c/ distribuição igualitária	62
Tabela 12: Venda da “carteira teórica” c/ distribuição igualitária.....	62
Tabela 13: Aplicação em Caderneta de Poupança.....	63
Tabela 14: Correção de valor pela Taxa Selic	64
Tabela 15: Média, Variância e Desvio-padrão dos Retornos	66

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 TEMA E DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	14
1.2 PROBLEMATIZAÇÃO	14
1.3 JUSTIFICATIVAS	15
1.4 OBJETIVOS	17
1.4.1 Objetivo Geral.....	17
1.4.2 Objetivos Específicos	17
1.5 VARIÁVEIS	18
1.6 TIPO DE PESQUISA	18
1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	20
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	21
2.1 CARTEIRAS DE INVESTIMENTO	21
2.1.1 Risco sistemático e risco diversificável.....	21
2.1.2 Risco, retorno e volatilidade.....	23
2.1.3 Variância, Desvio padrão e Coeficiente de Variação.....	24
2.1.4 Covariância e correlação	28
2.2 SELEÇÃO DE CARTEIRAS	30
2.2.1 Diversificação de investimentos e teoria de Markowitz	30
2.2.2 Fronteira eficiente e carteira de mínima variância.....	34
2.3 APLICAÇÕES.....	36
2.3.1 Ibovespa	36
2.3.2 Ouro	39
2.3.3 Criptoativos	40
2.3.4 Taxa Selic	45
2.3.5 Caderneta de Poupança.....	46
3 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	48
3.1 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS	48
3.1.1 Definição do criptoativo para composição da carteira	48
3.1.2 Elaboração do Modelo.....	51
3.1.3 Aplicação do modelo	58

3.1.4 Comparativos: Distribuição igualitária, Poupança e Taxa Selic.....	61
3.1.4.1 Distribuição igualitária.....	62
3.1.4.2 Caderneta de Poupança	63
3.1.4.3 Taxa Selic.....	64
3.1.4.4 Resultados consolidados	64
4 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
REFERÊNCIAS.....	69
ANEXOS.....	72
ANEXO A – COTAÇÕES BTC, BOVA11 E OZ1D	73

1 INTRODUÇÃO

O objetivo deste estudo é encontrar, segundo a Teoria de Markowitz, uma proporção ideal de investimentos entre o ativo, baseado na evolução do valor do ouro, aplicação no Mercado de Ações - mais especificamente baseado na evolução do IBOVESPA - e aplicação em um criptoativo. Este será definido entre os quatro maiores “*market cap*”¹ que apresente menor volatilidade no período considerado.

A motivação para a pesquisa advém da importância, cada vez maior, dos investidores buscarem segurança e rentabilidade em suas aplicações. Soma-se a isto a atual diversidade de formas de investimento como alternativa ao conservadorismo das aplicações tradicionais, como a Caderneta de Poupança por exemplo, que perdeu atratividade nos últimos tempos. Objetiva-se, também, pela inclusão de um “ativo” ainda controverso e em processo de maturação, no caso do mercado de criptoativos, verificar a sua adequação a tratamento por métodos já consagrados e, em caso positivo, buscar ganhos de oportunidade.

A busca pela melhor alternativa, em todas as circunstâncias, é algo inerente ao ser humano, em suas mais diversas atividades. E no âmbito dos investimentos financeiros, não seria diferente. Por esse motivo, é legítimo se ter como certo que “toda decisão de investimento deve ter como objetivo a construção de um portfólio eficiente, oferecendo, para um certo nível de risco, o maior retorno possível, ou o menor risco para um mesmo patamar de retorno” (ASSAF NETO, 2015, p. 292).

Entre as ferramentas para otimizar as aplicações, ressalta-se a diversificação dos ativos, ou seja, a formação de uma carteira de investimentos composta por mais de um tipo de ativo. A Moderna Teoria de Carteiras, inaugurada pelo artigo *Portfolio Selection*, de H. Markowitz, publicado em 1952, discute a questão, e comprova do ponto de vista matemático e estatístico a eficiência da diversificação na redução de risco de uma carteira em relação a investimentos nos ativos, isoladamente. Em seu artigo, Markowitz (1952), já na introdução, esclarece que parte do pressuposto de que o investidor busca, ou pelo menos, assim se espera,

¹ *Market cap*: abreviatura do inglês *Market Capitalization*, ou em tradução livre Capitalização de Mercado. No mercado acionário dá a medida do valor total de todas as ações em circulação de uma companhia, ao se multiplicar o número de ações em circulação pelo preço atual de mercado de cada ação. Por analogia, foi adotado pelo mercado de criptomoedas como forma de medir a solidez de seus diferentes “ativos”.

agir racionalmente e conseguir o máximo de retorno possível ao investir suas economias no mercado financeiro, sob níveis de risco razoáveis; e então trata de sistematizar a conquista do objetivo em bases científicas sólidas. Há que se registrar que Harry M. Markowitz foi agraciado décadas depois, em 1990, com o Prêmio Nobel de Ciências Econômicas em reconhecimento pelo desenvolvimento da teoria da escolha de portfólio, iniciada pelo artigo supracitado, bem como por desenvolvimentos de forma mais profunda no livro “*Portfolio Selection: Efficient Diversification*” (1959).

Este trabalho objetiva aplicar o modelo de Markowitz de otimização de carteiras sobre um conjunto de três ativos, de diferentes naturezas. O que se busca é demonstrar que a metodologia desenvolvida por Markowitz em meados do século XX para a seleção de portfólio mantém-se com uma alternativa plausível e acessível para uma distribuição de ativos que permita ao investidor definir uma carteira de menor risco com o retorno otimizado.

1.1 TEMA E DELIMITAÇÃO DO TEMA

O ativo ouro, representado por aplicação em fundo de investimento nele baseado, como parte de uma carteira de investimentos saudável e rentável nos médio e longo prazos, em composição com aplicação do mercado acionário, no caso em fundo de índice, e com um criptoativo, com base na Teoria das Carteiras de Markowitz.

1.2 PROBLEMATIZAÇÃO

Ao longo de toda história da civilização humana, o ouro tem sido um metal muito valorizado, e uma maneira segura de manter-se reserva financeira protegida do processo inflacionário. Nos tempos modernos, não há nem a necessidade de se manter a guarda física do precioso metal, uma vez que é possível obtê-lo junto a empresas financeiras na forma de títulos representativos de investimento em ouro com grau de segurança bastante satisfatório. O que se pretende aqui é observar como se dá a valorização deste metal ao longo do tempo, bem como

dimensionar a participação de investimento no metal dentro de uma carteira de investimentos composta com investimento no mercado de ações; e ainda em composição com um criptoativo, que é um mercado ainda em maturação, controverso, e com grande potencial de crescimento, a despeito dos riscos envolvidos, o que é natural em tecnologias disruptivas.

Em razão da relevância do tema na área de Mercado de Capitais, este trabalho propõe-se a responder: Qual a proporção ideal de investimentos de três ativos, utilizando-se do Modelo de Markowitz? E uma vez definidas essas proporções, confrontar uma carteira de investimentos baseada nelas com outras formas de investimento: a) uma carteira em que o capital investido seja distribuído em proporções iguais, b) Caderneta de Poupança, e c) aplicação baseada na Taxa Selic.

1.3 JUSTIFICATIVAS

É cada dia mais importante a organização das finanças pessoais em busca de proteção patrimonial e garantia de ganhos reais através de investimentos financeiros a longo prazo. Como observado por Bruni (2013, p. 30),

o valor do dinheiro no tempo relaciona-se à ideia de que, ao longo do tempo, o valor do dinheiro muda, quer em função de ter-se a oportunidade de aplicá-lo, obtendo-se, assim, uma remuneração (juros) sobre a quantia envolvida, quer em função de sua desvalorização devido à inflação, quer em função dos riscos corridos e das possibilidades de perda.

Dentre os princípios que devem nortear um bom planejamento está o da diversificação em busca de se obter uma relação entre riscos e retornos otimizada, uma vez que com dois ou mais ativos numa carteira de investimentos, analisando-se a série histórica dos retornos observamos que “os picos de uma série podem ser compensados pelos vales de outra série e vice-versa. A consequência é simples: a diversificação de investimentos reduz a variabilidade ou risco de uma carteira [...]” (BRUNI, 2013, p. 422)

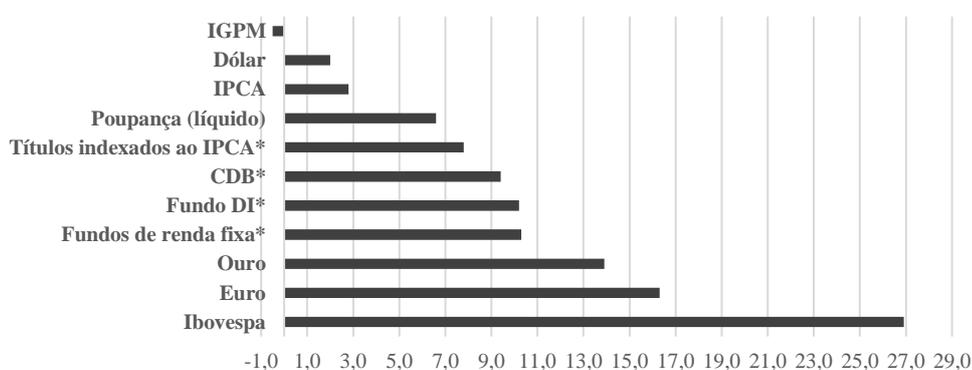
A Teoria do Portfolio de Markowitz surge como a ferramenta de escolha para estabelecer a diversificação na construção de uma carteira de investimentos de modo racional, conseguindo-se a minimização do risco em níveis otimizados de retorno. Segundo Damodaran

(2009, p. 82), a essência do pensamento de Markowitz foi demonstrar que é possível obter-se uma associação de ativos cujo risco combinado é menor do que cada um individualmente, sem perda de retorno, baseando-se na quantificação da covariância e correlação entre eles.

Na construção de uma carteira, é adequado que parte razoável do patrimônio financeiro esteja abrigada em investimento de maior solidez. Justifica-se, desta forma, a opção pelo ouro, que pode ser interpretada como uma reserva de segurança; uma segunda parcela deve ser carregada para investimentos de maior risco, e portanto, chances de maior retorno, o que justifica a composição com o mercado acionário; e por fim, há de se buscar mercados de oportunidades elevadas, com, no entanto, alta volatilidade e riscos, optando-se no caso pelo mercado de criptoativos. No caso desse último, a título de ilustração, tomando-se como período de referência o ano de 2017 o *bitcoin* – referência mais conhecida entre as criptomoedas - ficou apenas na 14ª. posição entres as criptomoedas mais valorizadas, e ainda assim acumulou variação de 1.318%, apesar de que estas valorizações em patamares elevados devem ser relativizadas face à alta volatilidade que impera nesse mercado.

Em relação às aplicações já consagradas, no ano de 2017, de janeiro a dezembro, o IBOVESPA – principal indicador que mede o desempenho do mercado acionário brasileiro - acumulou uma valorização de 26,86%, e o Ouro de 13,6%; ressalta-se que no caso do Ouro, a valorização ultrapassou o rendimento de investimentos consagrados no mercado, como Fundos de Renda Fixa e Fundos DI (Depósitos Interbancários); no mesmo período, a Poupança ficou apenas em 6,61% em termos líquidos. Já o IPCA – Índice de Preços ao Consumidor Amplo - que reflete o custo de vida de famílias com renda mensal de 1 a 40 salários mínimos limitou-se a 2,79%.

Gráfico 1: Desempenho (%) das aplicações financeiras: jan/dez 2017



Fonte: Elaborado pelo autor. Adaptado de G1-Economia (2017)

O **Gráfico 1** demonstra também uma grande variabilidade dos valores dos retornos, o que reforça a necessidade de conhecimento das ferramentas que propiciem análises abalizadas de modo a se conseguir os melhores retornos possíveis. O descuido nesse aspecto pode significar perdas significativas e irreversíveis do patrimônio financeiro.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Comparar o resultado de uma carteira de investimentos composta por ativo baseado na valorização do ouro, ativo baseado no desempenho do Ibovespa e criptoativo a partir da teoria de Markowitz, confrontando com a distribuição igualitária, taxa Selic e Caderneta de Poupança.

1.4.2 Objetivos Específicos

- a) Revisar a literatura sobre o tema;
- b) Coletar os dados de retornos dos ativos correspondentes ao ouro, Ibovespa e criptoativo do período de 01/julho/2016 a 30/junho/2017;
- c) Elaborar a “carteira teórica” de acordo com a Teoria de Markowitz, com base nos desempenhos observados no período de 01/julho/2016 a 30/junho/2017;
- d) Simular o investimento da carteira obtida pelo Modelo de Markowitz no período de 01/julho/2017 a 30/junho/2018, com venda no dia 03/julho/2017;
- e) Confrontar o resultado com a distribuição igualitária, Caderneta de Poupança e Taxa Selic;
- f) Publicar os resultados obtidos;

- g) Apresentar sugestões de novos trabalhos que possam superar as limitações do tema da pesquisa.

1.5 VARIÁVEIS

As variáveis que serão trabalhadas são valores de ativos financeiros, todos considerados dentro de uma série temporal:

- a) Rentabilidade de ativo baseado na commodity ouro;
- b) rentabilidade de ativo baseado na evolução do Ibovespa;
- c) rentabilidade dos quatro criptoativos de maior aceitação no respectivo mercado, para seleção daquele que apresentar menor volatilidade no período utilizado para definição da carteira (01/julho/2016 a 30/junho/2017).

O que se pretende é demonstrar a plausibilidade do uso da Teoria das Carteiras de Markowitz como ferramenta adequada para criação de uma carteira de investimentos que otimize retornos com minimização de riscos.

1.6 TIPO DE PESQUISA

A pesquisa é quantitativa, em que variáveis numéricas econômico-financeiras são tratadas em busca de analisar-se a relação estatística entre as mesmas e a obtenção de conclusões. Nesse tipo de trabalho, a essência está na característica das variáveis de poderem ser quantificáveis, “o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer uso de recursos e de técnicas estatísticas (percentagem, média, moda, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, etc.)”.(PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 69). Ainda, considerando Prodanov e Freitas (2013, p. 51), tem o caráter, por sua natureza, de pesquisa aplicada, uma vez que tem por objetivo conclusões de ordem prática no tratamento de problemas específicos, no caso a gestão financeira de investimentos.

As variáveis a serem trabalhadas já possuem a natureza numérica, e são séries temporais de dados econômico-financeiras hospedadas em bancos de dados de acesso público. Para cada conjunto de dados obteve-se a série temporal integral disponível; subsequentemente foram extraídos os intervalos temporais específicos para tratamento de cada período, compatível com o método utilizado, e com os quais foram feitos os cálculos necessários ao desenvolvimento da pesquisa.

A definição das variáveis e coleta de dados é parte essencial do trabalho, pois de sua qualidade e integridade dependem todo o desenvolvimento, resultados finais e conclusões. Conforme Marconi e Lakatos (2003),

Ao se colocar o problema e a hipótese, deve ser feita também a indicação das variáveis dependentes e independentes. Elas devem ser definidas com clareza e objetividade e de forma operacional. Todas as variáveis, que podem interferir ou afetar o objeto em estudo, devem ser não só levadas em consideração, mas também devidamente controladas, para impedir comprometimento ou risco de invalidar a pesquisa.

Os dados foram obtidos via *download* diretamente dos bancos de dados em que estão hospedados - instituições públicas e privadas conforme o caso - em formato que permitiu o tratamento por planilha eletrônica e/ou *software* estatístico, preferencialmente “.csv”, ou que possa ser convertido em tal. Dados econômico-financeiros em bancos de dados de acesso público podem ser disponibilizados em diferentes formatos. A prioridade foi trabalhar com o formato “.csv” dada a sua adequação a diferentes *softwares*; em não sendo possível, será feita a devida conversão.

Via de regra, dados dessa natureza são obtidos, originalmente, em valores absolutos, assim um segundo passo foi obter variações em função da unidade temporal estabelecida. Em relação a criptoativos, a amostra é intencional, com as séries históricas dos quatro criptoativos de maior *market cap* no período definido para formação da carteira. A partir da análise da variação diária dos valores de cada um deles, ao longo desse mesmo período, foi definida aquela de menor volatilidade como sendo a que irá compor a carteira.

Uma vez definido o criptoativo componente da carteira, as séries históricas da mesma, bem como as dos ativos Ouro e Ibovespa foram tabuladas em conjunto, conforme suas variações diárias ao longo do período de análise, de modo desenvolver o modelo proposto, qual seja, um modelo baseado na Teoria das Carteiras de Markowitz. Como assinalado por Gil (2002, p. 38), é relevante que se tenha vinculação com teorias já assentadas para que, ao final, possamos fazer as necessárias generalizações sobre os resultados encontrados.

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

O capítulo 2 é dedicado à apresentação e discussão da fundamentação teórica que dá sustentação à formulação de uma carteira de investimento visando à otimização do binômio risco/retorno. O primeiro ponto é a definição conceitual, em termos gerais e também no âmbito do campo financeiro, bem como sua categorização. Subsequentemente, trata-se da conceituação de retorno, que é decorrente do risco, para então avançar para a discussão dos métodos de quantificação de ambos – risco e retorno- por medidas matemático-estatísticas.

A partir do instrumental apresentado, o tópico 2.2 apresenta a base teórica do modelo de Markowitz, suas características e objetivo final, que é também o objetivo essencial do presente trabalho, e a partir do qual serão elaboradas as conclusões finais. O tópico 2.3, que finaliza o capítulo 2, apresenta as características dos ativos que foram definidos para a composição da carteira.

