



UNIFACS

UNIVERSIDADE SALVADOR

LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES®

**UNIFACS UNIVERSIDADE
MESTRADO EM ADMINISTRAÇÃO**

LEONARDO OLIVEIRA PENNA DE CARVALHO

**O OURO ATUA COMO HEDGE OU VALOR REFÚGIO DIANTE DE DESVALORIZAÇÕES DA
BM&FBOVESPA?**

Salvador
2016

LEONARDO OLIVEIRA PENNA DE CARVALHO

**O OURO ATUA COMO HEDGE OU VALOR REFÚGIO DIANTE DE DESVALORIZAÇÕES
DA BM&FBOVESPA?**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração – PPGA – Mestrado em Administração da UNIFACS Universidade Salvador, Laureate International Universities como requisito parcial para a obtenção de título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Miguel Angel Rivera Castro.

Salvador
2016

FICHA CATALOGRÁFICA

(Elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNIFACS Universidade Salvador, Laureate International Universities).

Carvalho, Leonardo Oliveira Penna de

O ouro atua como hedge ou valor refúgio diante de desvalorizações da BM&FBOVESPA?/ Leonardo Oliveira Penna de Carvalho.– Salvador: UNIFACS, 2016.

72 f. : il.

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração – PPGA – Mestrado em Administração da UNIFACS Universidade Salvador, Laureate International Universities como requisito parcial para a obtenção de título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Miguel Angel Rivera Castro.

1. Ouro. 2. Ações. 3.Hedge. I. Castro, Miguel Angel Rivera, orient.
II. Título.

CDD: 332.6

LEONARDO OLIVEIRA PENNA DE CARVALHO

O OURO ATUA COMO HEDGE OU VALOR REFÚGIO DIANTE DE DESVALORIZAÇÕES
DA BM&FBOVESPA?

Dissertação aprovada como requisito para obtenção do título de mestre em Administração, UNIFACS Universidade Salvador, Laureate International Universities, pela seguinte banca examinadora:

Miguel Angel Rivera Castro - Orientador _____
Doutor em Economia pela Universidade de Santiago de Compostela - USC, Espanha.
Doutor em Energia e Ambiente pela Universidade Federal da Bahia - UFBA, Brasil.
UNIFACS Universidade Salvador, Laureate International Universities

Lindomar Pinto da Silva _____
Doutor em Administração pela Universidade Federal da Bahia - École des Hautes Études
Commerciales (Montréal – Canadá)
UNIFACS Universidade Salvador, Laureate International Universities

Thiago Henrique Carneiro Rios Lopes _____
Doutor em Economia pela Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS, Brasil.
Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Salvador, de 2016.

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho Deus e a todos os santos que foram martirizados ao longo dos séculos para preservar o corpo de Cristo, a Santa Igreja Católica.

Agradeço à minha esposa, Caroline Rohenkohl Santos Penna de Carvalho, que embarcou ao meu lado nessa jornada e que de forma especial carinhosa esteve comigo durante todo o percurso. Agradeço, também, todos os professores que me acompanharam durante o mestrado, em especial ao meu orientador Miguel Angel Rivera Casto, responsável pela realização deste trabalho e aos professores Lindomar Pinto da Silva pelo apoio e colaboração e Thiago Henrique Carneiro Rios

Lopes, membro da qualificação e da banca, e que contribuiu para o aprimoramento do trabalho. Agradeço especialmente à minha madrinha, Ivoney de Sampaio, que rezou por mim inúmeras vezes, pedindo a interseção de Nossa Senhora de Fátima junto a Deus uno e trinitário.

Não posso deixar de mencionar os colegas do curso, em especial, a Ademir Brito, amigo e parceiro de pesquisa e aos demais membros do grupo de pesquisa em finanças, Malu Brandão e Eliane Conceição.

E, por fim, registro minha gratidão ao Professor Doutor Eduardo Fausto Barreto, que me incentivou e aconselhou a ingressar no programa de mestrado.

“O que chamamos de princípio é quase sempre o fim[...]/Não cessaremos nunca de explorar/E o fim de toda nossa exploração/Será chegar ao ponto de partida/E o lugar reconhecer ainda/- Como da primeira vez que o vimos.”

(T.S. Eliot)

RESUMO

Neste trabalho analisamos a capacidade do ouro em preservar o valor de uma carteira de investimentos composta por ações negociadas na Bolsa de Valores de São Paulo diante de variações extremas do mercado. Para tanto, utilizamos um teste de razão de verossimilhança baseado na estrutura de dependência entre o ouro e onze índices da BM&FBovespa. Investigamos se quando esses índices experimentam uma forte queda, o ouro responde com o crescimento extremo de valor ou vice-versa. Inicialmente, a partir da Teoria dos Valores Extremos (TVE), identificamos movimentos extremos tanto no mercado acionário como no mercado do ouro. Assim, pudemos analisar a relação entre o ouro e o mercado de capitais brasileiro através da formulação de várias hipóteses sobre a dependência condicional entre ambos. Utilizando dados diários da cotação do mercado de ações e do ouro referentes ao período compreendido entre janeiro de 2000 e março de 2015, encontramos evidências de que o ouro agiu como fraco valor refúgio para sete índices e atuou como hedge para oito dentre os onze índices analisados. Esses resultados indicam que investidores podem adotar estratégias para proteção de seus patrimônios ao incluir o ouro nas suas carteiras de investimentos.

Palavras-chave: Ouro. Ações. Hedge. Valor refúgio.

ABSTRACT

This work analyzes the coverage capacity of gold over extreme variations in the Brazilian stock exchange (BM&FBovespa). For this purpose, we developed a likelihood ratio test based on the dependence structure between gold and eleven stock indexes from BM&FBovespa. We investigated if when these indexes experienced an extreme loss of value, the gold suffers an extreme increase in its value or vice versa. Firstly, based on the extreme value theory analysis (EVA), we identified extreme movements in both markets. Thus, we investigate the relationship between gold and the Brazilian stock market by formulating many propositions about the conditional dependence between them. Using daily quotation of the stock and gold market price for the period between January 2000 and March 2015, we found evidences that confirms that gold acts as weak safe haven against negative returns of seven indexes and acts as hedge for eight of the eleven indexes analyzed. These results have implications for risk management and hedging strategies.