No capítulo 3 é feito o desenvolvimento prático do trabalho, com a elaboração do modelo a partir das variáveis primárias. Com o modelo estabelecido, o mesmo é aplicado à situação real, o que permite avaliá-lo tanto em termos absolutos como em comparação a modelos e propostas de investimentos. A partir dessas avaliações, no capítulo 4 são feitas discussões em termos conclusivos, além de considerações sobre situações em aberto e recomendações para avançar na análise de outros modelos pertinentes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CARTEIRAS DE INVESTIMENTO

A opção pela estruturação de uma carteira de investimentos, composta por mais de um ativo, assenta-se sobre o conceito de diversificação segundo o qual “é possível esperar que ativos com risco possam ser combinados no contexto de uma carteira (portfólio) de forma que se apure um risco menor que aquele calculado para cada um de seus componentes” (ASSAF NETO, 2015, p. 297). Há que se considerar que existe um limite para a redução do risco envolvido ao se compor ativos de diferentes naturezas em uma carteira, de tal forma que o que se deve buscar é a participação relativa de cada ativo no que chamamos carteira eficiente na qual ocorre a otimização do binômio risco/retorno.

Harry Markowitz (1952) “gerou um número infinito de carteiras e conseguiu observar que há uma fronteira eficiente, local onde se consegue o máximo de retorno para um mesmo patamar de risco ou também um risco mínimo para o patamar de retorno que uma carteira busca.” (CANALINI, 2012, p. 20). Essa observação está na base da Teoria Moderna da Carteira, a partir da qual investidores racionais usarão o princípio da diversificação para otimizar o binômio risco/retorno de suas carteiras de investimento.

2.1.1 Risco sistemático e risco diversificável

A ideia de “risco” está ligada à humanidade em todas as suas atividades, das mais rotineiras às mais complexas, e desde os seus primórdios. No entanto, e talvez por isso mesmo, não há um consenso para uma definição inequívoca do termo. É comum vermos o termo associado a diferentes outras ideias, em variadas combinações, como por exemplo: risco como significado de incertezas, risco significando probabilidades, risco significando ameaças, e até mesmo risco significando oportunidades. Um ponto importante é que risco e recompensa têm sempre andado juntos ao longo da história humana.

Ao longo da maior parte da história da civilização, risco e sobrevivência andaram de mãos dadas. O homem pré-histórico vivia uma vida curta e brutal; a busca por alimento e abrigo o expunha a perigos de natureza física, diante de animais ferozes e péssimas condições climáticas. [...] Contudo, nos primórdios de nossa história, risco físico e recompensa material sempre andaram lado a lado. O homem das cavernas que corria riscos conseguia seu alimento; o que se esquivava morria de fome. (DAMODARAN, 2009 – p.21-22).

No âmbito da gestão econômico-financeira, é de importância imprescindível que tenhamos uma definição estrita do significado de risco, e também que este contenha a característica de poder ser medido por métodos consagrados pela Matemática, a Estatística inclusa. Assim, o risco é um fator que permite avaliar, do ponto de vista quantitativo, o potencial que um determinado investimento financeiro possui em proporcionar ao investidor um resultado financeiro positivo ou negativo como retorno. A possibilidade de quantificação é indispensável; “sendo a incerteza de um investimento entendida como a possibilidade do resultado afastar-se do valor esperado, o risco é definido como uma medida da variação dos possíveis retornos de um ativo. É a quantificação da incerteza.” (ASSAF NETO, 2015, p. 286).

De acordo com Gastineau e Kritzman (2004, p. 341) entende-se por *Risk* (risco),

em conceito mais amplo, exposição a mudanças incertas; mais restritamente, exposição a mudanças adversas. Na maioria dos mercados, desvio-padrão dos retornos (medidos em base anual) é a medida genérica de risco, mas os gestores de ativos e passivos cada vez mais acrescentam outras medidas estatísticas – como assimetria e curtose – a um perfil de risco ou, melhor ainda, consideram toda a distribuição de probabilidades dos retornos e o custo máximo de acontecimentos adversos.

Para entendimento do conceito de risco, é necessária a compreensão de duas diferentes classes de risco: risco sistemático e risco diversificável. Quando usamos o termo risco no contexto das Finanças, referimo-nos ao risco total de um ativo que pode ser decomposto em dois tipos:

$$Risco_{total} = Risco_{sistemático} + Risco_{diversificável}$$

Fonte: Assaf Neto, 2015, p. 287

O primeiro deles, o risco sistemático, está intrinsecamente associado ao ambiente econômico no qual o ativo está inserido, respondendo a variáveis que afetarão, indistintamente, a todos os outros ativos que convivam nesse mesmo ambiente. E por atingir a todos os ativos imersos no mesmo ambiente, também é chamado não-diversificável. Em

contrapartida, o “risco não sistemático é aquele que atinge de forma restrita o ativo analisado. (...) O risco poderia ser diversificado num momento em que a carteira possui ativos de segmentos distintos e que são influenciados de forma diferente.” (CANALINI, 2012, p. 21-22)

Em outras palavras, de acordo com Assaf Neto (2015, p. 297),

o denominado risco diversificável é aquele que pode ser total ou parcialmente diluído pela diversificação da carteira. Está relacionado mais diretamente com as características básicas do título e do mercado de negociação. De outro modo, o risco sistemático é aquele que não pode ser eliminado (ou reduzido) mediante a diversificação, estando sempre presente na estrutura do portfólio.

Cabe então ao investidor avaliar a margem de manobra à sua disposição, no caso o chamado risco diversificável, e atuar de modo a configurá-la, pela diversificação, em um modelo que racionalize positivamente os retornos sobre o capital submetido a esse risco, uma vez que o risco sistemático transcende sua capacidade de ação.

2.1.2 Risco, retorno e volatilidade

No campo econômico-financeiro o risco deve poder ser quantificado em relação aos retornos esperados para um determinado investimento, e essa quantificação se dá por critérios estatísticos. “A variável-chave usada por gerentes e investidores financeiros para comparar os ganhos esperado e real da empresa de um modo geral ou de investimentos específicos é o retorno. O retorno é o ganho ou perda total obtidos sobre um investimento em um dado período.” (GITMAN e MADURA, 2003, p.134)

O cálculo do retorno de um investimento é dado pela taxa de variação no valor de um determinado ativo em diferentes momentos. Assim, o retorno entre um momento e o antecedente é conhecido como Retorno Relativo, e é dado por

$$k_t = \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} - 1 \right) * 100 \quad (1)$$

Fonte: Assaf Neto, 2015, p. 126

onde k_t é a taxa de retorno no período t , P é o valor do ativo, e o índice t indica o momento no tempo. Fica claro que o Retorno é uma medida percentual, além do que pode ser positivo ou negativo, conforme houver ganho ou perda em termos absolutos entre um momento e outro.

Além do Retorno Relativo (ou Discreto, como usado por alguns autores), há um outro tipo, o Retorno Contínuo. “O retorno contínuo (ou geométrico, logarítmico) pressupõe uma capitalização indeterminada. É usado em alguns modelos de avaliação mais sofisticados, como precificação de opções”. (ASSAF NETO, 2015, p. 288).

$$R_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \quad (2)$$

Fonte: Assaf Neto, 2015, p. 126

Dada uma série histórica, e a partir da análise das taxas de retorno, período a período ao longo do tempo, definimos um importante conceito para a mensuração do risco: a volatilidade que, conforme Assaf Neto (2015, p. 128),

(...) expressa a incerteza dos retornos de um ativo ou, em outras palavras, a intensidade e a frequência das variações observadas em seus preços. Um mercado volátil é entendido quando os preços dos ativos oscilam rapidamente, sofrendo aumentos e reduções de preços. O desvio padrão e a variância são indicadores bastante utilizados da volatilidade de um ativo.

Tem-se então, a partir de medições estatísticas consagradas, ferramentas apropriadas para quantificação dos conceitos centrais – risco e retorno - que ensejam o objetivo de racionalização dos investimentos financeiros.

2.1.3 Variância, Desvio padrão e Coeficiente de Variação

Uma maneira usual de aferir o risco de se investir em um ativo financeiro é o grau de variação dos retornos relativos esperados, ao longo do tempo, em relação à média desses mesmos retornos. Em termos estatísticos estamos nos referindo a medidas de dispersão, a

variância e o desvio-padrão, de tal forma que quanto maior for a variância, e em decorrência, o desvio-padrão, maior será o risco.

A variância nos mostra quão distantes os valores de uma série de observações estão afastados da média dessa mesma série. Calcula-se a variância, simbolizada por σ^2 dividindo-se a soma dos quadrados da diferença entre cada elemento da série e a média aritmética pela quantidade de elementos observados:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n} \quad (3)$$

Fonte: Assaf Neto, 2015, p. 127

onde

X_i = iésima observação de uma série de observações
 \bar{X} = média de uma série de observações
 n = número de observações

A opção por elevar o numerador ao quadrado se deve ao fato de que, por definição da média, a soma algébrica dos desvios tomados em relação a média é nula,

$$\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}) = 0 \quad (4)$$

Fonte: Assaf Neto, 2015, p. 127

o que tornaria a medida inútil sob todos os aspectos. Por outro lado, o artifício gera inconvenientes: como as diferenças são elevadas ao quadrado, elementos mais distantes da média causam grande interferência no resultado final; além disso a unidade de medida associada à lista de números, quando existe e é a maioria dos casos práticos, fica também elevada ao quadrado, dificultando sua interpretação. O desvio-padrão surge como alternativa mais adequada, como medida de dispersão, sendo dado pela raiz quadrada da variância.

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} \quad (5)$$

Fonte: Assaf Neto, 2015, p. 126

Segundo Gitman e Madura (2003, p. 133)

O indicador estatístico mais comum do risco de um ativo é o desvio-padrão, σ_k , que mede a dispersão em torno do valor esperado. O valor esperado de um retorno, \bar{k} é o retorno mais provável sobre um ativo. É calculado da seguinte maneira:

$$\bar{k} = \sum_{j=1}^n k_j * Pr_j \quad (6)$$

onde

k_j = retorno esperado para o j-ésimo resultado
 Pr_j = probabilidade de ocorrência do j-ésimo resultado
 n = número de resultados considerados

A expressão para o desvio-padrão de retornos, σ_k , é

$$\sigma_k = \sqrt{\sum_{j=1}^n (k_j - \bar{k}) * Pr_j} \quad (7)$$

Fonte: Gitman e Madura, 2003, p. 133

Para as situações em que temos uma série histórica, com todos os resultados conhecidos, e se considera que suas probabilidades relativas sejam iguais, o retorno médio se reduz a uma média aritmética:

$$\bar{k} = \frac{\sum_{j=1}^n k_j}{n} \quad (8)$$

Fonte: Gitman e Madura, 2003, p. 133

Por conseguinte, a fórmula comumente utilizada, nesses casos, para encontrar o desvio padrão de retornos é

$$\sigma_k = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (k_j - \bar{k})^2}{n - 1}} \quad (9)$$

Fonte: Gitman e Madura, 2003, p. 133

O desvio-padrão é também utilizado para o cálculo da volatilidade, e nesse caso, como apontado por Assaf Neto (2015, p. 128), a expressão básica é adaptada tomando-se os retornos logarítmicos dos ativos em relação ao retorno médio, assim:

$$\text{Volatilidade } (\sigma) = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (R_t - \bar{R}_t)^2}{n}} \quad (10)$$

Fonte: Assaf Neto, 2015, p. 128

onde

- n = quantidade de valores da série histórica
- R_t = retorno logarítmico da série histórica em análise: $R_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}}$
- P_t = preço do ativo no momento t

Além do desvio-padrão, que nos dá uma medida absoluta da dispersão em torno de um valor médio, a análise de risco se vale de um outro indicador – o coeficiente de variação (CV) - que nos dá a dispersão em termos relativos, permitindo comparações mais efetivas do risco de dois ou mais ativos. O cálculo do coeficiente de variação (CV), em termos estritamente estatísticos, é

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{X}} \quad (11)$$

Fonte: Assaf Neto, 2015, p. 129

onde

- σ = desvio-padrão
- \bar{X} = média

O coeficiente de variação relativiza o desvio-padrão em função da média, tornando-se útil para avaliar, por exemplo, séries com diferentes valores para o desvio-padrão, mas com valores médios diferente.

No campo das finanças, o “coeficiente de variação, CV, é uma medida da dispersão relativa que é útil na comparação do risco de ativos com diferentes retornos esperados. (...)

$$CV = \frac{\sigma_k}{\bar{k}} \quad (12)$$

Fonte: Gitman e Madura, p. 134

Quanto maior for o coeficiente de variação, maior será o risco”. (GITMAN e MADURA, 2003, p. 134)

2.1.4 Covariância e correlação

Assim como temos as medidas de dispersão que nos mostram como os valores de uma série variam em torno de sua medida central, temos também as medidas que nos mostram como séries de variáveis diferentes se relacionam entre si: a covariância e a correlação. No caso da covariância, dadas duas variáveis X e Y, o que buscamos é saber como elas se movem em torno da média, ao longo do tempo; se há alguma simetria nessa movimentação. Não é incomum que em alguns textos essa medida seja também chamada dependência linear entre duas variáveis.

Se X e Y refletem a série histórica de retornos de dois ativos, a covariância é calculada por

$$COV_{X,Y} = \frac{\sum_{i=1}^n (R_{X_i} - \bar{R}_X) * (R_{Y_i} - \bar{R}_Y)}{n} \quad (13)$$

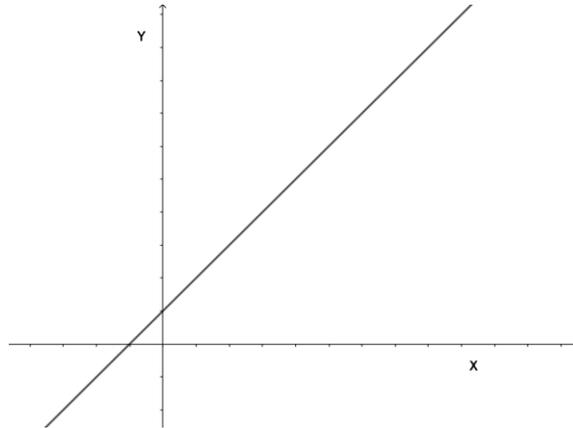
Fonte: Assaf Neto, 2015, p. 134

O cálculo da covariância nos indicará, em termos percentuais, a simetria no movimento de X e Y ao longo do tempo. Se, por exemplo, X e Y são séries históricas do retorno de dois ativos, e $COV_{X,Y} > 0$ assumimos que suas taxas de retorno possuem uma mesma tendência; e o inverso para $COV_{X,Y} < 0$. No entanto, “deve ser ressaltada, no estudo da covariância, a dificuldade de seu resultado numérico, ficando sua avaliação mais centrada nas tendências de seus resultados. A análise numérica da combinação entre valores é desenvolvida pelo coeficiente de correlação.” (ASSAF NETO, 2015, p. 135)

O objetivo de se graduar numericamente o comportamento combinado de duas variáveis é obtido pelo coeficiente de correlação, ou seja, esse coeficiente está relacionado à covariância, e mede o grau de dependência linear entre as variáveis.. O coeficiente de correlação varia de +1, para correlação positivamente perfeita, a -1, para correlação negativamente

perfeita, com o sinal então desempenhando o papel de indicar o sentido da dependência. Em termos gráficos, temos na **Figura 1** uma situação de correlação positiva entre as variáveis X e Y:

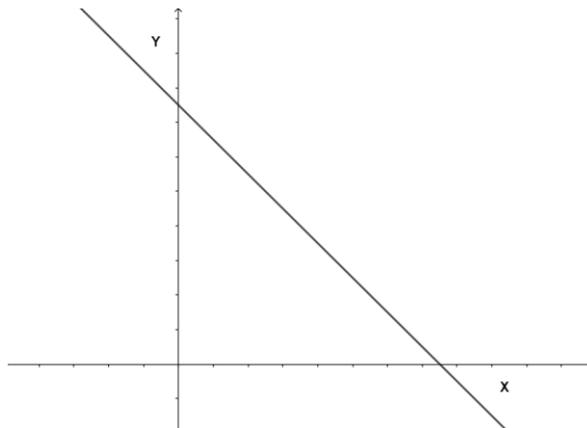
Figura 1: Correlação positiva (ou direta)



Fonte: Elaborado pelo autor (2018). Adaptado de Gitman e Madura (2003).

E na **Figura 2** uma situação de correlação negativa entre as variáveis X e Y:

Figura 2: Correlação negativa



Fonte: Elaborado pelo autor (2018). Adaptado de Gitman e Madura (2003).