Keywords: Gold. Stock. Hedge. Safe haven.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fronteira eficiente e seleção de carteira	17
Figura 2 – Evolução do preço do ouro e do IBrX 100 entre 04/01/2000 e 18/03/2015	36
Figura 3 – Histogramas dos retornos do ouro e do IBrX 100 com respectivos limiares	37
Figura 4 – Evolução do preço do ouro e do IEE entre 04/01/2000 e 18/03/2015	39
Figura 5 – Histogramas dos retornos do ouro e do IEE com respectivos limiares	40
Figura 6 – Evolução do preço do ouro e do INDX entre 04/07/2006 a 18/03/2015	43
Figura 7 – Histogramas dos retornos do ouro e do INDX com respectivos limiares	43
Figura 8 – Evolução do preço do ouro e IMOB entre 02/01/2008 a 18/03/2015	45
Figura 9 – Histogramas dos retornos do ouro e do IMOB com respectivos limiares	46
Figura 10 – Evolução do preço do ouro e do IMAT entre 02/01/2006 a 18/03/2015	47
Figura 11 – Histogramas dos retornos do ouro e do IMAT com respectivos limiares	48
Figura 12 – Evolução do preço do ouro e do UTIL entre 02/09/2005 a 18/03/2015	50
Figura 13 – Histogramas dos retornos do ouro e do UTIL com respectivos limiares	51
Figura 14 – Evolução do preço do ouro e do ITEL entre 04/01/2000 a 04/05/2012	53
Figura 15 – Histogramas dos retornos do ouro e do ITEL com respectivos limiares	54
Figura 16 – Evolução do preço do ouro e do IGCT entre 02/01/2006 a 18/03/2015	56
Figura 17 – Histogramas dos retornos do ouro e do IGCT com respectivos limiares	57
Figura 18 – Evolução do preço do ouro e do MLCX entre 01/09/2005 a 18/03/2015	58
Figura 19 – Histogramas dos retornos do ouro e do MLCX com respectivos limiares	59
Figura 20 – Evolução do preço do ouro e do SMLL entre 01/09/2005 a 18/03/2015	61
Figura 21 – Histogramas dos retornos do ouro e do SMLL com respectivos limiares	62
Figura 22 – Evolução do preço do ouro e do IFIX entre 03/01/2011 a 18/03/2015	64
Figura 23 – Histogramas dos retornos do ouro e do IFIX com respectivos limiares	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estatísticas para retornos do ouro e do IBrX 100	37
Tabela 2 – Limiares calculados com o Estimador de Hill para o ouro e para o IBrX 100	38
Tabela 3 – Estimativas para matriz de probabilidade condicional entre o ouro e o IBrX 100 ...	38
Tabela 4 – Resultado Teste Hipóteses IBrX 100	38
Tabela 5 – Estatísticas para retornos do ouro e do IEE	40
Tabela 6 – Limiares calculados com o Estimador de Hill para o ouro e para o IEE	41
Tabela 7 – Estimativas para matriz de probabilidade condicional entre o ouro e o IEE.....	41
Tabela 8 – Resultado Teste Hipóteses IEE	41
Tabela 9 – Estatísticas para retornos do ouro e do INDX.....	42
Tabela 10 – Limiares calculados com o Estimador de Hill para o ouro e para o INDX.....	44
Tabela 11 – Estimativas para matriz de probabilidade condicional entre o ouro e o INDX.....	44
Tabela 12 – Resultado Teste Hipóteses INDX.....	44
Tabela 13 – Estatísticas para retornos do ouro e do IMOB.....	45
Tabela 14 – Limiares calculados com o Estimador de Hill para o ouro e para o IMOB.....	46
Tabela 15 – Estimativas para matriz de probabilidade condicional entre o ouro e o IMOB.....	46
Tabela 16 – Resultado Teste Hipóteses IMOB.....	47
Tabela 17 – Estatísticas para retornos do ouro e do IMAT	48
Tabela 18 – Limiares calculados com o Estimador de Hill para o ouro e para o IMAT	49
Tabela 19 – Estimativas para matriz de probabilidade condicional entre o ouro e o IMAT	49
Tabela 20 – Resultado Teste Hipóteses IMAT	49
Tabela 21 – Estatísticas para retornos do ouro e do UTIL.....	51
Tabela 22 – Limiares calculados com o Estimador de Hill para o ouro e para o UTIL.....	51
Tabela 23 – Estimativas para matriz de probabilidade condicional entre o ouro e o UTIL.....	52
Tabela 24 – Resultado Teste Hipóteses UTIL.....	52
Tabela 25 – Estatísticas para retornos do ouro e do ITEL	53
Tabela 26 – Limiares calculados com o Estimador de Hill para o ouro e para o ITEL	54
Tabela 27 – Estimativas para matriz de probabilidade condicional entre o ouro e o ITEL	54
Tabela 28 – Resultado Teste Hipóteses ITEL	55
Tabela 29 – Estatísticas para retornos do ouro e do IGCT	56
Tabela 30 – Limiares calculados com o Estimador de Hill para o ouro e para o IGCT	57
Tabela 31 – Estimativas para matriz de probabilidade condicional entre o ouro e o IGCT	57
Tabela 32 – Resultado Teste Hipóteses IGCT	57
Tabela 33 – Estatísticas para retornos do ouro e do MLCX.....	59

Tabela 34 – Limiares calculados com o Estimador de Hill para o ouro e para o MLCX.....	60
Tabela 35 – Estimativas para matriz de probabilidade condicional entre o ouro e o MLCX	60
Tabela 36 – Resultado Teste Hipóteses MLCX.....	60
Tabela 37 – Estatísticas para retornos do ouro e do SMLL	62
Tabela 38 – Limiares calculados com o Estimador de Hill para o ouro e para o SMLL	62
Tabela 39 – Estimativas para matriz de probabilidade condicional entre o ouro e o SMLL	63
Tabela 40 – Resultado Teste Hipóteses SMLL	63
Tabela 41 – Estatísticas para retornos do ouro e do IFIX	65
Tabela 42 – Limiares calculados com o Estimador de Hill para o ouro e para o IFIX	65
Tabela 43 – Estimativas para matriz de probabilidade condicional entre o ouro e o IFIX.....	66
Tabela 44 – Resultado Teste Hipóteses	66

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1 TEORIA DA CARTEIRA	16
2.2 TEORIA DOS VALORES EXTREMOS (TVE)	17
2.3 CONCEITO DE HEDGE E VALOR REFÚGIO	20
2.4 OURO.....	22
2.5 ÍNDICES DA BM&FBOVESPA.....	24
3 METODOLOGIA EMPÍRICA	26
3.1 DELINEAMENTO E TIPO DE ESTUDO	26
3.2 IDENTIFICANDO VALORES EXTREMOS.....	27
3.3 TESTE DE RAZÃO DE VEROSSIMILHANÇA PARA DEPENDÊNCIA CONDICIONAL	28
3.3.1 Hipótese 1	29
3.3.2 Hipótese 2	30
3.3.3 Hipótese 3	31
3.3.4 Hipótese 4	32
4 DADOS	33
5 RESULTADOS	35
5.1 ÍNDICES AMPLOS.....	36
5.1.1 Índice Brasil 100 (IBrX 100)	36
5.2 ÍNDICES SETORIAIS	39
5.2.1 Índice BM&FBOVESPA Energia Elétrica (IEE)	39
5.2.2 Índice BM&FBOVESPA Industrial (INDX)	42
5.2.3 Índice BM&FBOVESPA Imobiliário (IMOB)	44
5.2.4 Índice BM&FBOVESPA Materiais Básicos (IMAT)	47
5.2.5 Índice BM&FBOVESPA Utilidade Pública (UTIL)	50
5.2.6 Índice Setorial de Telecomunicações da BOVESPA (ITEL)	52
5.3 ÍNDICES DE GOVERNANÇA	55
5.3.1 Índice Governança Corporativa Trade (IGCT)	55
5.4 ÍNDICES DE SEGMENTO	58
5.4.1 Índice MidLarge Cap (MLCX)	58
5.4.2 Índice Small Cap (SMLL)	60
5.5 OUTROS ÍNDICES.....	63

5.5.1 Índice BM&FBOVESPA Fundos de Investimentos Imobiliários (IFIX).....	63
5.6 RESUMO DOS RESULTADOS.....	66
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	68
REFERÊNCIAS.....	70

1 INTRODUÇÃO

Predomina no mercado financeiro a percepção de que preço do ouro e das ações tendem a mover-se em direções opostas. Esse entendimento é amplamente aceito por investidores, estudiosos e pela mídia especializada, de modo que muitos compartilham a premissa de que ligação entre o ouro e o mercado de ações é dada pelo fato de que ambos os ativos, quando negociados no mercado financeiro, movem-se em sentidos contrários.

Assim, o ouro preservaria o seu valor real e forneceria cobertura contra o risco para os investidores com posições em ações. Como resultado dessa característica, o ouro tem atraído a atenção dos investidores por muitas décadas e é tido como um ativo financeiro que oferece benefícios de diversificação contra as variações nos preços das ações e que, ao mesmo tempo, pode desempenhar o papel de valor refúgio contra movimentos extremos do mercado.

Entretanto, o Brasil é carente de trabalhos científicos que respaldem essa percepção acerca do ouro. Quando iniciamos nossas pesquisas em sites acadêmicos especializados¹, buscando por estudos brasileiros relativos ao ouro, verificamos que esses eram raros, assim como, eram raros os trabalhos nacionais sobre a Teoria dos Valores Extremos (TVE) e constatamos que estudos que abarcassem esses dois elementos conjuntamente eram inexistentes.

Percebemos então a possibilidade de direcionar este trabalho para compreensão do comportamento do ouro frente a uma carteira ativos brasileiros em momentos extremos. Parte das pesquisas foi publicada nos *papers* o “O Ouro atua como Hedge ou Valor Refúgio diante de Variações Cambiais Negativas? Evidências Empíricas no Mercado Brasileiro” (BRITO et al., 2015) e “O Ouro Atua como Hedge ou Valor Refúgio Diante de Desvalorizações da BMFBovespa?” (CARVALHO et al., 2015). A maneira positiva como os trabalhos foram recebidos no meio acadêmico nos trouxe confiança e, ao mesmo tempo, nos permitiu uma reflexão sobre os ajustes e novos direcionamentos que deveríamos adotar para ampliarmos nossas investigações.

¹ <http://www.scielo.br>, <http://www.periodicos.capes.gov.br> e <http://scholar.google.com.br>

Assim, introduzimos novos elementos à pesquisa, ampliamos as variáveis estudadas, abarcando, desta feita onze índices da BM&FBovespa e seguimos em busca de respostas às nossas inquietações. Afinal, se o ouro é apontado por alguns como "reserva de valor em momentos de incerteza econômica, financeira ou política global" (FORTUNA, 2008), é bem verdade que tais percepções carecem de estudos científicos que as validem. Enfim, o ouro pode ser usado como hedge ou como valor refúgio frente às desvalorizações extremas do mercado de capitais brasileiro? Visando a responder a essa questão, o objetivo principal deste trabalho consiste em verificar o comportamento do ouro enquanto hedge e valor refúgio (forte ou fraco) frente às desvalorizações extremas das ações negociadas na Bolsa de Valores de São Paulo (BM&FBovespa).

Entendemos que a compreensão das correlações existentes entre o ouro e o mercado de capitais permite que investidores possam adotar estratégias para a proteção ou ampliação de seu patrimônio, visto que atualmente tais estratégias são desprovidas de uma estrutura teórica e empírica que as respalde.

Considerando o que foi aqui exposto, o trabalho foi organizado em seis capítulos, conforme segue: no capítulo 1, encontram-se a introdução, a definição do problema, os objetivos e as justificativas do trabalho; no capítulo 2, está a revisão da literatura teórica; no capítulo 3, consta a metodologia empírica; o capítulo 4 apresenta os dados da pesquisa; o capítulo 5 traz os resultados e, por fim, no capítulo 6, estão as considerações finais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 TEORIA DA CARTEIRA

A teoria da carteira está fundamentada no modelo desenvolvido por Markowitz (1952), segundo o qual, existem benefícios ao se compor uma carteira com mais de um ativo devido à redução do risco em função da adoção de um portfólio diversificado. O autor se fundamenta na premissa de que os investidores são avessos a risco e, por conseguinte, buscam carteiras “eficientes em média-variância”, ou seja, preferem investimentos que maximizem a relação risco-retorno. Como *proxy* para risco, o modelo utiliza a volatilidade (variância) da carteira. Enquanto “o retorno (R) sobre a carteira como um todo é uma média ponderada de variáveis aleatórias (onde o investidor pode escolher os pesos)” (MARKOWITZ, 1952, p.81, tradução nossa).

Desse modo, a expectativa de retorno (R) de uma carteira é dada por:

$$R = \sum_{i=1}^n x_i \mu_i \quad (2.1)$$

Ao passo que a variância (V) é dada por:

$$V = \sum_{i=1}^n x_i^2 \sigma_i^2 \quad (2.2)$$

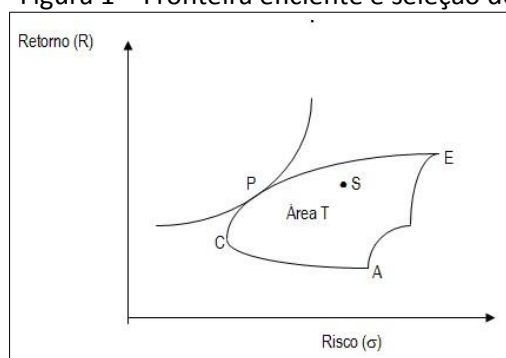
O entendimento decorrente do modelo de média-variância é que, ao se combinar ativos que não possuam uma correlação perfeitamente positiva, esse arranjo produz na carteira uma variância inferior à média ponderada dos ativos individuais. Dessa forma, verificamos os benefícios decorrente da diversificação.

O modelo de carteira fornece uma condição algébrica dos pesos dos ativos em carteiras eficientes em média-variância. O modelo transforma essa declaração algébrica em uma previsão testável da relação entre risco e retorno esperado [...]. (FAMA; FRENCH, 2007, p.1).

Assim, o investidor buscaria sempre a carteira mais eficiente, ou seja, aquela que lhe oferecesse o maior retorno dado um nível de risco, ou o menor risco dado um nível de retorno.

Graficamente é possível verificar as carteiras mais eficientes como aquelas situadas na fronteira eficiente, que representa a limite da carteira mais rentável dado um determinado nível de risco. Esse limite está representado pela linha côncava que liga os pontos C a E na Figura 1 que representa graficamente a fronteira de eficiente de Markowitz.

Figura 1 – Fronteira eficiente e seleção de carteira



Fonte: Silva (2008).

A fronteira eficiente é, portanto, uma função côncava no espaço bidimensional do retorno esperado e do risco. Desse modo, o problema da carteira de investimentos é encontrar todas as carteiras situadas ao longo dessa fronteira (ELTON et al., 2012)

2.2 TEORIA DOS VALORES EXTREMOS (TVE)

Ao se considerar a teoria das carteiras para o estudo de finanças, é comum assumirmos que os dados sejam provenientes de distribuição normal multivariada, que possuem caudas finas. Entretanto, essa premissa muitas vezes é falsa, visto que, comumente, as distribuições oriundas dos ativos financeiros possuem caudas pesadas. Por esse motivo, é necessário recorrer da Teoria dos Valores Extremos (TVE), definida por Mendes (2004, p.19) como "um ramo da probabilidade que estuda o comportamento estocástico de extremos associados a um conjunto de variáveis aleatórias (ou vetores aleatórios) com distribuição comum F ". Segundo Kotz e Nadarajah (2000) a TVE abriga uma enorme variedade de aplicações, incluindo fenômenos naturais como chuvas, poluição atmosférica, inundações e avança por outras áreas de conhecimentos como engenharia e finanças.