Naturalmente, as situações apresentadas pelos gráficos são extremas; há toda uma gama infinita de situações intermediárias, cuja verificação, caso a caso, darão subsídios para a análise de risco e elaboração de carteiras. Além disso, há diferentes métodos de cálculo do

coeficiente, adequados para campos de conhecimento e circunstâncias específicas. “Para o estudo do risco e teoria do portfólio, [...], é dada maior preferência à seguinte expressão alternativa de cálculo do coeficiente de correlação:

$$CORR_{X,Y} = \frac{COV_{X,Y}}{\sigma_X * \sigma_Y} \quad (14)$$

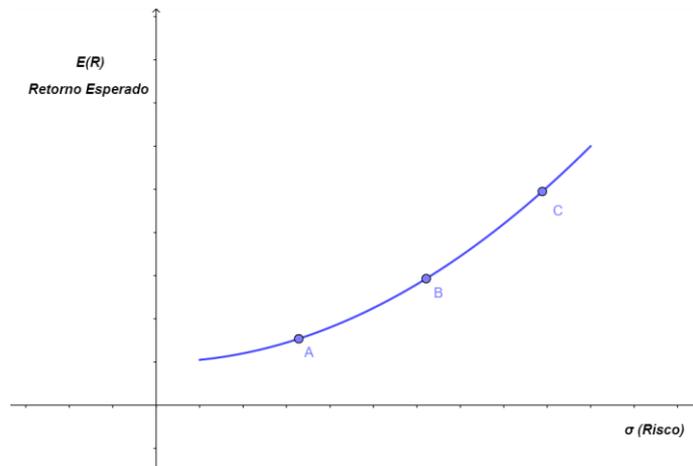
Fonte: Assaf Neto, 2015, p. 137

Por analisarem e quantificarem as relações entre os retornos de diferentes ativos, os conceitos de covariância e correlação estão na essência de toda a teoria sobre a diversificação de ativos e seleção de carteiras.

2.2 SELEÇÃO DE CARTEIRAS

2.2.1 Diversificação de investimentos e teoria de Markowitz

É natural tomarmos como auto evidente que todo investidor buscará sempre investimentos que lhe deem o máximo retorno com o menor risco possível. O dimensionamento da relação risco/retorno aceitável é estudado pela teoria das curvas de indiferença. Uma curva de indiferença abriga, em um par de eixos coordenados os pontos que relacionam risco e retorno, mais apropriadamente todos os pontos em que a combinação desses dois fatores é igualmente aceitável pelo investidor. A **Figura 3** ilustra a curva que contém as diferentes combinações de risco e retorno a que um investidor se disporia a investir.

Figura 3: Curva de indiferença

Fonte: Elaborado pelo autor (2018). Adaptado de Assaf Neto (2015).

Os pontos X, Y e Z são pontos que, para determinado nível de risco espera-se um retorno específico; para um investidor, qualquer uma das combinações seria razoável, daí o termo “indiferença”. Segundo Assaf Neto (2015, p. 290),

essa curva de indiferença é compreendida como um reflexo da atitude que um investidor assume diante do conflito risco/retorno de um investimento. Por representar a escala de preferência de um investidor, o critério de decisão restringe-se a ativos que respeitem a relação estabelecida pela curva de indiferença. É como se fosse uma fronteira que separa as situações preferidas pelo investidor daquelas não desejadas.

Nas condições reais, os investidores optam por investir em um conjunto de ativos, formando uma carteira (portfólio). Como já visto, há uma parcela do risco, o risco diversificável, que pode ser diminuído, ainda que por taxas decrescentes, adotando-se a diversificação de ativos, com comportamentos não totalmente coincidentes, em uma carteira. E nesses casos, “o retorno de uma carteira de ativos é uma média ponderada dos retornos dos ativos individuais. O peso aplicado a cada retorno corresponde à fração do valor da carteira aplicada naqueles ativos.” (SAMANEZ, 2009, p.168). Assim, temos:

$$E(R) = \sum_{i=1}^n W_i * R_i \quad (15)$$

Fonte: Samanez, 2009, p. 168

onde

- W_i = % em i;
 R_i = retorno em i;
 n = número de ativos na carteira.

Quanto ao risco de uma carteira, temos que analisar a variância da mesma, que é função da correlação entre os retornos dos ativos que a compõem. Para melhor compreensão, temos que “o risco de uma carteira mais simples constituída de dois ativos (X e Y) pode ser obtido a partir da seguinte expressão:

$$\sigma_p = [(W_X^2 * \sigma_X^2) + (W_Y^2 * \sigma_Y^2) + 2 * W_X * W_Y * CORR_{X,Y} * \sigma_X * \sigma_Y]^{\frac{1}{2}} \quad (16)$$

Fonte: Assaf Neto, 2015, p. 301

onde

- W_X e W_Y = respectivamente, participação dos ativos X e Y no portfólio;
 σ_X^2 e σ_Y^2 = respectivamente, variância dos retornos dos ativos X e Y;
 $COV_{X,Y}$ = covariância entre os ativos X e Y.” (ASSAF NETO, 2015, p. 301)

Pelo exposto, nota-se que o desvio-padrão de uma carteira leva em conta, além dos respectivos desvios-padrão de cada ativo, também a covariância entre eles. E esta última, como já visto, está relacionada à correlação, de tal forma que, o que nos leva a:

$$COV_{X,Y} = CORR_{X,Y} * (\sigma_X * \sigma_Y) \quad (17)$$

Fonte: (Assaf Neto, 2015, p. 301)

Por substituição, o risco do portfólio pode então ser expresso por:

$$\sigma_p = \left[(W_X^2 * \sigma_X^2) + (W_Y^2 * \sigma_Y^2) + 2 * W_X * W_Y * COV_{X,Y} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (18)$$

Fonte: Assaf Neto, 2015, p. 301

Observa-se que o risco (desvio-padrão) da carteira está em função da correlação entre os ativos, que pode ter os seguintes valores: $-1 \leq CORR_{X,Y} \leq 1$, e esta correlação provém da covariância entre os ativos, que na origem está determinada pelos retornos esperados. Esse cenário está na raiz das técnicas de quantificação de risco, cujos desenvolvimentos iniciais foram impulsionados pelo trabalho de Harry Markowitz, que “partiu da premissa de que a decisão sobre a composição de uma carteira de investimentos está fundamentadas apenas no valor esperado e no desvio-padrão dos retornos da carteira, e que a decisão é consequência de um processo de minimização de risco (minimização de desvio-padrão).” (SAMANEZ, 2009, p.168).

Para o caso geral, considerando uma carteira composta por n ativos, com base no modelo desenvolvido por Markowitz, a expressão para o risco é:

$$\sigma_p = \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_i * W_j * CORR_{X,Y} * (\sigma_i * \sigma_j) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (19)$$

Fonte: Assaf Neto, 2015, p. 301

Como já visto, o retorno de uma carteira é a média ponderada dos retornos individuais; porém isso não é válido para a variância (ou desvio-padrão/risco da carteira). Conforme o modelo de Markowitz a variância (ou desvio-padrão/risco da carteira) da carteira está em função da covariância entre os ativos, par a par; e estas, por sua vez, estão em função da correlação entre os ativos. Desta forma, se dois ou mais ativos que compõem a carteira possuem baixa correlação, o resultado é um risco menor que a média ponderada dos riscos individuais.

2.2.2 Fronteira eficiente e carteira de mínima variância

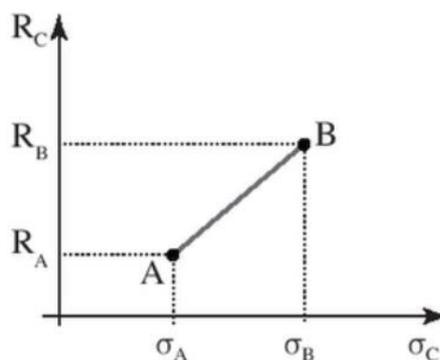
O objetivo que se apresenta aos investidores é estruturar uma carteira que combine retorno com o menor risco possível. O trabalho de Harry Markowitz cuidou de determinar todas as carteiras “ótimas”, em termos de risco/retorno, e então estabelecer a *fronteira eficiente*. Podemos observar, em termos gráficos, essas diferentes combinações, em função dos possíveis valores para o coeficiente de correlação, lembrando que

$$-1 \leq CORR_{X,Y} \leq +1 \quad (20)$$

Fonte: Assaf Neto, 2015, p. 137

Para efeito de ilustração, observemos o caso de dois ativos, X e Y, que por analogia podem explicar os casos mais complexos. Numa primeira situação, temos na **Figura 4** a descrição gráfica de uma configuração em que os retornos dos ativos X e Y se correlacionam perfeita e positivamente; o desvio-padrão é dado por $\sigma_p = W_X\delta_X + W_Y\delta_Y$, configurando uma combinação linear entre os riscos e retornos.

Figura 4: Correlação +1

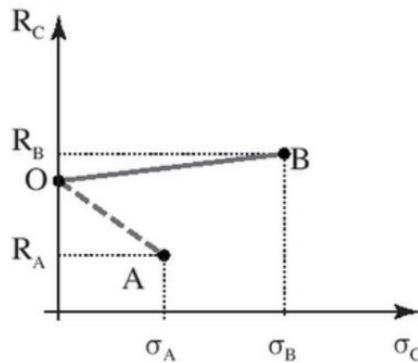


Fonte: Elaborado pelo autor (2018). Adaptado de Samanez, 2009, p. 170-1-2.

Na **Figura 5** temos a descrição gráfica de uma situação em que os retornos dos ativos X e Y se correlacionam perfeita e negativamente; o desvio-padrão é dado por $\sigma_p = W_X\delta_X - W_Y\delta_Y$ ou

$\sigma_p = -W_X\delta_X + W_Y\delta_Y$ configurando duas combinações lineares entre os riscos e retornos. O segmento OA é dito “ineficiente”, uma vez que para um mesmo coeficiente de correlação há combinações no segmento OB com maior retorno para um mesmo nível de risco.

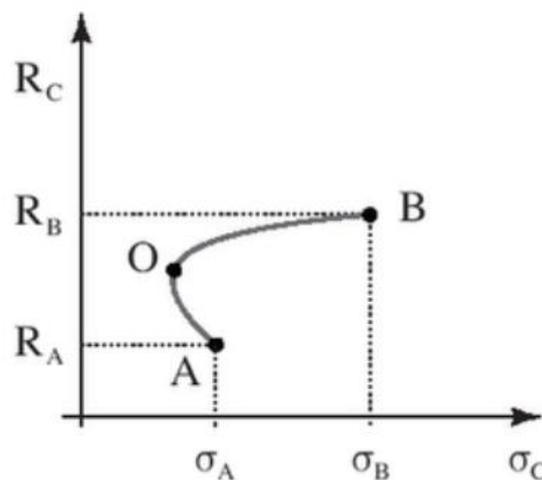
Figura 5: Correlação -1



Fonte: Elaborado pelo autor (2018). Adaptado de Samanez, 2009, p. 170-1-2.

E na **Figura 6** temos a descrição gráfica de uma situação em que Os retornos dos ativos X e Y não se correlacionam perfeitamente – o que são, em geral os casos concretos; o desvio-padrão é dado por $\sigma_p = [W_X^2\delta_X^2 + (1 - W_X)^2\delta_Y^2 + 2W_X(1 - W_X)CORR_{X,Y}(\sigma_X\sigma_Y)]^{\frac{1}{2}}$ configurando uma função não-linear, que reflete o princípio da diversificação.

Figura 6: Correlação entre +1 e -1



Fonte: Elaborado pelo autor (2018). Adaptado de Samanez, 2009, p. 170-1-2.

Considerando o 3º. caso, a curva AOB (hipérbole de Markowitz) é o que conhecemos como fronteira eficiente, sendo que o ponto O representa a combinação de ativos com o menor risco possível, e é conhecida como carteira de mínima variância; o trecho AO fica, naturalmente, descartado por que na curva há opções de maior retorno para o mesmo nível de risco. Ainda, a carteira O, “por envolver o risco mínimo, é preferencial a todas as demais carteiras que oferecem um retorno esperado menor. Em outras palavras, diz-se que [...] domina todas as demais carteiras que se encontram abaixo dela.” (ASSAF NETO, 2015, p. 306).

2.3 APLICAÇÕES

2.3.1 Ibovespa

O mercado de ações, no Brasil, é operado pela BM&F Bovespa, que é uma união da BM&F (Bolsa de Mercadorias e Futuros) e da Bovespa (Bolsa de São Paulo). Como informado em BM&FBOVESPA (2018), “em 8 de maio de 2008, os acionistas da BM&F S.A. e da Bovespa Holding S.A. aprovaram por unanimidade, em Assembleia, a fusão das duas empresas. Nascia a BM&FBOVESPA S.A., a Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros, uma das maiores bolsas do mundo em valor de mercado.” Atualmente denominada B3 – Brasil, Bolsa, Balcão, companhia de infraestrutura de mercado financeiro e referência mundial. Todas as demais Bolsas que operavam Brasil foram sendo incorporadas por ela ao longo do tempo, incluindo a Bolsa do Rio de Janeiro, que foi a pioneira no mercado brasileiro.

Entre os diversos índices que compõem o mercado de ações, o Ibovespa – Índice Bovespa - é o principal deles, constituindo-se numa “carteira teórica” que visa ao acompanhamento do desempenho médio dos preços e do perfil das negociações ocorridas no mercado à vista dos pregões, sendo que para atingir esse objetivo esta Carteira é composta pelos ativos mais negociados e representativos do mercado de ações de nosso País.

A estruturação da “carteira teórica” sobre a qual é determinado o Ibovespa está definida no Manual de Definições e Procedimentos dos Índices da BM&FBOVESPA (2014, p.6), e

[...] tem vigência de 4 (quatro) meses, para os períodos de janeiro a abril, maio a agosto e setembro a dezembro, entrando em vigor na primeira segunda-feira do mês inicial de vigência (ou dia útil imediatamente posterior no caso de nesse dia não haver negociação no segmento BOVESPA). Ao final de cada quadrimestre, a carteira é rebalanceada, utilizando-se os procedimentos e critérios integrantes desta metodologia.

Ainda, segundo o mesmo Manual, basicamente, para compor essa “carteira teórica”, um ativo deve atender, cumulativamente, aos seguintes critérios: estar entre os ativos elegíveis que, no período de vigência das 3 (três) carteiras anteriores, em ordem decrescente de Índice de Negociabilidade (IN), representem em conjunto 85% do somatório total desses indicadores; ter presença em pregão de 95% no período de vigência das 3 (três) carteiras anteriores; ter participação em termos de volume financeiro maior ou igual a 0,1%, no mercado a vista (lote-padrão), no período de vigência das 3 (três) carteiras anteriores; não ser classificado como “*Penny Stock*²”.

O Índice de Negociabilidade (IN) é uma medida do número de negócios e do volume financeiro movimentado por um determinado ativo, no período considerado. Conforme Leite e Sanvicente (1995, p. 40)

O índice de negociabilidade é definido pela fórmula seguinte:

$$NEG = \sqrt{\left(\frac{n}{N}\right) * \left(\frac{v}{V}\right)}$$

onde:

NEG = Negociabilidade da ação no período considerado.

n = Número de negócios (mercado à vista) com a ação no período considerado.

N = Número total de negócios da Bolsa no mercado à vista no período considerado.

v = Volume (em R\$) dos negócios com a ação no mercado à vista no período considerado.

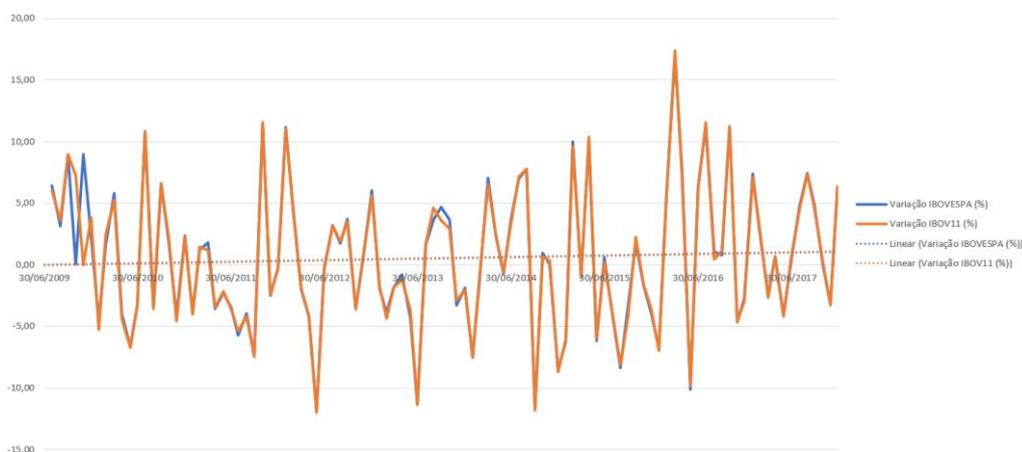
V = Volume (em R\$) dos negócios realizados na Bolsa (mercado à vista) no período considerado.

² *Penny Stock*: ativos cujo valor médio ponderado durante a vigência da carteira anterior ao rebalanceamento, desconsiderando-se o último dia desse período, seja inferior a R\$1,00 (um real). Caso a companhia realize um grupamento neste período, o valor do ativo será recalculado considerando a proporção do grupamento para todo o período da análise.

A submissão a uma metodologia bem estabelecida, o que inclui atualizações regulares de sua composição, tornam o investimento em ativo que reflita o IBOVESPA uma oportunidade de ganhos com segurança e liquidez. É importante ressaltar, como apontado por Leite e Sanvicente (1995, p. 39), que o relevante não é o valor absoluto do índice, e sim sua variação entre dois momentos de um determinado período de tempo, uma vez que esta variação reflete o retorno que seria obtido pelo investidor caso mantivesse um portfólio correspondente à “carteira teórica” do Ibovespa durante o período de análise.

Do ponto de vista prático, seria contraproducente um investidor criar um portfólio baseado na “carteira teórica” do Ibovespa, e gerenciá-la por conta própria. A alternativa são os ETFs – *Exchange Traded Funds*, que são cotas de um fundo criado de forma a replicar a rentabilidade de um grupo de ações ou de um índice. Para o caso do Ibovespa, o mercado tem a opção de um ativo conhecida como BOVA11, negociado em Bolsa. O **Gráfico 2** apresenta a sincronicidade entre o BOV11, de junho de 2009 até dezembro de 2017, com o Índice Bovespa.

Gráfico 2: Variação Mensal (%) – Ibovespa e BOVA11 (jun/2009 a dez/2017)



Fonte: Elaborado pelo autor (2018). Adaptado de UOL Economia.

2.3.2 Ouro

Ao longo da história, diferentes materiais têm servido como moeda tanto em sua função como meio de troca bem como de reserva de valor. E entre esses sempre figurou o ouro, ao lado de outras moedas metálicas como prata, bronze, cobre e outras ligas desses mesmos materiais. Como apontado por Paiva e Cunha (2008, p. 240), esses materiais metálicos acabaram por superar todos os outros em função de suas características, como durabilidade física que lhe confere existência física no longo prazo, escassez relativa que lhe garante valor, e maleabilidade que permite seu manuseio, transporte e guarda em diferentes formatos. E em prosseguimento, com a evolução dos meios de pagamento – surgimento do papel-moeda, da moeda escritural e do dinheiro “de plástico” (cartão de crédito), esses metais deixaram seu papel de moeda, mas em função de suas outras características, alguns deles mantiveram seu papel de reserva de valor.

O ouro em maior grau, e a prata em menor grau, sobreviveram ao longo do tempo e até os dias de hoje como formas de investimento. No caso do ouro, “é muito demandado em momentos de crises conjunturais, sendo utilizado como uma alternativa de proteção contra o risco (*hedge*). Nestes momentos de turbulência, o ouro torna-se uma ‘reserva de valor’.” (ASSAF NETO, 2015, p. 106). Em artigo de 2017, Zanin (2017) aponta argumentos objetivos em favor do investimento em Ouro: a) provê proteção ao patrimônio financeiro contra os efeitos corrosivos da inflação, b) atua como *hedge* cambial, c) tem baixo risco, d) funciona como uma espécie de “porto seguro” em tempos de crise econômica, e) além atuar de forma benéfica na redução de riscos para a diversificação de investimentos. Ainda, com base na análise do valor do ouro – refletida na cotação de fechamento diário do ativo OZ1D - título lastreado no metal ouro – ao longo do tempo (**Gráfico 3**), explicita sua preservação patrimonial em termos financeiros.

Gráfico 3: Cotação OZ1D – jul/2003 a fev/2018

Fonte: Elaborado pelo autor (2018). Adaptado de BM&F Bovespa.

No Brasil, o caminho mais acessível e seguro para investimento em ouro é através da BM&F Bovespa, atualmente denominada B3, via intermediação através de corretora de valores. A unidade mínima de negociação é conhecida como contrato, havendo as seguintes opções no mercado à vista: OZ1D (249,75 gramas de ouro fino contido, correspondente a um lingote de 250 gramas de ouro com teor de pureza de 999,0 partes de ouro fino para cada 1.000 partes de metal, OZ2D (lote fracionário de 9,99 gramas de ouro fino contido, correspondente a 10 gramas de ouro com teor de pureza de 999,0 partes de ouro fino para cada 1.000 partes de metal, e OZ3D(lote fracionário de 0,225 grama de ouro). Não há, necessariamente, a liquidação física da operação. A liquidação financeira ocorre, por demanda do contratante, no dia útil seguinte ao de realização da operação no pregão, com o recebimento do valor financeiro correspondente.

2.3.3 Criptoativos

Já nos primórdios da Internet, em meados da década de 90 do século passado, iniciaram-se as discussões sobre a necessidade e pertinência de um mecanismo de pagamento e troca de valores através da rede virtual mundial, livre das limitações técnicas e altos custos dos mecanismos tradicionais, como bancos e instituições financeiras correlatas do sistema financeiro estabelecido. De início a discussão manteve-se restrita a especialistas e aficionados,

geralmente desenvolvendo as discussões também no ambiente virtual, nos que ficaram conhecidos como Fóruns de Discussão, sites em que, ainda hoje, são debatidos temas específicos de determinada área de conhecimento. Foi em um desses Fóruns de Discussão que, em 2008, foi publicado um artigo cujo autor (ou grupo de autores) fez uma postagem utilizando o pseudônimo de Satoshi Nakamoto – e sob cuja identidade pairam totais incertezas e controvérsias - apresentando uma solução para a criação do que poderia ser chamado de “plataforma para dinheiro eletrônico”. O documento foi intitulado “*Bitcoin: Um Sistema de Dinheiro Eletrônico Ponto-a-Ponto*” (“*Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*”, em inglês), cuja principal característica é tratar-se de um sistema de pagamentos sem qualquer tipo de autoridade centralizada que fosse responsável pela emissão de moeda ou para validação e liquidação das negociações que ocorressem nesse ambiente, como ocorre no caso das moedas tradicionais, sujeitas a todo tipo de regulamentação de Bancos Centrais e correlatos.

Nesse artigo, o que é proposto é “um sistema de pagamentos eletrônicos baseado em provas criptográficas em vez de confiança, que permita que duas partes interessadas em fazer transações diretamente façam-nas sem a necessidade de um intermediário confiável”. (NAKAMOTO, 2008, p. 1). A plataforma proposta está baseada no poder da criptografia como substituto dos sistemas financeiros tradicionais, no que se refere a meios de pagamento. Em substituição a uma autoridade central, o papel de regulação e validação das transações passa a ser feito de forma compartilhada por vários e diferentes atores, dispersos por toda Internet, como explicado por Antonopoulos (2014, p. 3-4, tradução nossa),

a principal inovação foi usar um sistema de computação distribuído (chamado algoritmo de "prova de trabalho" ou "*proof of work*") para conduzir uma "eleição" global a cada 10 minutos, permitindo à rede descentralizada chegar em um consenso sobre o estado das transações. Isto resolve de forma elegante o problema de gasto duplicado, onde uma única unidade de moeda poderia ser gasta duas vezes. Antes do Bitcoin, o problema de gasto duplicado era uma fraqueza do dinheiro digital, e sua solução envolvia a transmissão e verificação de todas as transações através de uma entidade central.³

³ Do original: “*The key innovation was to use a distributed computation system (called a “Proof-Of-Work” algorithm) to conduct a global “elec- tion” every 10 minutes, allowing the de-centralized network to arrive at consensus about the state of transactions. This elegantly solves the issue of double-spend where a single currency unit can be spent twice. Previously, the double-spend problem was a weakness of digital currency and was addressed by clearing all transactions through a central clearinghouse.*”

E com base na proposta de Nakamoto, já no ano seguinte, em 2009, foi implementada pelo esforço de diversos programadores trabalhando de forma compartilhada a plataforma conhecida como Bitcoin, na qual trafegam as unidades de moeda chamadas bitcoin (BTC)⁴. A plataforma foi construída e é mantida como um software de código aberto, o que lhe confere robustez, segurança e possibilidade de expansão e diversificação de uso. O produto desse esforço é um sistema de pagamentos ponto a ponto, sem intermediários, capaz de permitir a troca de valores entre endereços gerados por uma rede descentralizada e registradas em um livro contábil virtual inviolável, denominado como “*blockchain*”. Conforme Franco e Bazan (2018, p. 106), o *blockchain* possibilita registros imutáveis, imunes à duplicidade, não guardando relação direta com o usuário (privacidade) e no entanto plenamente público, uma vez que distribuído por toda a internet em tempo real.

Na esteira da plataforma Bitcoin e sua moeda, o *bitcoin* (BTC), surgiram uma série de outras criptomoedas, cada uma com suas próprias especificidades, que vão tendo ou não sucesso conforme sua adoção pela comunidade de usuários ainda que pequena, mas crescente. Além disso, a tecnologia tem se mostrado tão poderosa que vão surgindo outros criptoativos além de criptomoedas, que seriam o objetivo original. Esses criptoativos “representam toda uma classe de investimentos que envolve criptocommodities (criptomercadorias), *criptotokens* e também as criptomoedas. [...] Essa nomenclatura permite fazer referência a todos ativos do universo cripto com uma única palavra.” (FRANCO e BAZAN, 2018, p. 114-115).

Como utiliza-se o termo “criptoativo” para denominar mais de uma classe de ativos, apesar de todos terem grande afinidade, o entendimento das diferenciações entre eles é também parte importante na tarefa de definição das políticas de investimentos.

Tabela 1: Tabela de Criptoativos

<i>Criptocommodities</i>	O termo guarda analogia com a palavra <i>commodity</i> , de uso corrente no mercado financeiro, e que tem o significado de mercadoria ou matéria-prima utilizadas na produção de outros bens ou serviços. No universo Cripto, já temos em plena
--------------------------	---

⁴ Por padrão, usa-se a palavra iniciando por maiúscula para se referir à plataforma *Bitcoin*, e para a criptomoeda correlata, usa-se caixa baixa, *bitcoin*; já a abreviatura dos criptoativos são sempre em caixa alta, no caso BTC.

	<p>operação plataformas computacionais estabelecidas no modelo <i>blockchain</i>, sobre as quais qualquer usuário pode construir aplicativos com as mais diversas aplicações. As <i>criptocommodities</i> funcionam dentro dessas plataformas como a forma de tornar as aplicações operacionais dentro das mesmas. Um exemplo típico é a rede <i>Ethereum</i>, na qual é possível criar os <i>smart contracts</i>, contratos entre partes com as características de serem descentralizados (dispensam um intermediário, como um cartório), públicas e imutáveis. Para a criação, validação e manutenção desses contratos dentro da rede <i>ethereum</i>, as partes dispõem a <i>criptocommodity</i> interna dessa plataforma, o <i>ethereum</i> (ou <i>ether</i>, como também é comum se referir a ele).</p>
<i>Criptotokens</i>	<p>Também guarda relação com o significado tradicional, por sua característica de ser a via de acesso a uma determinada plataforma. Como exemplo, há plataformas <i>blockchain</i> que armazenam vídeos e imagens, garantindo aos seus detentores os direitos autorais. Usuários precisam dos <i>criptotokens</i> para acessá-las, e então poderem usar esses materiais, dispendendo valor de seus <i>tokens</i>, que irão remunerar tanto os mantenedores da rede quanto os proprietários dos materiais.</p>
Criptomoedas	<p>Meio de pagamento e reserva de valor de natureza estritamente digital, transfronteiriço, com circulação independente de instituição intermediária – por isso dita descentralizada – e cujas transações são registradas em um livro-razão (<i>blockchain</i>) de acesso público e natureza imutável, imune a duplo registro.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor (2018). Adaptado de Franco e Bazan, 2018, p. 115-116

A proliferação de criptoativos levou, naturalmente, à formação de um novo mercado em que esses são negociados, surgindo então uma nova oportunidade de investimento. Por ser um mercado recente e em formação, o grau de volatilidade tem sido altíssimo, o que proporciona grandes oportunidades de ganho, porém com a contrapartida de alto risco. Uma das medidas de sucesso desses criptoativos nesse mercado é o *market cap* – ou capitalização de mercado - um conceito emprestado do mercado de ações: nesse, o

conceito significa uma estimativa do valor de mercado de uma empresa, correspondente ao valor total das ações negociáveis da mesma, considerando-se a cotação no mercado à vista, em dado momento. Como ressaltado em Guia do Bitcoin (2018), o conceito de *market cap* assume importante papel de análise, uma vez que tem-se de antemão a quantidade dos criptoativos em circulação, e assim pode-se estimar preços futuros dentro de uma faixa tal que o total financeiro necessário para sustenta-lo seja factível. Transpondo para o mercado de criptoativos:

$$\text{Marketcap} = \text{quant. de unidades do criptoativo em circulação} * \text{cotação do criptoativo (US\$)}$$

Esse valor é utilizado como um *proxy* para a percepção dos investidores sobre o real valor de um criptoativo. O **Gráfico 4** mostra a evolução desse indicador, para o conjunto do mercado, ao longo do tempo, desde janeiro de 2013 a outubro de 2018,

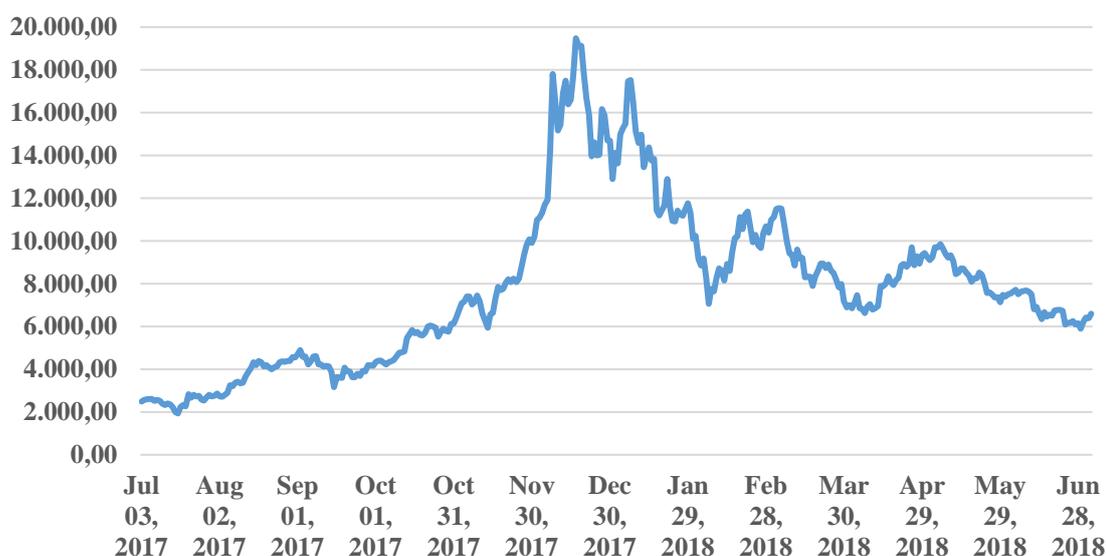
Gráfico 4: *Market cap* de criptoativos e Volume diário de negócios (janeiro/2013 a outubro/2018) – em US\$



Fonte: *Coinmarketcap*, (2018)⁵

A capitalização de mercado atual tem se situado, considerando a maior parte do 2º. semestre de 2018, em torno de US\$210 bilhões, e o volume diário de negócios, no mesmo período, em torno de US\$10 bilhões. Apesar de uma relativa estabilidade desse mercado nesse período, é inescapável considerar que sua natureza é, até então, de grande instabilidade.

⁵ *Coinmarketcap*: é um site especializado no acompanhamento do mercado de criptoativos, tendo-se tornado referência entre investidores, tanto individuais quanto institucionais.

Gráfico 5: Evolução do *bitcoin* (US\$) – 03/jul/2017 a 28/jun/2018

Fonte: Coinmarketcap.com, 2018.

O **Gráfico 5** mostra que *bitcoin* triplicou seu valor no período de um ano, sendo que no intervalo do período, entre novembro/2017 e janeiro/2018, seu valor atingiu patamares próximos de US\$20.000,00 num movimento típico de “bolha financeira”, explicitando um grande risco a que o mercado de criptoativos está submetido.

2.3.4 Taxa Selic

Como explicado no site do Tesouro Nacional (2018), o termo Selic significa Sistema Especial de Liquidação e de Custódia, foi criado em 1979 e desde então é administrado pelo Banco Central do Brasil, destinado a registrar títulos públicos e depósitos interfinanceiros por meio de equipamento eletrônico de teleprocessamento. Enquanto que “a taxa Selic é apurada diariamente após o encerramento das operações. É determinada como uma média ponderada das operações de financiamento de um dia, lastreadas em títulos públicos federais realizadas no âmbito do Sistema Especial de Liquidação e Custódia (Selic).” (ASSAF NETO, 2015, p. 68).

Como decorrência de sua metodologia de cálculo, a taxa Selic é tratada como a taxa básica de juros de toda economia brasileira, assumindo um papel de referência para a formação

dos juros que vigoram no mercado financeiro. Ainda, conforme Assaf Neto (2015, p. 68), como ferramenta fundamental de política econômica, o COPOM – Comitê de Política Monetária⁶ fixa regularmente uma meta a ser perseguida para a Taxa Selic, dando transparência e previsibilidade para os agentes econômicos sobre as ações e objetivos do governo.

No campo das aplicações financeiras, a Taxa Selic é diretamente determinante como remuneração para um dos principais títulos da dívida pública federal, que são fontes de captação de recursos por parte do poder público. A LTF (Letra Financeira do Tesouro), também conhecidas como Tesouro Selic, “é um título com rentabilidade diária vinculada à taxa de juros básica da economia, que é a taxa média das operações diárias com títulos públicos registrados no sistema SELIC, ou, simplesmente, taxa Selic” (Tesouro Nacional, 2018) que remunera seus adquirentes pela variação da taxa Selic diária entre a data de compra e a data de vencimento do título.

2.3.5 Caderneta de Poupança

A Caderneta de Poupança é a forma de investimento mais tradicional no país, criada ainda no tempo do Império via decreto para remunerar depósito em dinheiro que seriam garantidas pela Coroa⁷. Segundo Assaf Neto (2015, p. 186), sua popularidade se deve em grande medida à possibilidade de aplicar-se qualquer valor, ter liquidez imediata, ser isenta de pagamento de Imposto de Renda por parte do investido Pessoa Física, e ainda contar com garantia pelo Fundo Garantidor de Crédito – FGC - até um valor determinado que atualmente está definido em depósito de até R\$250.000,00. O FGC é

é uma entidade privada, sem fins lucrativos, que administra um mecanismo de proteção aos correntistas, poupadores e investidores, que permite recuperar os depósitos ou créditos mantidos em instituição financeira, até determinado valor, em caso de intervenção, de liquidação ou de falência. (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2018)

⁶ O Comitê de Política Monetária (Copom) é o órgão decisório da política monetária do Banco Central do Brasil (BCB), responsável por estabelecer a meta para a taxa básica de juros, que no Brasil é a taxa Over-Selic, ou taxa Selic.