Trabalhos envolvendo valores extremos podem ser encontrados no século XVIII quando Nicolas Bernouilli estudou as maiores distancias da média dado um ponto de origem n atribuído aleatoriamente numa reta de comprimento fixo t (GUMBEL, 1958). Mais

recentemente, destacam-se, dentre os trabalhos precursores, Griffith (1920) que investigou resistência de materiais e Bortkiewicz (1922) que tratou do tamanho do intervalo entre o máximo e o mínimo em amostras aleatórias de distribuição normal. Esse último foi tido como um marco no desenvolvimento formal da TVE por ter introduzido o conceito de distribuições de valores extremos.

Logo no ano seguinte, Mises (1923)² tratou dos valores esperados numa distribuição normal contendo valores extremos e Dodd (1923) analisou a mediana e o valor assintótico do intervalo de variação de distribuições normais e, também, discutindo alguns tipos de distribuições não normais. Em seguida destacaram-se os trabalhos de Fréchet (1927) no qual foram consideradas distribuições assintóticas de valores extremos e Fisher e Tippett (1928) que demonstrou que as distribuições de limites extremos podem ser de três tipos.

Posteriormente, Mises (1936) apresentou as condições suficientes para convergência de cada um dos três tipos limites extremos apresentados por Fisher e Tippett (1928). Em seguida, ainda na primeira metade do século XX, uma série de trabalhos voltados para aplicações práticas da TVE foram publicados. Dentre esses, diversos artigos de Gumbel, que incluem estudos sobre expectativa de vida, emissões radioativas e análises de inundações e ainda trabalhos de Weibull, de Rantz e Riggs, de Nordquist e o de Potter. Essas pesquisas incluem estudos que vão de resistência de materiais, níveis de precipitação de chuvas e de inundações até mesmo análises de sísmicas (KOTZ; NADARAJAH, 2000).

Já a aplicabilidade da TVE em finanças decorre do fato que as séries financeiras, no mais das vezes, possuem caldas pesadas o que não permite o uso de modelos simplificados (MENDES, 2004).

A utilização da TVE em finanças se dá, sobretudo, pela incapacidade dos modelos tradicionais em dimensionar risco em situações de baixa probabilidade e com possibilidades de perdas extremas de valor para os investidores. Os métodos tradicionais de cálculo de medidas de risco ignoram os eventos extremos. Esses métodos baseiam-se em geral na distribuição normal que, por ter caudas mais leves que as observadas em séries financeiras, subestimam as perdas. É interessante notar que os métodos tradicionais baseados em suposições simplificadoras irão falhar em épocas quando mais se necessita deles, nos momentos de crise quando se observam grandes movimentos de mercado. Sendo os eventos extremos os eventos atípicos, diferentes da grande maioria das outras observações, e ocorrendo com probabilidade baixa, a estimação das probabilidades associadas aos mesmos torna-se mais difícil devido à escassez de dados. (MENDES, 2004, p.19).

² Trata-se de Richard von Mises. Não confundir com o economista Ludwin von Mises, que é seu irmão

Dentre os autores que tem estudado aplicações da Teoria dos Valores Extremos (TVE) em finanças, destacam-se: Longin (1996) que demonstrou que os movimentos extremos do mercado de ações americano obedecem a uma distribuição Fréchet; Danielsson e Vries (1997) que propuseram um método semi-paramétrico para estimativa de VaR que é uma combinação de uma abordagem não-paramétrica (como técnicas baseadas em simulação histórica, também conhecida como amostragem sem reposição da distribuição empírica) com uma abordagem paramétrica de estimação das caudas³; McNeil (1998) que demonstrou como a abordagem *Peaks Over Threshold* (POT) pode ser incorporada a uma estrutura de volatilidade estocástica para gerar estimativas confiáveis para *Value at Risk* (VaR) e Embrechts (2000) que discutiu algumas questões relacionando a TVE ao VaR como uma ferramenta na administração de riscos financeiros.

Conforme já vimos em Fisher e Tippett (1928), as distribuições de valores extremos podem ser divididas em três famílias, que assim são apresentadas por Kotz e Nadarajah (2000):

Tipo 1 (Gumbel)

$$f(x) = e^{-x-e^{-x}}, \quad (2.3)$$

onde $x \in \mathbb{R}$.

Tipo 2 (Fréchet)

$$F(x) = e^{-\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^{-\xi}}, \quad (2.4)$$

para $x \geq \mu$.

Tipo 3 (Weibull)⁴

$$F(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^\beta}, \quad (2.5)$$

³ A exemplo do pacote RiskMetrics desenvolvido pelo JP Morgan.

⁴ Podemos observar que as distribuições Fréchet e Weibull estão relacionadas por uma simples mudança de sinal.

para $x \geq \mu$.

De todas as famílias, a do Tipo 1 é a mais utilizada em trabalhos sobre Teoria dos Valores Extremos (TVE) (KOTZ; NADARAJAH, 2000). Entretanto, quando se trata de distribuições de séries de retornos de ações, devemos recordar de Longin (1996) que demonstrou que movimentos extremos do mercado de ações americano obedecem a uma distribuição Tipo 2 (Fréchet).

2.3 CONCEITO DE HEDGE E VALOR REFÚGIO

Nesse trabalho, utilizamos os conceitos de hedge e de valor refúgio adotados por Baur e Lucey (2010). Vale destacar que esses conceitos, sobretudo o de hedge, apresenta diferenças da maneira como são usualmente são entendidos. Assim, buscamos aqui retratar uma breve revisão histórica desses conceitos e, por fim, expor as definições que iremos utilizar, destacando os elementos distintivos entre hedge e valor refúgio.

Como veremos em seguida, o conceito de hedge está associado ao de proteção contra risco. O hedge poder ser entendido como um instrumento que minimize a exposição ao risco ao mesmo tempo em que permite o benefício de um investimento. Etimologicamente, a palavra hedge corresponde a uma barreira ou cerca formada por arbustos e que teria a função de limitar áreas de uma propriedade. Assim, analogamente, podemos entender hedge como um instrumento impõe limites ao risco.

Opiniões iniciais sobre hedge podem ser encontradas Marshall (1919) que lhe atribuía um papel preponderante para desenvolvimento do setor agroindustrial, pois, ao agir como um seguro, o hedge protegeria os agricultores em relação a oscilações bruscas nos preços das *comodities*. Keynes (1930), também, entendia o hedge como um instrumento de seguro, no qual os *hedgers* pagariam prêmios aos especuladores para que estes assumissem o risco do negócio. Stein (1961), por sua vez, percebeu que o hedge se encaixava a teoria da carteira ao permitir a maximização dos ganhos ao mesmo tempo em que reduz os riscos do investidor.

Paxson e Wood (2001) conceitua o hedge como um instrumento que fornece proteção contra incertezas a empresas e indivíduos. Diversos, no entanto, são os conceitos de hedge. Bueno (2002) aponta, pelo menos, três teorias para conceituar hedge o processo de *hedging*:

Teoria Tradicional de Hedging; Teoria de Working e Teoria de Carteira e Hedge, nas quais a Teoria da Tradicional de Hedging destaca o hedge como um instrumento voltado exclusivamente para diminuição o risco, não importando o que ocorrerá com os retornos; a Teoria de Working declara que hedge maximiza a expectativa de ganho e Teoria Moderna que busca alinhar as duas teorias anteriores, ao aplicar o conceito de utilidade média-variância de Markowitz. Nesse caso, ainda segundo Bueno (2002) o objetivo de diminuir risco implica numa posição ótima em mercados futuros.

O valor refúgio, por sua vez, corresponde ao termo *safe haven* em inglês, que pode ser traduzido como "porto seguro" ou como "local protegido de dano ou perigo". Entretanto, por afinidade linguística, os trabalhos em língua portuguesa utilizaram o termo "valor refúgio" que corresponde ao francês *valeur refuge* ou ainda ao espanhol *valor refugio*. No entanto, no nosso ponto de vista, termo valor refúgio não captura a essência do seu correspondente *safe haven* em inglês, que nos remete a ideia náutica do "porto seguro", ou seja, um local onde marinheiros buscam abrigo em tempos de tempestade. Quando transportarmos esse conceito para finanças verificamos essa proximidade ao sentido náutico. O glossário do periódico Financial Times, por exemplo, define *safe haven* como: "Uma moeda, ação ou mercadoria que é adquirida por investidores em tempos de crise, devido à sua estabilidade e/ou de fácil liquidação."⁵ (tradução nossa). A analogia com o sentido náutico é, também, apresentada em Baur e Mcdermott (2010), precursores no estudo do valor refúgio, que assim discorreram sobre *safe haven* para em seguida conceituá-lo:

Haven é definido como um lugar de segurança ou refúgio. Em tempos de tempestade, os navios procuram o abrigo seguro de um porto para enfrentar a tempestade. Um ativo *safe haven* deve, portanto, ser aquele que mantém o seu valor em 'tempestade' ou condições adversas de mercado. Tal ativo oferece aos investidores a oportunidade de proteger a riqueza em caso de condições de mercado negativos. (BAUR; MCDERMOTT, 2010, p.1, tradução nossa).

Vale destacar que esse conceito já fora apresentado por Baur e Lucey (2010), segundo os quais, um ativo funciona como valor refúgio quando ele não for correlacionado ou for correlacionado negativamente com outro ativo ou portfólio em momentos de movimentos extremos do mercado; ao passo que, um ativo é considerado hedge quando não for correlacionado ou for correlacionado negativamente com outro ativo ou portfólio na média

⁵ Disponível em <http://lexicon.ft.com/Term?term=safe-haven>

das distribuições dos retornos. Vemos, nesse caso, que o conceito de hedge apresentado por esses autores se aproxima do proposto pela Teoria de Carteira e incorpora elementos provenientes da Teoria dos Valores Extremos (TVE), na medida em que separa os retornos extremos dos não extremos.

Em resumo, assim distinguimos hedge de valor refúgio:

- a) Hedge: um ativo é considerado hedge quando não for correlacionado ou for correlacionado negativamente com outro ativo ou portfólio na sua média;
- b) Valor refúgio: um ativo é considerado valor refúgio quando não for correlacionado ou for correlacionado negativamente com outro ativo ou portfólio em momentos de movimentos extremos do mercado.

Transportando esses conceitos para o nosso trabalho temos que o fator distintivo do ouro enquanto valor refúgio ou hedge contra flutuações do mercado de capitais pode ser identificado com base na forma da estrutura da dependência entre os dois ativos. Se o ouro tem a capacidade de atuar como valor refúgio, então o seu valor não é negativamente afetado por movimentos de redução extrema no valor das ações, o que implica numa forma específica de dependência na cauda. Por outro lado, quando o ouro age como hedge, movimentos não correlacionados ou opostos entre o valor do ouro e das ações são obtidos somente na média, e não em uma região específica (por exemplo, nas caudas) de sua distribuição conjunta. Nesta pesquisa, trabalhamos também com os conceitos de forte e fraco valor refúgio introduzidos por Baur e Mcdermott (2010), segundo os quais: quando o ativo é negativamente correlacionado a outro ativo em momentos extremos ele é considerado um "forte valor refúgio"; por outro lado, quando um ativo não está correlacionado a outro em momentos extremos ele é considerado um "fraco valor refúgio".

2.4 OURO

A Constituição de 1988 classifica o ouro como ativo financeiro ou instrumento cambial. No Brasil, o preço do ouro tende a acompanhar as cotações internacionais em especial as de Nova York e de Londres.

Segundo Fortuna (2008, p.647) “O mercado de ouro, assim como o mercado de ações, integra o grupo dos chamados mercados de risco já que suas cotações variam ao sabor da lei básica da oferta e da procura, bem como em função de fatores exógenos ao mercado”.

O fato de ter seu preço atrelado ao dólar faz com que o ouro acompanhe a cotação dessa moeda e seja visto como hedge por investidores e pela mídia especializada. A capacidade do ouro de desempenhar a função de hedge contra a inflação tem sido analisada por alguns estudos, como Chua e Woodward (1982), Blose (2010) e Chua e Woodward (1982, ??), enquanto outros trabalhos examinaram o status de valor refúgio do ouro em relação ao mercado de ações (BAUR; LUCEY, 2010).

Já Baur e Mcdermott (2010) analisaram a capacidade de valor refúgio do ouro em diversos países e encontraram evidências de que investidores de países desenvolvidos reagem de forma diferente dos investidores dos países em desenvolvimento frente às crises no mercado. Os resultados dessa pesquisa apontaram que o ouro tem uma importância menor, enquanto valor refúgio, nos países em desenvolvimento. Outros estudaram o comportamento do ouro em relação às alterações do preço do petróleo (REBOREDO, 2013). Beckers e Soenen (1984) examinaram a atratividade do ouro para os investidores e suas propriedades de hedging e verificaram que se obtém uma diversificação de risco assimétrico ao se manter posições em ouro, isso tanto para investidores americanos como para os não americanos. Sjasstad e Fabio (1996) descobriram que as valorizações ou depreciações cambiais têm fortes efeitos sobre o preço do ouro. Capie et al. (2005) confirmaram a relação positiva entre depreciação de dólar e o preço do ouro, apontando o ouro como um hedge eficaz contra o dólar. Joy (2011) investigou se o ouro poderia servir como hedge ou valor refúgio e constatou que o ouro tem agido como hedge e como um fraco valor refúgio em relação à moeda americana.

Baur e Mcdermott (2012), por sua vez, realizaram um estudo comparativo entre o ouro e títulos do governo americano, apontando uma prevalência do ouro na preferência dos investidores em momentos de incerteza acompanhada por sinais de ambiguidade extrema do mercado. Mais recentemente, Baur et al. (2014) formularam um modelo de previsão do preço do ouro, a partir do comportamento do ouro em relação a diversas variáveis econômicas, dentre as quais índices de ações, preços de commodities, títulos do governo americano, taxas de câmbio e índices de inflação.

2.5 ÍNDICES DA BM&FBOVESPA

Os índices da BM&FBovespa são indicadores de desempenho de um conjunto de ações, ou seja, mostram a valorização de um determinado grupo de papéis ao longo do tempo (BM&FBOVESPA, 2014).

A carteira teórica do índice tem vigência de 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 (BM&FBOVESPA, 2014).

Os índices podem ser calculados por meio da seguinte fórmula:

$$\text{Índice}(t) = \frac{\text{Valor total da carteira}}{\text{Redutor}} = \frac{(\sum_{i=1}^n P_{it} * Q_{it})}{\alpha} \quad (2.6)$$

onde:

Índice (t) = valor do índice no instante t .

n = número total de ativos integrantes da carteira teórica do índice.

P_{it} = último preço do ativo i no instante t .

Q_{it} = quantidade do ativo i na carteira teórica no instante t .