⁷ Decreto n. 2.723 do Império do Brasil, de 12 de jan. de 1861, que “Autorisa a criação de uma Caixa Economica e um Monte de Soccorro nesta Côrte, e approva os respectivos Regulamentos”.

Conforme determinado pela Lei 12.703, de 7 de agosto de 2012, o rendimento é composto pela remuneração básica, que é dada pela Taxa Referencial (TR) e a parcela adicional de 0,5% ao mês quando a taxa Selic superar 8,5%: 0,5% ao mês mais a TR; e quando a Selic for igual ou menor que 8,5%, a parcela adicional será de 70% da Selic ao ano. (BRASIL, 2018). A Taxa Referencial (TR) foi criada pela Lei 8.177, de 1 de março de 1991, no âmbito de uma reforma econômica, funcionando como uma taxa referencial para a preservação de valores financeiros no tempo. (BRASIL, 2018). A partir das regras implementadas pelas referidas leis, tem-se observado que a preferência pela Caderneta de Poupança este em relação inversa com a Taxa Selic, quando esta última converge para valores mais baixos, tal que “mesmo com um rendimento menor em números absolutos, é quando a Selic está mais baixa que a poupança é mais vantajosa comparativamente.” (CASTRO, 2018)

3 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

3.1 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

Os dados primários foram obtidos via *download* diretamente dos bancos de dados em que estão hospedados, em formato que permite o tratamento por planilha eletrônica e/ou software estatístico, preferencialmente “.csv”, ou que possa ser convertido em tal.

As fontes são:

1) Evolução do valor do ativo OZ1D: site COMDINHEIRO - www.comdinheiro.com.br – disponibiliza para o meio acadêmico, mediante cadastro apropriado, acesso a série históricas e diversas ferramentas relacionadas às áreas econômicas e financeiras.

2) IBOVESPA: site da BM&F Bovespa – Bolsa de Mercadorias e Futuros de São Paulo, em: http://www.bmfbovespa.com.br/pt_br/produtos/indices/indices-amplos/indice-bovespa-ibovespa.htm

3) Criptomoedas: site *Cryptocurrency Market Capitalizations* em: <https://coinmarketcap.com/> - é um site que tornou-se referência no universo dos criptoativos, disponibilizando publicamente uma série de dados como preço atualizado on-line para praticamente todas as criptoativos do mercado. O Portal foi lançado em 2013 e hoje é um dos mais visitados do mundo.

3.1.1 Definição do criptoativo para composição da carteira

Conforme já estabelecido, o primeiro passo é a definição da criptomoeda de menor volatilidade, entre as quatro de maior *market cap* no período de análise, para compor a carteira.

Tabela 2: Criptoativos c/ maior Market cap - 01/julho/2016 a 30/junho/2017

Moeda	Símbolo	Lançamento	Detalhes
<i>bitcoin</i>	BTC	2009	Considerada a primeira moeda digital mundial descentralizada; pode ser enquadrada como ativo especulativo (bem material), dinheiro commodity (mercadoria), unidade de conta (meio de troca), e ainda moedas correntes.
<i>ethereum</i>	ETH	2011	Criptomoeda descentralizada de uso em uma plataforma também descentralizada e de mesmo nome; essa plataforma é capaz de executar armazenar registros de transações, conhecidas como smart contracts
<i>litecoin</i>	LTC	2015	Criptomoeda inspirada tecnicamente no Bitcoin, tendo como pressuposto aumento na velocidade das transações e queda nas taxas cobradas aos usuários
<i>ripple</i>	XRP	2015	Criptomoeda nativa de um protocolo chamado Ripple Transaction Protocol (RTXP) ou Ripple, cujas características são transações financeiras globais praticamente instantâneas e gratuitas.

Fonte: Elaborado pelo autor (2018). Adaptado de Guia do Bitcoin em <https://guiadobitcoin.com.br/>

Para a definição requerida, foi compilada a planilha contendo os preços de fechamento diários dos quatro criptoativos pré-selecionadas, durante todo o período de avaliação, permitindo o cálculo dos respectivos retornos logarítmicos diários dos mesmos, conforme exposto em 2.1.3, com base nas variações intradiárias.

Figura 7: Preços de fechamento (US\$) e Retornos logarítmicos - 01/07/2016 a 30/06/2017

B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Date	Close BTC	Close ETH	Close XRP	Close LTC		Retorno logarítmico BTC	Retorno logarítmico ETH	Retorno logarítmico XRP	Retorno logarítmico LTC		$(R_t - \bar{R}_t)^2$	$(R_t - \bar{R}_t)^2$	$(R_t - \bar{R}_t)^2$	$(R_t - \bar{R}_t)^2$
Jul 01, 2016	676,30	12,20	0,01	4,26		0,03971536	-0,00575423	-0,01305076	0,07461086		0,00130644	0,00021039	0,00053348	0,00468322
Jul 02, 2016	703,70	12,13	0,01	4,59		-0,06614466	-0,03438494	-0,01382857	-0,07696104		0,00486022	0,00186069	0,00057001	0,00691188
Jul 03, 2016	658,66	11,72	0,01	4,25		0,03725325	-0,02156185	0,06177248	0,06600803		0,00113452	0,00091885	0,00267559	0,00357973
Jul 04, 2016	683,66	11,47	0,01	4,54		-0,01924315	-0,07793798	-0,04794391	-0,02002292		0,00052047	0,00751493	0,00336287	0,00068642
Jul 05, 2016	670,63	10,61	0,01	4,45		0,00994103	-0,00756863	-0,00119492	0,00448431		0,00004058	0,00026632	0,00012637	0,00000288
Jul 06, 2016	677,33	10,53	0,01	4,47		-0,05581580	-0,04070329	-0,01399677	-0,08396538		0,00352675	0,00244570	0,00057807	0,00812561
Jul 07, 2016	640,56	10,11	0,01	4,11										

Jun 25, 2017	2.589,41	303,25	0,30	43,92		-0,00742963	-0,06525961	-0,04163460	-0,01289465		0,00012101	0,00547753	0,00267092	0,00036372
Jun 26, 2017	2.478,45	272,69	0,28	41,13		-0,04379669	-0,10622193	-0,07345527	-0,06563201		0,00224366	0,01321871	0,00697252	0,00515645
Jun 27, 2017	2.552,45	293,09	0,28	40,54		0,02942032	0,07214411	-0,00354773	-0,01444864		0,00068621	0,00401872	0,00018480	0,00042541
Jun 28, 2017	2.574,79	327,93	0,28	42,85		0,00871430	0,11232044	0,01490434	0,05541650		0,00002646	0,01072668	0,00002360	0,00242456
Jun 29, 2017	2.539,32	302,88	0,27	41,07		-0,01387165	-0,07946348	-0,05059604	-0,04242772		0,00030423	0,00778175	0,00424353	0,00236235
Jun 30, 2017	2.480,84	294,92	0,26	40,35		-0,02329912	-0,02663255	-0,00942941	-0,01768653		0,00072198	0,00125198	0,00037931	0,00056945
						0,00357065	0,00875074	0,01004637	0,00617671					
						Médias				0,35465193	1,41000971	3,24092200	1,2631495	
										Somatórios				

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Subsequentemente, calculou-se para cada um dos criptoativos a volatilidade com base na fórmula $v = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (R_t - \bar{R}_t)^2}{n}}$ (ASSAF NETO, 2015, p. 129), para o período considerado, para cada um dos criptoativos.

Tabela 3: Volatilidade (v)

	BTC (%)	ETH (%)	XRP (%)	LTC (%)
Volatilidade	3,12	6,22	9,44	5,89

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Como buscamos o criptoativo de menor volatilidade, a escolha deve recair sobre o bitcoin (BTC), uma vez que apresenta, entre todas, a menor volatilidade média, no período considerado entre os quatro criptoativos pré-selecionadas.

$$\bar{v}_{BTC} = 3,12\% < \bar{v}_{LTC} < \bar{v}_{ETH} < \bar{v}_{XRP}$$

Além de apresentar a menor volatilidade, o bitcoin é também o criptoativo de maior aceitação pelo mercado se considerarmos o volume financeiro aplicado no mesmo, medido pelo market cap, bem como o volume de transações de compra e venda, o que dá uma medida de sua liquidez. Em julho de 2016, a Revista Exame (EXAME, 2016), especializada em assuntos econômicos, noticiava que o volume de negociação do bitcoin no Brasil superava o do ouro naquele semestre, mais de R\$ 164 milhões movimentados nas bolsas da moeda digital durante o período, contra R\$ 153 milhões do ouro. Já em setembro de 2017, conforme noticiado pelo site especializado Guia do Bitcoin (2017), com base no portal de estatísticas do mercado de criptoativos Bitcoin Average, o Brasil apresentou o 4º. maior volume de negócios envolvendo o bitcoin por dia, cerca de R\$ 30 milhões.

3.1.2 Elaboração do Modelo

Uma vez definido o bitcoin (BTC) como criptoativo de escolha para compor a carteira, por apresentar a menor volatilidade entre as quatro pré-selecionadas, temos então que estabelecer a participação de cada um dos ativos – BTC, OZ1D e BOVA11 – na carteira de forma a que se obtenha a melhor combinação de risco/retorno, buscando o menor risco, com base no modelo de Markowitz.

Para elaboração do modelo, foi compilada a planilha conforme **Figura 8**, contendo de forma temporalmente ordenada as cotações diárias dos ativos componentes – BTC, BOVA11 e OZ1D no período de 01 de julho de 2016 a 30 de junho de 2017, a partir da qual foram calculados os respectivos retornos diários, conforme 2.1.2, bem como as respectivas Médias dos Retornos.

Figura 8: Cotações e retornos logarítmicos diários - 01/07/2016 a 30/06/2017

	A	B	C	D	E	F	G	H	
1	Ordem	Date	Fechamento BTC (US\$)	Fechamento BOVA11 (R\$)	Fechamento OZ1D (R\$)	Retorno Logarítmico BTC	Retorno Logarítmico BOVA11	Retorno Logarítmico OZ1D	
2	0	Jul 01, 2016	676,30	50,71	138,20				
3	3	Jul 04, 2016	683,66	51,01	140,00	1,08239534%	0,58985621%	1,29405113%	
4	4	Jul 05, 2016	670,63	50,25	143,00	-1,92431489%	-1,50111450%	2,12022077%	
5	5	Jul 06, 2016	677,33	50,40	144,50	0,99410297%	0,29806281%	1,04348773%	
6	6	Jul 07, 2016	640,56	50,48	146,00	-5,58158050%	0,15860432%	1,03271142%	
7	7	Jul 08, 2016	666,52	51,55	144,60	3,97273529%	2,09749922%	-0,96353120%	
8	10	Jul 11, 2016	647,66	52,30	143,00	-2,87042794%	1,44441606%	-1,11266795%	

243	355	Jun 21, 2017	2.689,10	58,78	133,00	-1,20831870%	0,06807352%	0,00075188%	
244	356	Jun 22, 2017	2.705,41	59,35	132,30	0,60469068%	0,96504601%	-0,52770571%	
245	357	Jun 23, 2017	2.744,91	59,10	134,00	1,44948156%	-0,42211966%	1,27677288%	
246	360	Jun 26, 2017	2.478,45	60,26	131,50	-10,21149228%	1,94376093%	-1,88329483%	
247	361	Jun 27, 2017	2.552,45	59,75	132,60	2,94203174%	-0,84993429%	0,83302261%	
248	362	Jun 28, 2017	2.574,79	59,95	131,50	0,87142952%	0,33416907%	-0,83302261%	
249	363	Jun 29, 2017	2.539,32	60,10	131,00	-1,38716487%	0,24989601%	-0,38095284%	
250	364	Jun 30, 2017	2.480,84	60,93	131,50	-2,32991161%	1,37158227%	0,38095284%	
251									
252									
253						Média dos Retornos	0,52407892%	0,07403328%	-0,02003833%

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

A partir desses dados, podemos obter a representação gráfica da fronteira eficiente, simulando diferentes participações de cada ativo na carteira, o que retornará para cada uma dessas combinações um par ordenado composto pelo binômio risco/retorno correspondente. Para operacionalizar esse cálculo, é necessária a obtenção das seguintes estatísticas:

- o Retorno Esperado para cada um dos ativos individualmente, que é a média dos retornos logarítmicos diários:

Tabela 4: Retorno Esperado

BTC	BOVA11	OZ1D
0,524079%	0,074033%	-0,020038%

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

- a variância dos retornos para cada um dos ativos e a covariância entre os retornos dos ativos, par a par. Ambos os valores podem ser obtidos gerando-se a matriz de covariância, utilizando o Excel a partir da ferramenta “*Dados/Análise de Dados/Covariância*”:

Tabela 5: Matriz de Covariância

	<i>Retorno BTC</i>	<i>Retorno BOVA11</i>	<i>Retorno OZ1D</i>
Retorno BTC	0,13196129%		
Retorno BOVA11	0,00065383%	0,01990728%	
Retorno OZ1D	0,00170950%	-0,00731578%	0,01403606%

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Com base no exposto em 2.2.2 é possível elaborar tabelas de simulações com diferentes combinações de proporções de investimentos para os três ativos, para as quais calcula-se o binômio risco/retorno correspondente. Como são três ativos, podemos fixar o valor para um deles e fazer variar os outros dois, tendo em mente que a soma das proporções investidas deve sempre ser igual a 100%. Na **Tabela 6** temos simulações fixando a proporção de BTC em 1,0%, 5,0%, 10% e 15% e fazendo variar as proporções de BOVA11 e OZ1D.

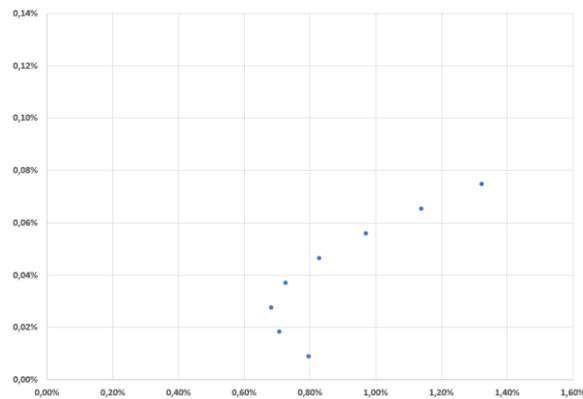
Tabela 6: Simulação de % de investimentos

Proporções investidas			Binômios Risco/Retorno		
BTC	BOVA11	OZ1D		Risco	Retorno
1,0%	9,0%	90,0%	=>	1,023388%	-0,006131%
1,0%	19,0%	80,0%	=>	0,870986%	0,003276%
1,0%	29,0%	70,0%	=>	0,753171%	0,012684%
1,0%	39,0%	60,0%	=>	0,687946%	0,022091%
1,0%	49,0%	50,0%	=>	0,690382%	0,031498%
1,0%	59,0%	40,0%	=>	0,759828%	0,040905%
1,0%	69,0%	30,0%	=>	0,880570%	0,050312%
1,0%	79,0%	20,0%	=>	1,034806%	0,059719%
1,0%	89,0%	10,0%	=>	1,209793%	0,069127%
1,0%	99,0%	0,0%	=>	1,397758%	0,078534%
5,0%	5,0%	90,0%	=>	1,064442%	0,011871%
5,0%	15,0%	80,0%	=>	0,906481%	0,021278%
5,0%	25,0%	70,0%	=>	0,779573%	0,030685%
5,0%	35,0%	60,0%	=>	0,700795%	0,040093%
5,0%	45,0%	50,0%	=>	0,686912%	0,049500%
5,0%	55,0%	40,0%	=>	0,741578%	0,058907%
5,0%	65,0%	30,0%	=>	0,851693%	0,068314%
5,0%	75,0%	20,0%	=>	0,999088%	0,077721%
5,0%	85,0%	10,0%	=>	1,169756%	0,087128%
5,0%	95,0%	0,0%	=>	1,354929%	0,096536%
10,0%	0,0%	90,0%	=>	1,143648%	0,034373%
10,0%	10,0%	80,0%	=>	0,984035%	0,043781%
10,0%	20,0%	70,0%	=>	0,852098%	0,053188%
10,0%	30,0%	60,0%	=>	0,762347%	0,062595%
10,0%	40,0%	50,0%	=>	0,730499%	0,072002%
10,0%	50,0%	40,0%	=>	0,763831%	0,081409%
10,0%	60,0%	30,0%	=>	0,854753%	0,090816%
10,0%	70,0%	20,0%	=>	0,987482%	0,100224%
10,0%	80,0%	10,0%	=>	1,147603%	0,109631%
10,0%	90,0%	0,0%	=>	1,325224%	0,119038%
15,0%	5,0%	80,0%	=>	1,090972%	0,066283%
15,0%	15,0%	70,0%	=>	0,959004%	0,075690%
15,0%	25,0%	60,0%	=>	0,864009%	0,085097%
15,0%	35,0%	50,0%	=>	0,818956%	0,094504%
15,0%	45,0%	40,0%	=>	0,831998%	0,103911%
15,0%	55,0%	30,0%	=>	0,900614%	0,113319%
15,0%	65,0%	20,0%	=>	1,013580%	0,122726%
15,0%	75,0%	10,0%	=>	1,157989%	0,132133%
15,0%	85,0%	0,0%	=>	1,323588%	0,141540%