α = redutor utilizado para adequar o valor total da carteira ao valor de divulgação do índice.

Os índices da BM&FBovespa se dividem em grupos: Índices Amplos, Índices Setoriais, Índices de Sustentabilidade, Índices de Governança, Índices de Segmento e Outros Índices⁶. Cada grupo é composto por um conjunto de índices conforme segue⁷:

Índices Amplos

- Índice Bovespa (Ibovespa)
- Índice Brasil 50 (IBrX 50)

⁶ Para maiores informações sobre os índices da BM&FBovespa, vide <http://www.bmfbovespa.com.br>

⁷ O índice Setorial de telecomunicações (ITEL) foi descontinuado pela BM&F Bovespa em 2012, porém foi utilizado neste trabalho.

- Índice Brasil 100 (IBrX 100)
- Índice Brasil Amplo (IBrA)

Índices Setoriais

- Índice BM&FBOVESPA Energia Elétrica (IEE)
- Índice BM&FBOVESPA Industrial (INDX)
- Índice BMFBOVESPA Consumo (ICON)
- Índice BM&FBOVESPA Imobiliário (IMOB)
- Índice BMFBOVESPA Financeiro (IFNC)
- Índice BM&FBOVESPA Materiais Básicos (IMAT)
- Índice BMFBOVESPA Utilidade Pública (UTIL)

Índices de Sustentabilidade

- Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE)
- Índice Carbono Eficiente (ICO2)

Índices de Governança

- Índice de Ações com Governança Corporativa Diferenciada (IGCX)
- Índice Governança Corporativa Trade (IGCT)
- Índice Governança Corporativa – Novo Mercado (IGC-NM)
- Índice de Ações com Tag Along Diferenciado (ITAG)

Índices de Segmento

- Índice MidLarge Cap (MLCX)
- Índice Small Cap (SMLL)
- Índice Valor BMFBOVESPA (IVBX 2)
- Índice Dividendos BMFBOVESPA (IDIV)

Outros Índices

- Índice de BDRs Não Patrocinados-GLOBAL (BDRX)
- Índice BM&FBOVESPA Fundos de Investimentos Imobiliários (IFIX)
- Índices de Commodities Brasil – ICB

3 METODOLOGIA EMPÍRICA

3.1 DELINEAMENTO E TIPO DE ESTUDO

Diversos são os modelos para se investigar fenômenos financeiros. Boa parte deles é derivada do modelo linear, no qual existe um parâmetro que é multiplicado por cada variável (BROOKS, 2008) e que pode ser reproduzido da seguinte forma:

$$Y_i = \alpha + \beta X_i + e_i \quad (3.1)$$

Entretanto, quando se trata de explicar certas características de dados financeiros o modelo linear apresenta limitações, dentre essas a Leptokurtosis (tendência que as rentabilidades dos ativos financeiros têm em exibir distribuições com caudas ‘gordas’) (BROOKS, 2008).

Considerando essa limitação, para testar as propriedades de valor refúgio e de hedge do ouro, adotamos uma abordagem metodológica que se baseia nas ideias de dependência nas caudas e na média, que é fundamentalmente diferente da abordagem de regressão linear adotada na literatura ((BAUR; MCDERMOTT, 2010); (RANALDO; SODERLIND, 2010); (JOY, 2011)).

Essa abordagem envolve duas etapas: primeiramente, para analisar a dependência da cauda, devemos identificar valores extremos, em particular as perdas extremas para um dado índice a ser utilizado e o valor do mercado do ouro. Para esse propósito, uma abordagem adequada é a utilização da teoria dos valores extremos que classifica os retornos extremos como aqueles que excedem um dado limite. Nos trabalhos de Baur e Mcdermott (2010) e Joy (2011) as condições extremas de mercado foram exogenamente identificadas a partir de um quantil específico (90%, 95%, etc.) da distribuição de retorno. Em segundo lugar, testamos a dependência da cauda e da média condicional entre o ouro e o índice escolhido. Por isso, propomos um teste de razão de probabilidade de dependência condicional para esse fim, tal qual o utilizado em Reboredo e Rivera Castro (2014).

3.2 IDENTIFICANDO VALORES EXTREMOS

Para identificarmos valores extremos para o ouro e para o mercado acionário, utilizamos a metodologia *Peaks Over Threshold* (POT), modelo que classifica como retornos extremos, aqueles que excedem um limiar, denominado μ . A seleção desse limiar é muito sensível: um limite muito baixo garante uma série de máximos com um número maior de observações, enquanto que o contrário gera poucos excessos que leva a uma grande variação nas estimativas (EMBRECHTS et al., 1997; COLES, 2001).

Para a escolha do limiar, utilizamos abordagem não paramétrica chamada de Estimador de Hill, aplicável às distribuições que pertencem ao domínio de atração máximo (MDA) para a distribuição Fréchet. Tendo em vista que os dados não rejeitam a hipótese nula proveniente dessa distribuição, o Estimador de Hill se aplica diretamente às séries de retornos $\{r_t\}_{t=1}^n$, portanto, não há necessidade de considerar sub-amostras. Dadas as estatísticas de ordem da amostra dos retornos: $r_{(1)} \leq r_{(2)} \leq \dots \leq r_{(n)}$ o Estimador de Hill para um número inteiro positivo k é definido como:

$$\xi_{hill}(k) = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \ln(r_{(t-i+1)}) - \ln(r_{(t-k)}), \quad (3.2)$$

onde k é usado para enfatizar que o estimador depende de k .

Na prática, para obter o valor correto de k , o Estimador de Hill é plotado contra k , a fim de encontrar o valor de k para que o estimador pareça estável (TSAY, 2010). Neste caso, o Estimador de Hill é associado com limites diferentes. Dito de outra forma, os seguintes pares ordenados são representados graficamente por:

$$\{(k, \alpha_{k,t}^{hill}) : k = 2, 3, \dots, n\}, \quad (3.3)$$

onde $\alpha = \frac{1}{\xi_{hill}(k)}$ é o índice de cauda estimado.

O Estimador de Hill $\xi_{hill}(k)$ converge em probabilidade para ξ quando $k \rightarrow \infty$ e de

$$l(P : l_{1G}, l_{2G}, l_{3G}, \dots, l_{tG}) = \prod_{j=1; i=1} P_{ij} n_{ij}, \quad (3.4)$$

onde n_{ij} é o número de observações de l_t^B o valor j , que são seguidos por observações de com valor j . Os parâmetros estimados obtidos através da maximização da probabilidade de verossimilhança logarítmica na Eq. 3.4 são a razão entre as contagens de posições adequadas:

$$P_{ij}^{\wedge} = \frac{n^{ij}}{n_{i1} + n_{i2} + n_{i3}} \quad (3.5)$$

A partir dessa estrutura, podemos testar diferentes hipóteses sobre a propriedade de *hedging* e de valor refúgio do ouro através da aplicação de algumas restrições de probabilidade condicional na matriz (M1). Podemos notar que a estrutura dessa matriz abriga todas as informações sobre a estrutura de dependência entre o ouro e o do índice escolhido. Desse modo, se ambos possuírem co-movimentos de retornos, as probabilidades movem-se na diagonal ligando o canto superior esquerdo ao canto inferior direito da matriz (M1), devendo ser maior do que as probabilidades para a mesma linha que se encontra fora desta diagonal, onde P_{11} e P_{33} indicam dependência extrema superior e inferior ou dependência de cauda respectivamente. Ao contrário, quando movimentos extremos negativos do ouro e do índice B seguem em direções opostas, a probabilidade de ocorrência da diagonal que liga o canto inferior esquerdo ao canto superior direito da matriz (M1) é maior do que a probabilidade de ocorrência da mesma linha fora desta diagonal, onde P_{31} e P_{13} indicam movimentos opostos na cauda de ambos. Por fim, os preços do ouro são independentes da queda do índice B quando as probabilidades de cada uma das colunas da matriz (3) são iguais. Assim, com base na dependência da informação recolhida em (3), podemos considerar diferentes hipóteses.

3.3.1 Hipótese 1

Em primeiro lugar, consideramos propriedade do ouro como valor refúgio. Se o ouro desempenha papel de valor refúgio frente ao índice selecionado, então o valor do ouro deve permanecer não extremo ou extremamente positivo quando ocorre uma queda extrema no índice testado. Em ambos os casos, ou ouro preserva o seu valor ou se valoriza diante da

desvalorização do índice escolhido em momentos de turbulência do mercado, ou seja, há verdadeiramente independência nas caldas entre ouro e movimentos extremos negativos das ações. No primeiro caso, quando o valor do ouro permanece não extremo, vamos afirmar que o ouro é um fraco valor refúgio. Nessa situação, a probabilidade de que o ouro tenha um preço não extremo condicionado a um movimento extremo negativo do índice B (P_{32}) é maior do que a probabilidade de que o ouro tenha um valor extremo positivo associado a uma queda extrema do índice B (P_{31}). Essa hipótese pode ser formulada como:

Hipótese 1: $H_0 : P_{32} = P_{31}$ (Ouro não é um fraco valor refúgio).

A rejeição da hipótese 1 indica que o ouro pode atuar como um fraco valor refúgio.

3.3.2 Hipótese 2

No segundo caso, quando o ouro adquire um valor positivo extremo, consideramos que o ouro é um forte valor refúgio. Nessa situação, a probabilidade de que o ouro tenha um valor extremo positivo condicionado a uma queda extrema dos retornos do índice B (P_{31}) é maior do que a probabilidade de que o ouro tenha um valor extremo negativo condicionado a um movimento descendente extremo do índice B (P_{33}), ou seja, existem movimentos opostos da cauda. Esta hipótese pode ser formulada como:

Hipótese 2: $H_0 : P_{31} = P_{33}$ (Ouro não é forte valor refúgio).

A rejeição da hipótese 2 indica que o ouro pode atuar como um forte valor refúgio.

Podemos elaborar a função de verossimilhança sobre a hipótese nula dessas duas hipóteses dada por:

$$l_2(P : I_1^G, I_2^G, \dots, I_t^G) = \prod_{i=1; j=1,2}^3 P_{ij} P_{33} P_{n33} P_{n31+33} \quad (3.6)$$

$$3 \quad (3.7)$$

$$l_1(P : I_1^G, I_2^G, \dots, I_t^G) = \prod_{i=1; j=1,2}^3 P_{ijnij} P_{32} P_{n32} P_{n31+32}$$

respectivamente; quando o LR para testar essas hipóteses é dado por:

$3n$

$$LR = -2 \log \left[l_k(P; I_1^G, I_2^G, \dots, I_t^G) / l(P; I_1^G, I_2^G, \dots, I_t^G) \right] \quad (3.8)$$

onde $k = 1; 2$. O LR estatístico é assintoticamente distribuído como X^2 com 1 grau de liberdade. Notemos que quando as hipóteses 1 e 2 são rejeitadas, o ouro pode ser um fraco ou forte valor refúgio, o que pode ser distinguido testando se $P_{32} > P_{31}$.

3.3.3 Hipótese 3

Podemos considerar a capacidade de hedge do ouro, com base nas informações contidas em (3). Quando o ouro atua como um hedge, então não há co-movimento entre o ouro e desvalorização do índice escolhido, ou seja, há movimentos opostos entre ambos, em circunstância não extrema de mercado. Nesse caso, a probabilidade condicional de que o ouro tenha um valor não extremo, dada uma queda não extrema do índice escolhido deve ser maior do que a probabilidade condicional de que o ouro tenha um valor extremo. Esta hipótese pode ser formulada como:

Hipótese 3: $H_0: P_{22} > P_{2j}, j=1,3$

A rejeição da hipótese 3 significa que o ouro não pode atuar com hedge. Caso a hipótese 3 seja aceita, consideramos que o ouro pode, sim, atuar como hedge.

3.3.4 Hipótese 4

Notemos que o ouro pode atuar como valor refúgio quando a probabilidade da diagonal que liga o canto superior esquerdo ao canto inferior direito da matriz (M1) for menor do que a probabilidades de ocorrência da mesma linha fora dessa diagonal, isto é, não existe co-movimento entre o ouro o índice escolhido, seja em média ou nas caudas de sua distribuição conjunta. Assim, consideramos que a P_{ii} é maior do que as probabilidades condicionais na mesa linha. Essa hipótese pode ser formulada como:

$$\text{Hipótese 4: } H_0: P_{ii} > P_{ij}, i, j=1,2,3$$

A rejeição da hipótese 4 indica que não há co-movimentação entre o ouro e o índice escolhido.

O resultado da hipótese 4 é essencial para a validação dos resultados obtidos a partir das hipóteses 1 e 2, pois a possibilidade do ouro atuar como valor refúgio só pode ser confirmada caso verifiquemos que não há co-movimentação do mesmo em relação ao índice escolhido. Para testar as hipóteses 3 e 4 podemos usar o LR estatístico como na equação (3.8).

4 DADOS

As propriedades de hedge e valor refúgio do ouro em relação aos índices da BM&FBovespa foram investigadas através do teste de razão de verossimilhança acima proposto. Utilizamos dados diários de 2000 a 2015. Os dados dos ativos analisados foram obtidos a partir do Banco da Inglaterra ⁸, do Yahoo Finance ⁹ e do Federal Reserve Bank of St. Louis ¹⁰. Os retornos do ouro e dos índices foram calculados com base na composição contínua da primeira diferença logarítmica dos preços. O preço do ouro foi expresso em dólar por onça, enquanto que, para a valoração dos índices, foi utilizada a metodologia própria adotada pela BM&FBOVESPA. Procuramos, neste trabalho, contemplar índices de modo a representar o maior escopo possível do mercado de ações brasileiro. Assim, os selecionados¹¹ foram:

Índices Amplos

- Índice Brasil 100 (IBrX 100) que indica o desempenho médio das cotações dos 100 ativos de maior negociabilidade e representatividade do mercado de ações brasileiro.

Índices Setoriais

- Índice BM&FBOVESPA Energia Elétrica (IEE) que indica o desempenho médio das cotações dos ativos de maior negociabilidade e representatividade do setor de energia elétrica;
- Índice BM&FBOVESPA Industrial (INDX) que indica o desempenho médio das cotações dos ativos de maior negociabilidade e representatividade do setor industrial;
 - Índice BM&FBOVESPA Imobiliário (IMOB) que indica o desempenho médio das cotações dos ativos de maior negociabilidade e representatividade dos setores da atividade imobiliária compreendidos por construção civil, intermediação imobiliária e exploração de imóveis;
- Índice BM&FBOVESPA Materiais Básicos (IMAT) que indica o desempenho médio das cotações dos ativos de maior negociabilidade e representatividade do setor de materiais básicos;

⁸ <http://www.bankofengland.co.uk>

⁹ <http://finance.yahoo.com>

¹⁰ <http://research.stlouisfed.org>

¹¹ <http://www.bmfbovespa.com.br>

- Índice BMFBOVESPA Utilidade Pública (UTIL) que indica o desempenho médio das cotações dos ativos de maior negociabilidade e representatividade do setor de utilidade pública (energia elétrica, água e saneamento e gás);
- Índice Setorial de Telecomunicações da BOVESPA (ITEL) que indica o desempenho médio das cotações dos ativos de maior negociabilidade e representatividade do setor de telecomunicações.