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Os pares risco/retorno foram plotados, demonstrando que para cada valor fixo da proporção de um ativo temos diferentes curvas para a fronteira eficiente, evidenciando a complexidade dos cálculos tanto maiores quanto maior a quantidade de ativos que irão compor a carteira. O **Gráfico 6** descreve graficamente a configuração risco/retorno em que foi investido 1,0% do capital disponível em BTC:

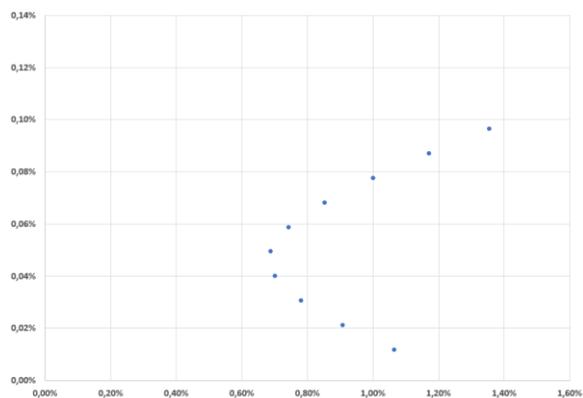
Gráfico 6: Proporção BTC = 1,0%



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

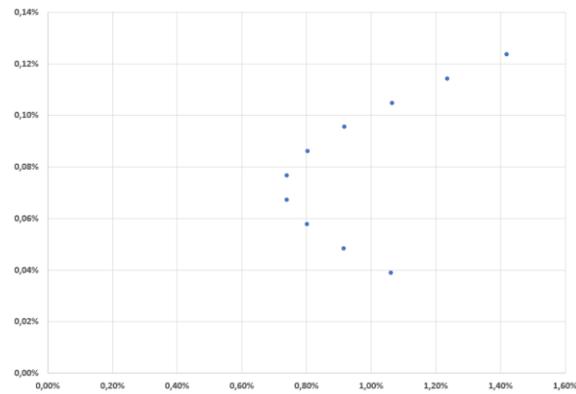
No **Gráfico 7** tem-se a descrição gráfica da relação risco/retorno em que foi investido 5,0% do capital disponível em BTC:

Gráfico 7: Proporção BTC = 5,0%



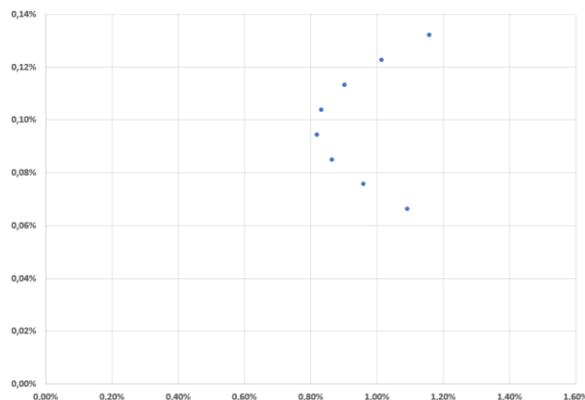
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

No **Gráfico 8** tem-se a descrição gráfica da relação risco/retorno em que foi investido 5,0% do capital disponível em BTC:

Gráfico 8: Proporção BTC = 10,0%

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

E no **Gráfico 9** tem-se a descrição gráfica da relação risco/retorno em que foi investido 5,0% do capital disponível em BTC:

Gráfico 9: Proporção BTC = 15,0%

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Considerando o período utilizado, série histórica de 01 de julho de 2016 a 30 de junho de 2017, temos que não há linearidade uma vez mantido um valor fixo para um dos ativos, e também não há relação de linearidade entre os gráficos. A conclusão inescapável é que precisamos levar em conta que a observação via simulações e elaboração de gráfico não tem a necessária precisão, mesmo porque estamos considerando um pequeno número de combinações dos três ativos para a simulação, quando as combinações são infinitas. Para obter-se a necessária precisão, teríamos que elevar exponencialmente o número de simulações, o que seria contraproducente; por outro lado, uma precisão significativa pode ser obtida de forma

automatizada por métodos numéricos disponíveis em softwares de planilhas eletrônicas. No Excel pode-se usar a ferramenta *Solver*, disponível em “*Dados/Solver*”. O *Solver* encontra, testando valores, um valor ideal (máximo ou mínimo) para uma fórmula em uma célula considerando restrições, ou limites definidos pelo usuário, sobre os valores de outras variáveis de uma fórmula. O *Solver* ajusta os valores nas células variáveis de decisão para satisfazer aos limites sobre células de restrição e produzir o resultado que o usuário busca como solução.

Para o cálculo através do *Solver*, necessitamos de valores já calculados anteriormente, o Retorno Esperado de cada um dos ativos e a Matriz de Covariância. Com esses valores já calculados, monta-se o esquema da **Figura 9**:

Figura 9: Esquema para resolução "Solver"

	T	U	V	W	X
1	Ativos	BTC	BOVA11	OZ1D	TOTAL
2	Decisão	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
3	Variância da Carteira	0,000000%			
4	Retorno Esperado	0,000000%			
5	Desvio Padrão	0,000000%			
6					
7					
8		Matriz de Covariância			
9		Retorno BTC	Retorno BOVA11	Retorno OZ1D	
10	Retorno BTC	0,131961%	0,000654%	0,001709%	
11	Retorno BOVA11	0,000654%	0,019907%	-0,007316%	
12	Retorno OZ1D	0,001709%	-0,007316%	0,014036%	
13					
14					
15		Retorno Esperado			
16		BTC	BOVA11	OZ1D	
17		0,524079%	0,074033%	-0,020038%	

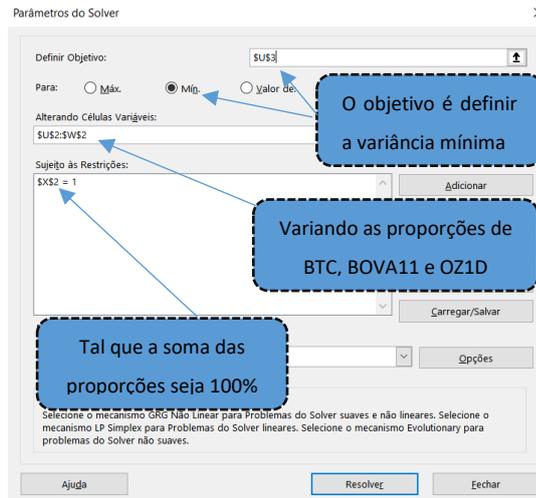
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

As células U2, V2 e W2 são inicialmente preenchidas com 0,00% e nos darão, após a resolução, os valores que buscamos, ou sejam, as proporções a serem investidas em cada um dos ativos conforme a Carteira de Mínima Variância (célula U3). Naturalmente, a célula X2 deverá trazer, ao final do processo, o valor de 100%. A célula U3 será preenchida com a fórmula de Variância da Carteira, considerando os valores da linha decisão (que inicialmente são 0,00%) e também os valores da Matriz de Covariância; naturalmente, no início será também 0,00% e para resolução do Solver definiremos que deva ter um valor mínimo. A célula U4 será preenchida com a fórmula de Retorno Esperado da Carteira, considerando os valores da linha decisão (que inicialmente são 0,00%) e também os valores de Retorno Esperado de cada ativo; naturalmente, no início será também 0,00% e após a resolução nos dará o Retorno Esperado

conforme Markowitz. Por fim, a célula U5 é a raiz quadrada da célula U3, e nos dará o Risco da Carteira (Desvio-padrão), segundo Markowitz.

A ferramenta “*Solver*”, uma vez acionada, apresenta a configuração da **Figura 10**, com os parâmetros definidos conforme Markowitz.

Figura 10: Parâmetros “*Solver*”



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Com a resolução do modelo, temos definidas as proporções de investimentos em cada um dos ativos que irão compor a Carteira Eficiente, segundo o Modelo de Markowitz, composta pelo criptoativo bitcoin (BTC), fundo baseado no Ibovespa (BOVA11) e fundo baseado na valorização do ouro (OZ1D).

Tabela 7: Carteira Eficiente: BTC - BOVA11 - OZ1D

Ativos	BTC	BOVA11	OZ1D	TOTAL
Decisão	2,5%	42,9%	54,6%	100,0%
Variância da Carteira	0,004564%			
Retorno Esperado	0,034130%			
Desvio Padrão	0,675579%			

Matriz de Covariância			
	Retorno BTC	Retorno BOVA11	Retorno OZ1D
Retorno BTC	0,131961%	0,000654%	0,001709%
Retorno BOVA11	0,000654%	0,019907%	-0,007316%
Retorno OZ1D	0,001709%	-0,007316%	0,014036%

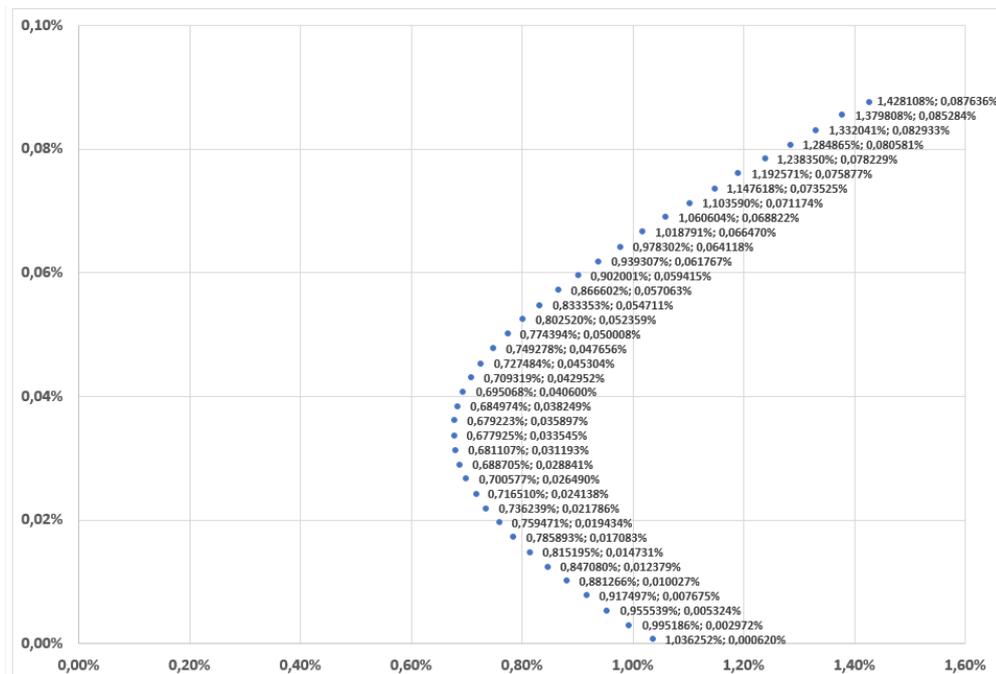
Retorno Esperado		
BTC	BOVA11	OZ1D
0,524079%	0,074033%	-0,020038%

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Com base no modelo obtido, a indicação é que se elabore uma carteira em que 2,5% do capital disponível seja investido em BTC, 42,9% do capital seja investido em BOVA11, e 54,6% seja investido em OZ1D. O risco dessa carteira, medido pelo desvio padrão, é de 0,675579% e o retorno esperado é de 0,034130% a.d.. O **Gráfico 10** mostra a curva da Fronteira Eficiente obtida, ilustrando os binômios Risco/Retorno para cada par ordenado;

Gráfico 10: Fronteira Eficiente: BTC - BOVA11 - OZ1D

Série histórica: 01/07/2016 a 30/06/2017



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

3.1.3 Aplicação do modelo

Estabelecidos os parâmetros que serão a base da elaboração da Carteira Eficiente, cria-se uma “carteira teórica” nas mesmas bases e avalia-se seu comportamento no período imediatamente subsequente ao que foi utilizado para estabelecimento do modelo: criação do modelo com base no período de 01/julho/2016 a 30/junho/2017 e análise com base no período de 01/julho/2017 a 30/junho/2018. Como dia 01/julho/2017 é um sábado, a aplicação da

“carteira teórica” deve iniciar-se no primeiro dia útil seguinte, qual seja, o dia 03/julho/2017, uma segunda-feira. Assim, os períodos ficam assim estabelecidos, conforme **Tabela 8**.

Tabela 8: Períodos: Modelo Markowitz

Evento	Período
Elaboração do modelo	01/julho/2016 a 30/junho/2017
Aplicação da “carteira teórica”	03/julho/2017 a 30/junho/2018
Venda da “carteira teórica”	03 de julho de 2018

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Essa “carteira teórica” é criada, por conveniência, com base em um capital disponível de R\$1.000.000,00, distribuídos conforme as proporções obtidas segundo Markowitz, obtidas em 3.1.2, como mostrado na **Tabela 9**.

Tabela 9: Carteira teórica: BTC - BOVA11 - OZ1D

Ativo	Valor do ativo (R\$) em 03/07/2017⁸	% a Investir	Capital a Investir (R\$)	Qtde. de ativos	Capital Investido (R\$)
Bitcoin (BTC)	8.034,02	2,5%	25.000,00	3,11689983	25.041,22
Ibovespa (BOVA11)	61,09	42,9%	429.000,00	7.022	428.973,98
Ouro (OZ1D)	130,40	54,6%	546.000,00	4.187	545.984,80
TOTAIS		100,00%	1.000.000,00		1.000.000,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

O capital “investido” varia ligeiramente do “a investir” porque para os ativos BOVA11 e OZ1D só é possível comercializar valores inteiros, correspondentes a contratos, que

⁸ O valor do BTC, em US\$, foi obtido no site de referência do mercado de criptoativos *Coinmarketcap*. As cotações BOVA11 e OZ1D foram obtidos no site “UOL Economia”.

são as unidades de negociação dos referidos ativos; o resíduo fracionário foi convertido em BTC, a preços em real convertendo-se o valor disponível em dólar no site de referência – *Coinmarketcap* – pelo valor de venda do dólar comercial, conforme divulgado pelo Bacen. No caso do *bitcoin*, a quantidade possui oito casas decimais porque é a menor fração em que a moeda é negociada representando 0,00000001 bitcoin, ou um centésimo de milionésimo de bitcoin, e tem o nome de *satoshi*, em homenagem ao sobrenome do pretenso autor do *paper* que deu origem à tecnologia subjacente.

No dia 03/julho/2017 é realizada a “venda” do portfólio da “carteira teórica”, para apuração do retorno obtido.

Tabela 10: Venda da “carteira teórica”

Ativo	Valor do ativo (R\$) em 03/07/2018	Qtde. de ativos na "Carteira"	Capital resgatado (R\$)
Bitcoin (BTC)	25.726,97	3,11689983	80.188,40
Ibovespa (BOVA11)	71,10	7.022	499.264,20
Ouro (OZ1D)	156,04	4.187	653.339,48
TOTAIS			1.232.792,08

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Conforme se depreende da **Tabela 10**, a “carteira teórica”, segundo Markowitz, apresenta o seguinte retorno:

$$k_t = \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} - 1 \right) * 100 \quad (21)$$

Fonte: Assaf Neto, 2015, p. 126

$$k_t = \left(\frac{1.232.792,08}{1.000.000,00} - 1 \right) * 100$$

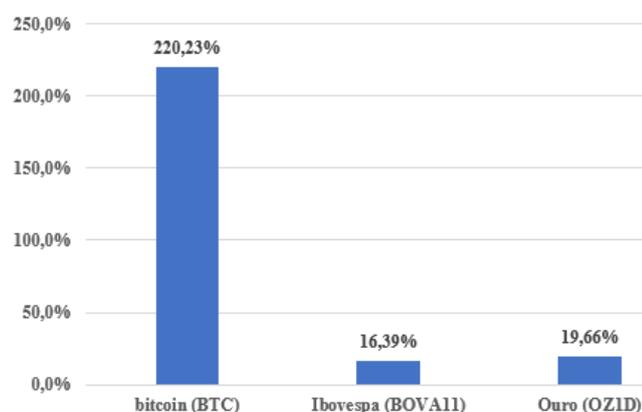
$$k_t = 23,28\% \text{ a. a}$$

3.1.4 Comparativos: Distribuição igualitária, Poupança e Taxa Selic

Para avaliação da Carteira de Mínima Variância, é necessário comparar seu retorno com outras modalidades de investimento. Para tal, escolhemos como comparação: a) uma carteira em que a distribuição do capital disponível seja igualitária – 1/3 para cada ativo; b) aplicação de todo o capital disponível em Caderneta de Poupança; e c) investimento atrelado à Taxa Selic, todos no mesmo período em que foi feita a aplicação da “carteira teórica”. O comparativo com distribuição igualitária mostra a pertinência do modelo de mínima variância, com proporções diferenciadas, como determinante para minimização de riscos; o comparativo com a Caderneta de Poupança se justifica por ser esta uma modalidade de “investimento” tradicional, muito utilizada pela população brasileira, notadamente por aqueles que não estão devidamente afeitos às especificidades do mercado financeiro. E por fim, o comparativo com a Taxa Selic se justifica por ser a mesma, como apontado por Assaf Neto (2015, p. 68), tratada como a taxa básica de juros de toda a economia brasileira, cujo valor é apurado diariamente, determinado pela média ponderada de todas as operações de financiamento interbancário. Esta taxa tem tal importância que o COPOM, o Comitê de Política Monetária do Banco Central fixa, periodicamente, uma meta para esta taxa como mecanismo fundamental de política econômica.

Como referência, o **Gráfico 11** apresenta a evolução dos três ativos, tomados isoladamente, no período de 03 de julho de 2017 a 03 de julho de 2018, que é aquele em que a carteira teórica foi colocada a teste e feita a venda para apuração de seu resultado.

Gráfico 11: Retornos dos ativos no período de 03/julho/2017 a 03/julho/2018



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

3.1.4.1 Distribuição igualitária

Essa “carteira teórica” baseada em distribuição igualitária é criada com base em um capital disponível de R\$1.000.000,00 distribuídos conforme proporções iguais para cada um dos ativos, ou seja, 1/3 do capital disponível investidos em BTC, BOVA11 e OZ1D, respectivamente.

Tabela 11: “Carteira teórica” c/ distribuição igualitária

Ativo	Valor do ativo (R\$) em 03/07/2017	% a Investir	Capital a Investir (R\$)	Qtde. de ativos	Capital Investido (R\$)
bitcoin (BTC)	8.034,02	33,3%	333.333,33	41,49737833	333.390,56
Ibovespa (BOVA11)	61,09	33,3%	333.333,33	5.456	333.307,04
Ouro (OZ1D)	130,40	33,3%	333.333,33	2.556	333.302,40
TOTAIS		100,00%	1.000.000,00		1.000.000,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

No dia 03/julho/2018 é realizada a “venda” do portfólio da “carteira teórica” com distribuição igualitária, para apuração do retorno obtido.

Tabela 12: Venda da “carteira teórica” c/ distribuição igualitária

Ativo	Valor do ativo (R\$) em 03/07/2018	Qtde. de ativos na "Carteira"	Capital resgatado (R\$)
bitcoin (BTC)	25.726,97	41,49737833	1.067.601,97
Ibovespa (BOVA11)	71,10	5.456	387.921,60
Ouro (OZ1D)	156,04	2.556	398.838,24
TOTAIS			1.854.361,81

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Conforme se depreende da **Tabela 12**, a “carteira teórica” com distribuição igualitária, apresentou o seguinte retorno:

$$k_t = \left(\frac{1.854.361,81}{1.000.000,00} - 1 \right) * 100$$

$$k_t = 85,44\% \text{ a. a}$$

3.1.4.2 Caderneta de Poupança

Nessa opção, todo o capital disponível é aplicado em Caderneta de Poupança em 03/julho/2017 com resgate em 03/julho/2018.

Tabela 13: Aplicação em Caderneta de Poupança

Aplicação	Valor da aplicação (R\$) em 03/07/2017	Valor do resgate (R\$) em 03/07/2018
Caderneta de Poupança	1.000.000,00	1.054.229,40
TOTAIS	1.000.000,00	1.054.229,40

Fonte: Calculadora do Cidadão/Banco Central do Brasil (2018).

Conforme se depreende da **Tabela 13**, a aplicação em Caderneta de Poupança apresentou o seguinte retorno:

$$k_t = \left(\frac{1.054.229,40}{1.000.000,00} - 1 \right) * 100$$

$$k_t = 5,42\% \text{ a. a}$$

3.1.4.3 Taxa Selic

Nessa opção, o capital disponível é corrigido com base na variação da Taxa Selic, com base no período considerado.

Tabela 14: Correção de valor pela Taxa Selic

Aplicação	Valor (R\$) em 03/07/2017	Valor (R\$) em 03/07/2018
Caderneta de Poupança	1.000.000,00	1.073.893,91
TOTAIS	1.000.000,00	1.073.893,91

Fonte: Calculadora do Cidadão/Banco Central do Brasil (2018).

Conforme se depreende da **Tabela 14**, a aplicação em ativo atrelado à Taxa Selic apresentou o seguinte retorno:

$$k_t = \left(\frac{1.073.893,91}{1.000.000,00} - 1 \right) * 100$$

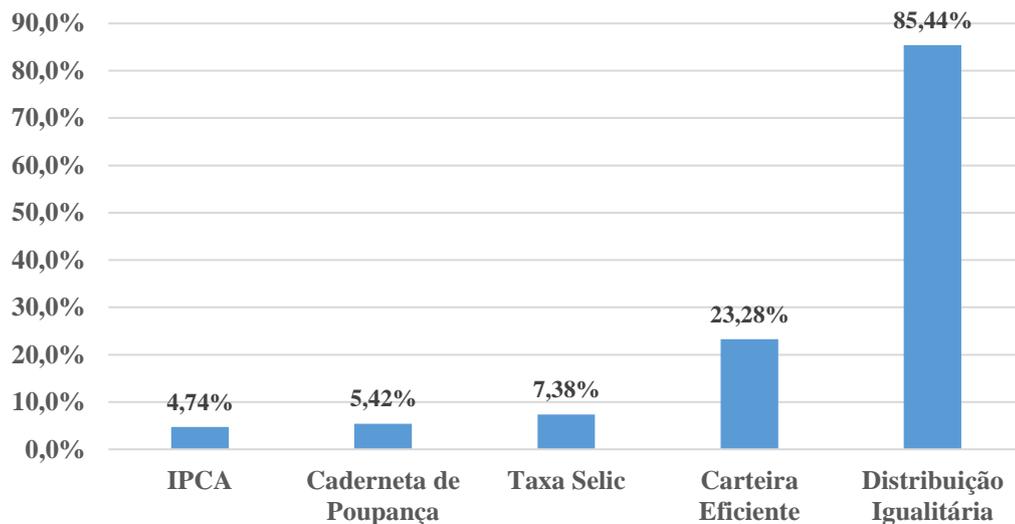
$$k_t = 7,38\% \text{ a.a}$$

3.1.4.4 Resultados consolidados

Feitos os cálculos referentes a cada uma das carteiras alvos da comparação proposta, os resultados são tabulados e apresentados em forma gráfica para efeito de

comparação. A inclusão do IPCA⁹ no **Gráfico 12** serve como parâmetro para avaliar-se a proteção mínima do patrimônio financeiro, sendo que para coerência da comparabilidade o IPCA foi tomado nos meses que compreendem o mesmo período da análise, julho de 2017 a junho de 2018, inclusive.

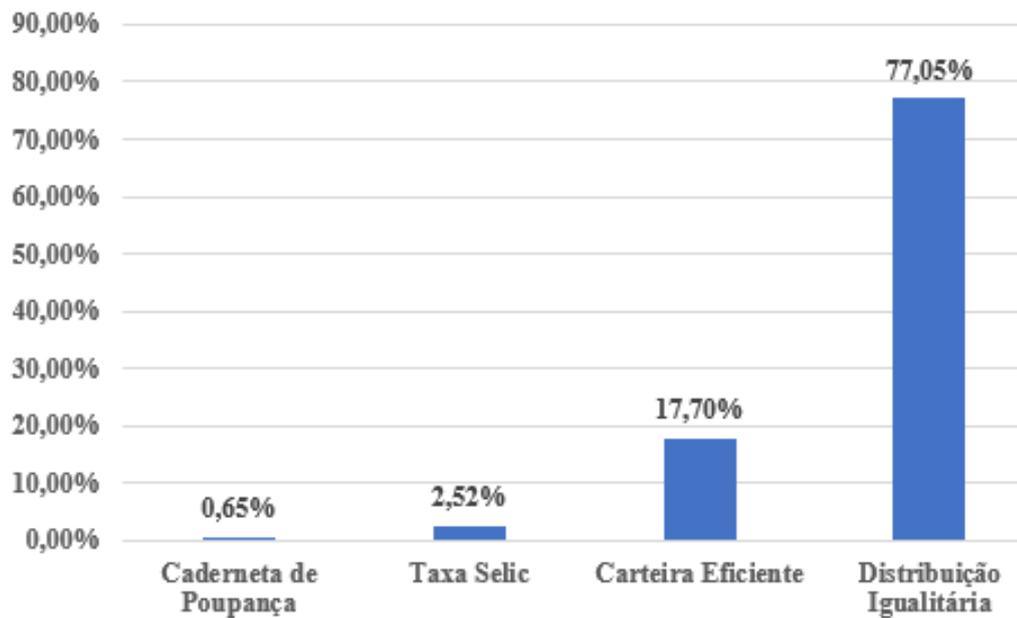
Gráfico 12: Taxas nominais: 03/julho/2017 a 03/julho/2018



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Para melhor compreensão e comparabilidade, o **Gráfico 13** descreve os rendimentos em termos reais, já descontados os efeitos inflacionários medidos pelo IPCA do período.

⁹ IPCA: Índice de Preços ao Consumidor Amplo: sob responsabilidade do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, órgão responsável pelas Estatísticas Oficiais no Brasil) é o índice que mede mensalmente a variação de preços do mercado para o consumidor final, e representa o índice oficial da inflação no Brasil.

Gráfico 13: Taxas reais: 03/julho/2017 a 03/julho/2018

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

E dada a relevância das variáveis estatísticas, apresenta-se também a tabulação das que representam a quantificação dos riscos e retornos de cada um dos ativos

Tabela 15: Média, Variância e Desvio-padrão dos Retornos

Estatística	bitcoin	BOVA11	OZ1D	Carteira Eficiente
Média dos Retornos	0,591232%	0,083960%	-0,013002%	0,034130%
Variância dos Retornos	0,130341%	0,019580%	0,014138%	0,004564%
Desvio Padrão dos Retornos	3,617583%	1,402116%	1,191448%	0,675579%

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Para efeito deste estudo, não se considerou as taxas de corretagem, emolumento, custódia em função da diversidade de taxas praticadas neste segmento.

4 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ponto a ser considerado é a própria distribuição apontada pelo Modelo da Carteira Eficiente, notadamente sobre a indicação de um percentual baixo – apenas 2,5% do capital disponível em bitcoin – evidenciando a detecção por parte do modelo do alto risco, apresentado por exposição ao bitcoin, representado pelo desvio-padrão. O risco de exposição ao bitcoin foi medido em 2,5 vezes maior do que no Ibovespa, e 3,0 vezes maior do que em ouro. Assim, natural que ao se buscar proteção ao risco, através da carteira de mínima variância, o modelo de Markowitz indique precaução com esse ativo.

Já, a comparação da “carteira teórica”, conforme Markowitz com distribuição igualitária, Caderneta de Poupança e Taxa Selic apresenta disparidades, o que por si só aponta a necessidade de análises cuidadosas na gestão do patrimônio financeiro.

A primeira constatação é que a aplicação em Caderneta de Poupança é unicamente suficiente para esse fim, com ganho real quase inexpressivo. Não por outro motivo tem sido desestimulada constantemente por analistas financeiros, de forma unânime. Em relação à Carteira Eficiente, esta última a supera em muito, tendo um retorno quase cinco vezes maior no período de um ano. No médio e longo prazo, com juros em composição, a diferença tende a extremos.

Em relação à Taxa Selic, ela é definidora do rendimento das LFTs (Letra Financeira do Tesouro) - também conhecidas como Tesouro Selic -, título de renda fixa pós-fixado cuja rentabilidade segue a variação da taxa Selic, a taxa de juros básica da economia brasileira. Essa taxa pode ser tomada como de retorno livre de risco, pois se considera que o risco de Tesouro, responsável pela emissão desses títulos não honrar com os mesmos, é “quase” nulo. A Carteira Eficiente obtida supera a “taxa livre de risco” em mais de três vezes, com uma exposição a risco minimizada, demonstrando sua pertinência não só na proteção patrimonial quando em valorização real expressiva sem exposição excessiva a riscos.

O comparativo com o rendimento da distribuição igualitária proporciona ao estudo subsídios importantes. Em relação ao rendimento da “carteira eficiente”, que já é expressiva em comparação com o ambiente econômico geral, a carteira com distribuição igualitária quase dobra o capital no período de um ano. Esta situação é a contrapartida para o alto risco já detectado para exposição ao bitcoin. Na distribuição igualitária, a exposição salta de 2,5% do capital investido para 33,3% e como, nesse mesmo período, o valor do criptoativo literalmente

“explodiu”, causou uma repercussão expressiva na carteira. O valor do bitcoin foi cerca de cerca US\$2.000,00 para US\$6.000,00 no período de um ano, o que explica a forte valorização da carteira com distribuição igualitária.

Uma consideração importante a fazer é que o mercado de criptoativos, além de controverso em vários aspectos, ainda não adquiriu aceitação suficiente dos agentes institucionais, envolvendo então níveis de risco muito elevados, além daqueles passíveis de serem medidos por ferramentas estatísticas. O uso de métodos de mensuração do risco sistemático para esse mercado é uma opção que deve ser considerado, inclusive para verificar sua adequação a esse mercado, eventuais adaptações e aprimoramentos. Investimentos em criptoativos constitui-se em um mercado ainda em fase de maturação, com graus de volatilidade e incertezas tão elevados que seu tratamento por métodos de análise consagrados ainda carece de maior verificação. Além do mais, por sua própria precocidade, esse mercado ainda enfrenta desafios legais importantes para sua ampla aceitação. Como por citado Ulrich (2014, p. 33),

As leis e regulações atuais não preveem uma tecnologia como o Bitcoin, o que resulta em algumas zonas legais cinzentas. Isso ocorre porque o Bitcoin não se encaixa em definições regulamentares existentes de moeda ou outros instrumentos financeiros ou instituições, tornando complexo saber quais leis se aplicam a ele e de que forma.

Além do cuidado sugerido em relação ao uso de criptoativos em carteira de investimentos, sugere-se, em continuidade ao trabalho atual, o uso de outros métodos de escolha dos quais teriam maior adequação a esse fim. No presente trabalho, optou-se pelo de menor volatilidade no período entre os de maior *market cap*, com vistas à minimização de riscos. No entanto, é importante buscar, por exemplo, outros métodos de *valuation*, de acordo com as práticas já consagradas na área de investimentos, mas adaptados a esse mercado específico, visando a dar maior robustez às carteiras.

Sendo assim, os objetivos deste estudo foram alcançados, contemplando a revisão da literatura sobre o tema, elaboração da carteira ideal pelo Modelo de Markowitz e análise dos resultados obtidos, confrontando com outros indicadores.

Em relação à Teoria das Carteiras, essência do modelo utilizado, deve ser vista como mais uma ferramenta de análise de risco, não podendo ser tomada como norte absoluto para definição de investimentos. Desde sua emergência, em meados do século passado, muitos foram os avanços teóricos nessa área, inclusive alguns de implementação razoavelmente simples, como a complementação da análise através do Índice de Sharpe e Escola Técnica ou Gráfica.

REFERÊNCIAS

- ANTONONOPOULOS, Andreas M. **Mastering Bitcoin: Unlocking Digital Cryptocurrencies**. 1. ed. [S.l.]: O'Reilly Media, 2014.
- ASSAF NETO, A. **Mercado Financeiro**. 13 ed. São Paulo: Atlas, 2015.
- Banco Central do Brasil. **Calculadora do Cidadão**. Disponível em: <<https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADAO>>. Acesso em: 02 nov. 2018.
- Banco Central do Brasil. **Perguntas frequentes**. Disponível em: <<https://goo.gl/jjqTih>>. Acesso em: 22 dez. 2018.
- BM&FBOVESPA. **Acervo Digital**. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/>>. Acesso em: 08 ago. 2018.
- BRASIL. Lei n. 8.177, de 01 de mar. de 1991. **Lei de Desindexação da Economia**. Fernando Collor de Mello. Disponível em: <<https://goo.gl/wD44aw>>. Acesso em: 15 dez. 2018.
- BRASIL. Lei n. 12.703, de 07 de ago. de 2012. **Estabelece regras para a desindexação da economia e dá outras providências**. Dilma Rousseff. Brasília. Disponível em: <<https://goo.gl/K4jqCM>>. Acesso em: 15 dez. 2018.
- BRUNI, Adriano Leal. **Avaliação de Investimentos**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2013. (Série Finanças na Prática).
- CASTRO, José Roberto. **A relação entre Taxa Selic e Caderneta de Poupança em 4 gráficos**. NEXO Jornal. 2018. Disponível em: <<https://goo.gl/SH2Uwv>>. Acesso em: 15 dez. 2018.
- COINMARKETCAP. **Historical Snapshots**. Disponível em: <<https://coinmarketcap.com/>>. Acesso em: 08 ago. 2018.
- COMDINHEIRO. **Cotação Stock OZ1D**. Disponível em: <<https://www.comdinheiro.com.br>>. Acesso em: 08 ago. 2018.
- DAMODARAN, A. **Gestão Estratégica do Risco**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2009. 384 p.
- CANALINI, A. **Gestão de Investimento**. Rio de Janeiro: Livre Expressão, 2012.
- EXAME. **Moeda digital bitcoin supera o volume de negociação do ouro no Brasil**. 2016. Disponível em: <<https://goo.gl/HiL4bV>> Acesso em: 22 dez. 2018.
- FRANCO, André; BAZAN, Vinícius. **Criptomoedas: Melhor que dinheiro**. São Paulo: Empiricus, 2018.

G1 ECONOMIA. **Ibovespa foi melhor investimento em 2017; veja ranking de aplicações.** 2017. Disponível em: < <https://g1.globo.com/economia/educacao-financeira/noticia/ibovespa-foi-melhor-investimento-em-2017-veja-ranking-de-aplicacoes.ghtml>>. Acesso em: 12 set. 2018.

GASTINEAU, Gary L.; KRITZMAN, Mark P. **Dicionário de administração de risco financeiro.** São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 2004.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GITMAN, Lawrence J.; MADURA, Jeff. **Administração Financeira: Uma abordagem Gerencial.** São Paulo: Pearson, 2003.

GUIA do Bitcoin: Criptomoedas. Disponível em: < <https://guiadobitcoin.com.br/brasil-passa-a-ter-4o-maior-volume-de-bitcoin-do-mundo-quase-r-30-milhoes-negociados-em-24-horas/>>. 2017. Acesso em: 22 dez. 2018.

GUIA do Bitcoin: Criptomoedas. Disponível em: <<https://guiadobitcoin.com.br/criptomoedas/>>. 2018. Acesso em: 01 dez. 2018.

LEITE, Helio de Paula; SANVICENTE, Antonio Zoratto. **Índice Bovespa: Um Padrão para os Investimentos Brasileiros.** São Paulo: Atlas, 1995.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MANUAL de Definições e Procedimentos dos Índices da BM&FBOVESPA. São Paulo: [s.n.], 2014. 6 p. Disponível em: <<http://bvmf.bmfbovespa.com.br/indices/download/Manual-de-procedimentos-pt-br.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2018.

MARKOWITZ, H.. **Portfolio Selection.** *The Journal of Finance*, vol. VII, n. 1, March 1952.

NAKAMOTO, Satoshi. **Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System.** 2008. Disponível em: <<https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2018.

PAIVA, Carlos Águedo Nagel; CUNHA, André Moreira. **Noções de Economia.** Brasília: Fundação Alexandre Gusmão, 2008. 452 p.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico.** 2. ed. Novo Hamburgo: FEEVALE, 2013.

SAMANEZ, Carlos Patricio. Determinação do retorno e do risco: Influência da diversificação no risco e retorno dos investimentos. In: SAMANEZ, Carlos Patricio. **Engenharia Econômica.** São Paulo: Pearson, 2009. cap. 8, p. 160-177. Disponível em: <http://unisul.bv3.digitalpages.com.br/users/publications/9788576053590/pages/_7>. Acesso em: 10 out. 2018.

Tesouro Nacional: **Glossário de Termos.** 2018. Disponível em: <<http://www.tesouro.gov.br/pt/-/glossario>>. Acesso em: 15 dez. 2018.

ULRICH, Fernando. **Bitcoin: A moeda na era digital**. São Paulo: Mises Brasil, 2014.

UOL Economia. 2018. Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/>>. Acesso em: 07 nov. 2018.

ZANIN, Guilherme Renato Rossler. **Evidências Históricas da Performance do Ouro**. 2017. Disponível em: <<https://contratofuturo.com/artigo/artigo-1-evidencias-historicas-da-performance-do-ouro>>. Acesso em: 20 out. 2018.

ANEXOS

ANEXO A – Cotações BTC, BOVA11 e OZ1D

Ordem	Date	Fechamento BTC (US\$)	Fechamento BOVA11 (R\$)	Fechamento OZ1D (R\$)
0	Jul 01, 2016	676,30	50,71	138,20
3	Jul 04, 2016	683,66	51,01	140,00
4	Jul 05, 2016	670,63	50,25	143,00
5	Jul 06, 2016	677,33	50,40	144,50
6	Jul 07, 2016	640,56	50,48	146,00
7	Jul 08, 2016	666,52	51,55	144,60
10	Jul 11, 2016	647,66	52,30	143,00
11	Jul 12, 2016	664,55	52,56	140,00
12	Jul 13, 2016	654,47	52,91	141,00
13	Jul 14, 2016	658,08	53,61	137,80
14	Jul 15, 2016	663,26	53,95	139,89
17	Jul 18, 2016	673,11	54,88	138,50
18	Jul 19, 2016	672,86	55,05	139,10
19	Jul 20, 2016	665,69	54,97	136,52
20	Jul 21, 2016	665,01	54,93	139,00
21	Jul 22, 2016	650,62	55,05	137,90
24	Jul 25, 2016	654,10	55,10	138,01
25	Jul 26, 2016	651,78	55,05	137,33
26	Jul 27, 2016	654,35	55,05	139,00
27	Jul 28, 2016	655,04	55,00	140,50
28	Jul 29, 2016	656,99	55,68	140,30
31	Aug 01, 2016	606,27	55,04	141,20
32	Aug 02, 2016	547,47	54,40	142,30
33	Aug 03, 2016	566,36	55,29	140,30
34	Aug 04, 2016	578,29	55,82	140,00
35	Aug 05, 2016	575,04	55,85	135,00
38	Aug 08, 2016	591,05	55,87	136,10
39	Aug 09, 2016	587,80	55,93	134,90
40	Aug 10, 2016	592,10	55,13	134,60
41	Aug 11, 2016	589,12	56,49	135,50
42	Aug 12, 2016	587,56	56,51	136,00
45	Aug 15, 2016	567,24	57,24	134,50
46	Aug 16, 2016	577,44	56,97	137,30
47	Aug 17, 2016	573,22	57,48	138,00
48	Aug 18, 2016	574,32	57,34	139,50
49	Aug 19, 2016	575,63	57,35	137,70
52	Aug 22, 2016	586,75	56,05	136,40
53	Aug 23, 2016	583,42	56,00	138,30
54	Aug 24, 2016	580,18	55,90	136,50

55	Aug 25, 2016	577,76	56,06	136,50
56	Aug 26, 2016	579,65	55,96	137,50
59	Aug 29, 2016	574,11	56,85	137,00
60	Aug 30, 2016	577,50	56,89	134,55
61	Aug 31, 2016	575,47	55,93	134,55
62	Sep 01, 2016	572,30	56,25	136,50
63	Sep 02, 2016	575,54	57,75	137,00
66	Sep 05, 2016	606,59	57,68	138,00
67	Sep 06, 2016	610,44	58,12	138,00
69	Sep 08, 2016	626,32	58,29	137,00
70	Sep 09, 2016	622,86	56,06	138,60
73	Sep 12, 2016	608,24	56,71	137,00
74	Sep 13, 2016	609,24	55,17	139,00
75	Sep 14, 2016	610,68	55,18	140,70
76	Sep 15, 2016	607,16	56,04	139,80
77	Sep 16, 2016	606,97	55,40	137,00
80	Sep 19, 2016	609,23	55,51	137,45
81	Sep 20, 2016	608,31	55,90	136,30
82	Sep 21, 2016	597,15	56,65	137,00
83	Sep 22, 2016	596,30	57,16	138,00
84	Sep 23, 2016	602,84	57,27	138,00
87	Sep 26, 2016	608,04	56,26	137,90
88	Sep 27, 2016	606,17	56,65	137,20
89	Sep 28, 2016	604,73	57,60	136,50
90	Sep 29, 2016	605,69	56,46	137,30
91	Sep 30, 2016	609,74	56,56	139,00
94	Oct 03, 2016	612,13	57,55	134,50
95	Oct 04, 2016	610,20	57,47	132,80
96	Oct 05, 2016	612,51	58,19	130,10
97	Oct 06, 2016	613,02	58,87	129,50
98	Oct 07, 2016	617,12	59,22	129,50
101	Oct 10, 2016	618,99	59,75	128,70
102	Oct 11, 2016	641,07	59,02	128,49
104	Oct 13, 2016	636,79	59,29	128,35
105	Oct 14, 2016	640,38	59,90	128,00
108	Oct 17, 2016	639,19	60,78	128,00
109	Oct 18, 2016	637,96	61,85	128,00
110	Oct 19, 2016	630,52	61,31	128,60
111	Oct 20, 2016	630,86	61,77	128,00
112	Oct 21, 2016	632,83	61,54	128,50
115	Oct 24, 2016	653,76	62,13	126,00
116	Oct 25, 2016	657,59	61,87	126,00
117	Oct 26, 2016	678,30	61,99	127,00
118	Oct 27, 2016	688,31	62,11	128,00
119	Oct 28, 2016	689,65	62,29	130,00
122	Oct 31, 2016	700,97	62,90	129,50

123	Nov 01, 2016	729,79	61,35	133,00
125	Nov 03, 2016	688,70	59,96	134,50
126	Nov 04, 2016	703,24	59,50	135,00
129	Nov 07, 2016	703,13	62,20	131,30
130	Nov 08, 2016	709,85	62,20	130,00
131	Nov 09, 2016	723,27	61,21	131,00
132	Nov 10, 2016	715,53	59,23	135,50
133	Nov 11, 2016	716,41	57,43	134,00
136	Nov 14, 2016	705,02	58,07	134,00
138	Nov 16, 2016	744,20	58,95	134,40
139	Nov 17, 2016	740,98	57,65	133,00
140	Nov 18, 2016	751,59	58,03	131,20
143	Nov 21, 2016	739,25	59,10	130,00
144	Nov 22, 2016	751,35	60,05	129,30
145	Nov 23, 2016	744,59	60,13	128,92
146	Nov 24, 2016	740,29	59,38	128,70
147	Nov 25, 2016	741,65	59,60	130,00
150	Nov 28, 2016	735,81	60,85	128,50
151	Nov 29, 2016	735,60	59,19	129,00
152	Nov 30, 2016	745,69	60,00	127,00
153	Dec 01, 2016	756,77	57,80	129,50
154	Dec 02, 2016	777,94	58,38	130,49
157	Dec 05, 2016	758,70	57,80	128,70
158	Dec 06, 2016	764,22	59,11	127,00
159	Dec 07, 2016	768,13	59,51	127,00
160	Dec 08, 2016	770,81	59,80	127,00
161	Dec 09, 2016	772,79	58,57	125,80
164	Dec 12, 2016	780,09	57,79	124,50
165	Dec 13, 2016	780,56	57,79	123,30
166	Dec 14, 2016	781,48	56,32	123,90
167	Dec 15, 2016	778,09	56,60	122,20
168	Dec 16, 2016	784,91	56,42	123,20
171	Dec 19, 2016	792,71	55,20	122,65
172	Dec 20, 2016	800,88	55,71	121,40
173	Dec 21, 2016	834,28	55,70	120,00
174	Dec 22, 2016	864,54	55,98	119,50
175	Dec 23, 2016	921,98	56,36	117,71
178	Dec 26, 2016	907,61	56,96	118,50
179	Dec 27, 2016	933,20	56,81	119,00
180	Dec 28, 2016	975,92	57,84	119,02
181	Dec 29, 2016	973,50	58,24	118,80
185	Jan 02, 2017	1.021,75	57,63	120,00
186	Jan 03, 2017	1.043,84	59,75	121,10
187	Jan 04, 2017	1.154,73	59,75	120,10
188	Jan 05, 2017	1.013,38	60,05	120,80
189	Jan 06, 2017	902,20	59,85	120,43

192	Jan 09, 2017	902,83	59,74	121,40
193	Jan 10, 2017	907,68	60,25	121,60
194	Jan 11, 2017	777,76	60,47	121,30
195	Jan 12, 2017	804,83	62,00	120,80
196	Jan 13, 2017	823,98	61,68	123,00
199	Jan 16, 2017	831,53	61,90	124,00
200	Jan 17, 2017	907,94	62,28	124,00
201	Jan 18, 2017	886,62	61,90	125,00
202	Jan 19, 2017	899,07	62,10	123,50
203	Jan 20, 2017	895,03	62,57	123,00
206	Jan 23, 2017	921,01	63,80	123,00
207	Jan 24, 2017	892,69	63,91	122,50
209	Jan 26, 2017	917,59	64,20	120,20
210	Jan 27, 2017	919,75	64,01	120,00
213	Jan 30, 2017	920,38	62,26	118,45
214	Jan 31, 2017	970,40	62,39	121,69
215	Feb 01, 2017	989,02	62,71	120,41
216	Feb 02, 2017	1.011,80	62,65	120,00
217	Feb 03, 2017	1.029,91	63,09	121,00
220	Feb 06, 2017	1.038,15	62,01	123,20
221	Feb 07, 2017	1.061,35	62,01	122,30
222	Feb 08, 2017	1.063,07	62,87	122,27
223	Feb 09, 2017	994,38	62,83	123,50
224	Feb 10, 2017	988,67	63,99	123,00
227	Feb 13, 2017	990,64	64,68	122,00
228	Feb 14, 2017	1.004,55	65,05	121,00
229	Feb 15, 2017	1.007,48	65,85	120,60
230	Feb 16, 2017	1.027,44	65,60	122,00
231	Feb 17, 2017	1.046,21	65,42	122,80
234	Feb 20, 2017	1.079,98	66,35	122,40
235	Feb 21, 2017	1.115,30	66,89	122,30
236	Feb 22, 2017	1.117,44	66,48	121,60
237	Feb 23, 2017	1.166,72	65,32	122,40
238	Feb 24, 2017	1.173,68	64,50	124,20
243	Mar 01, 2017	1.222,50	64,83	124,20
244	Mar 02, 2017	1.251,01	63,50	123,50
245	Mar 03, 2017	1.274,99	64,60	123,70
248	Mar 06, 2017	1.272,83	64,20	121,70
249	Mar 07, 2017	1.223,54	63,82	120,80
250	Mar 08, 2017	1.150,00	62,63	122,40
251	Mar 09, 2017	1.188,49	62,37	121,70
252	Mar 10, 2017	1.116,72	62,55	120,75
255	Mar 13, 2017	1.231,92	63,47	120,50
256	Mar 14, 2017	1.240,00	62,75	121,80
257	Mar 15, 2017	1.249,61	64,11	121,00
258	Mar 16, 2017	1.187,81	63,42	122,00

259	Mar 17, 2017	1.100,23	62,21	121,45
262	Mar 20, 2017	1.054,23	62,81	121,00
263	Mar 21, 2017	1.120,54	60,98	121,00
264	Mar 22, 2017	1.049,14	61,37	122,60
265	Mar 23, 2017	1.038,59	61,54	124,20
266	Mar 24, 2017	937,52	61,88	123,50
269	Mar 27, 2017	1.045,77	62,28	125,50
270	Mar 28, 2017	1.047,15	62,50	125,41
271	Mar 29, 2017	1.039,97	63,48	125,10
272	Mar 30, 2017	1.026,43	63,15	124,50
273	Mar 31, 2017	1.071,79	62,78	125,00
276	Apr 03, 2017	1.143,81	63,08	123,90
277	Apr 04, 2017	1.133,25	63,72	124,50
278	Apr 05, 2017	1.124,78	62,56	124,30
279	Apr 06, 2017	1.182,68	62,00	126,45
280	Apr 07, 2017	1.176,90	62,27	127,50
283	Apr 10, 2017	1.187,13	62,54	126,00
284	Apr 11, 2017	1.205,01	62,42	127,50
285	Apr 12, 2017	1.200,37	61,68	129,50
286	Apr 13, 2017	1.169,28	60,80	129,00
290	Apr 17, 2017	1.193,91	62,25	126,55
291	Apr 18, 2017	1.211,67	61,95	128,60
292	Apr 19, 2017	1.210,29	61,20	128,00
293	Apr 20, 2017	1.229,08	61,51	128,30
297	Apr 24, 2017	1.250,15	62,29	127,20
298	Apr 25, 2017	1.265,49	63,00	128,00
299	Apr 26, 2017	1.281,08	62,80	129,00
300	Apr 27, 2017	1.317,73	62,46	129,10
301	Apr 28, 2017	1.316,48	63,19	129,00
305	May 02, 2017	1.452,82	64,56	126,52
306	May 03, 2017	1.490,09	63,96	126,00
307	May 04, 2017	1.537,67	62,66	124,60
308	May 05, 2017	1.555,45	63,66	125,10
311	May 08, 2017	1.723,35	63,42	124,70
312	May 09, 2017	1.755,36	64,17	123,50
313	May 10, 2017	1.787,13	65,20	123,50
314	May 11, 2017	1.848,57	65,35	122,60
315	May 12, 2017	1.724,24	65,94	122,80
318	May 15, 2017	1.738,43	66,27	122,50
319	May 16, 2017	1.734,45	66,45	122,80
320	May 17, 2017	1.839,09	65,33	125,30
321	May 18, 2017	1.888,65	59,67	133,99
322	May 19, 2017	1.987,71	60,61	130,00
325	May 22, 2017	2.173,40	59,53	132,99
326	May 23, 2017	2.320,42	60,74	130,50
327	May 24, 2017	2.443,64	61,17	131,50

328	May 25, 2017	2.304,98	61,29	132,00
329	May 26, 2017	2.202,42	61,95	131,60
332	May 29, 2017	2.255,61	61,74	132,10
333	May 30, 2017	2.175,47	61,90	131,00
334	May 31, 2017	2.286,41	60,56	131,00
335	Jun 01, 2017	2.407,88	60,26	130,00
336	Jun 02, 2017	2.488,55	60,35	132,00
339	Jun 05, 2017	2.686,81	60,45	135,08
340	Jun 06, 2017	2.863,20	60,95	135,49
341	Jun 07, 2017	2.732,16	61,19	134,90
342	Jun 08, 2017	2.805,62	60,71	132,80
343	Jun 09, 2017	2.823,81	60,22	133,36
346	Jun 12, 2017	2.659,63	59,65	134,00
347	Jun 13, 2017	2.717,02	59,82	134,50
348	Jun 14, 2017	2.506,37	59,89	132,40
350	Jun 16, 2017	2.518,56	59,61	134,00
353	Jun 19, 2017	2.589,60	60,09	131,00
354	Jun 20, 2017	2.721,79	58,74	133,00
355	Jun 21, 2017	2.689,10	58,78	133,00
356	Jun 22, 2017	2.705,41	59,35	132,30
357	Jun 23, 2017	2.744,91	59,10	134,00
360	Jun 26, 2017	2.478,45	60,26	131,50
361	Jun 27, 2017	2.552,45	59,75	132,60
362	Jun 28, 2017	2.574,79	59,95	131,50
363	Jun 29, 2017	2.539,32	60,10	131,00
364	Jun 30, 2017	2.480,84	60,93	131,50