Índices de Governança

- Índice Governança Corporativa Trade (IGCT) que indica o desempenho médio das cotações dos ativos de emissão de empresas integrantes do IGC¹² que atendam aos critérios adicionais descritos nesta metodologia.

Índices de Segmento

- Índice MidLarge Cap (MLCX) que indica o desempenho médio das cotações dos ativos de uma carteira composta pelas empresas de maior capitalização;
- Índice Small Cap (SMLL) indica o desempenho médio das cotações dos ativos de uma carteira composta pelas empresas de menor capitalização.

Outros Índices

- Índice BM&FBOVESPA Fundos de Investimentos Imobiliários (IFIX) que indica o desempenho médio das cotações dos fundos imobiliários negociados nos mercados de bolsa e de balcão organizado da BM&FBOVESPA.

¹² O Índice de Governança Corporativa Diferenciada (IGC) é um índice que indica o desempenho médio das cotações dos ativos de empresas listadas no Novo Mercado ou nos Níveis 1 ou 2 da BM&FBOVESPA.

5 RESULTADOS

Para investigar as relações condicionais entre as variáveis, foi necessário que o retorno de cada índice fosse comparado isoladamente ao do ouro, visto que as séries temporais dos índices não apresentavam o mesmo período de duração entre si. Assim, esses ativos tiveram suas séries sincronizadas, constituindo um conjunto de pares onde cada série temporal dos retornos dos índices foi alinhada a sua série de retorno do ouro correspondente. Dessa forma, cada índice foi analisado seguindo o seguinte roteiro:

- a) Sincronizamos cada par de séries de cotação de modo que apresentassem as mesmas datas;
- b) Convertemos as séries de cotações em séries de log-retornos¹³;
- c) Calculamos os limiares (superiores e inferiores) para cada par de variáveis, utilizando o Estimador de Hill. Assim, identificamos os retornos da cauda inferior, da região central e da cauda superior de sua distribuição;
- d) Construimos a série do indicador do ouro e do índice B considerando os estados 1, 2 e 3, no tempo t em que os retornos assumiram valores: (1) abaixo do limite inferior; (2) entre o limite inferior e o limite superior; e (3) acima do limite superior, respectivamente;
- e) Estimamos a matriz de probabilidade condicional entre cada par de variáveis de acordo com a estimativa de log-verossimilhança na equação (3.5).
- f) Testamos as diferentes hipóteses formuladas no capítulo anterior. Primeiro, consideramos a capacidade de valor refúgio do ouro, testando as hipóteses 1 e 2 e, em caso de rejeição de ambas as hipóteses, testamos se (P_{32}) era maior que (P_{33}) , para determinar se o ouro agiria como fraco ou forte valor refúgio;
- g) Testamos a hipótese 3 para verificar se o ouro agiria com hedge para o índice testado;
- h) Testamos a hipótese 4. Vale aqui ressaltar que o resultado dessa última hipótese era fundamental para a sustentação dos resultados das hipóteses 1 e 2, pois para validá-las, era preciso evidenciar a não existência de co-movimentação entre ouro e o índice correspondente.

¹³ A vantagem de se utilizar log-retornos é que se pode captar as mudanças relativas na variável e comparar diretamente com outras variáveis cujos valores podem possuir base muito diferentes.

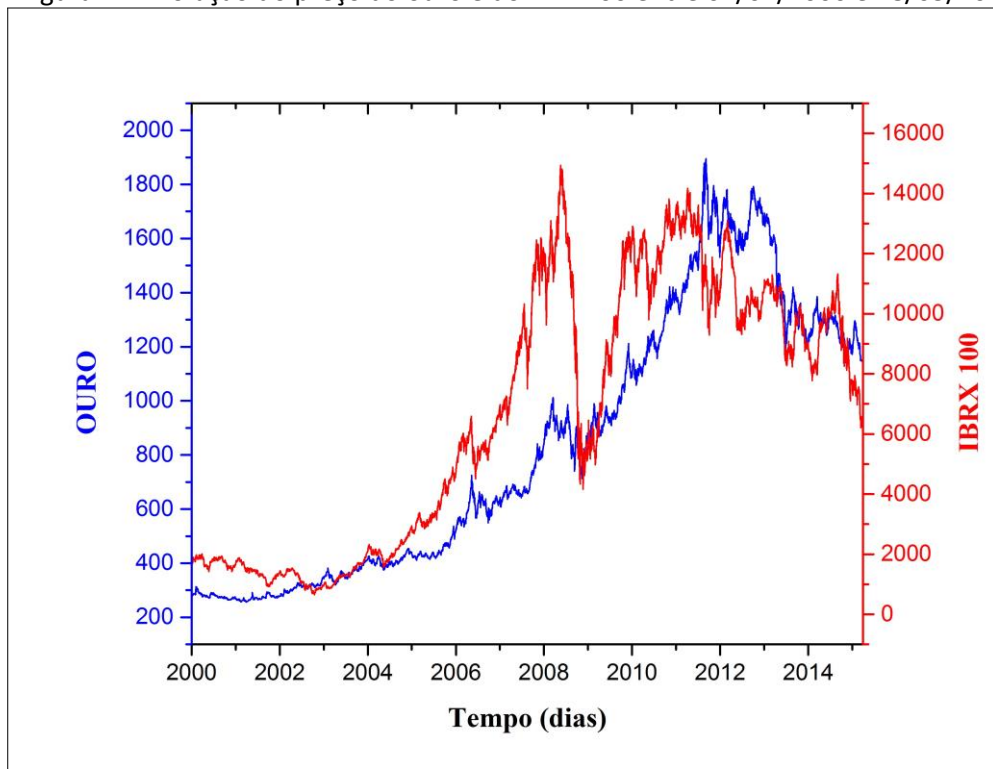
Seguindo esse roteiro, nós chegamos aos resultados que apresentaremos a seguir para cada índice investigado:

5.1 ÍNDICES AMPLOS

5.1.1 Índice Brasil 100 (IBrX 100)

Os retornos do ouro e do IBrX 100 foram calculados com base na composição contínua da primeira diferença logarítmica dos preços. A [Figura 2](#) mostra a dinâmica dos preços desses ativos durante todo o período da amostragem.

Figura 2 – Evolução do preço do ouro e do IBrX 100 entre 04/01/2000 e 18/03/2015



Fonte: Federal Reserve Bank of St. Louis (2015).

As estatísticas para os retornos do ouro e do IBrX 100 são apresentadas na [Tabela 1](#). Por sua vez, os valores dos limiares superior e inferior, identificados com o Estimador de Hill, são visualizados na [Figura 3](#) e na [Tabela 2](#), evidenciando que esses limiares são diferentes para o IBrX100 e para o ouro.

Os resultados apresentados na [Tabela 4](#) indicam que a hipótese 1, que afirmava que o ouro não era um fraco valor refúgio, foi rejeitada. Assim, ficou evidenciado que ouro poderia atuar como um fraco valor refúgio.

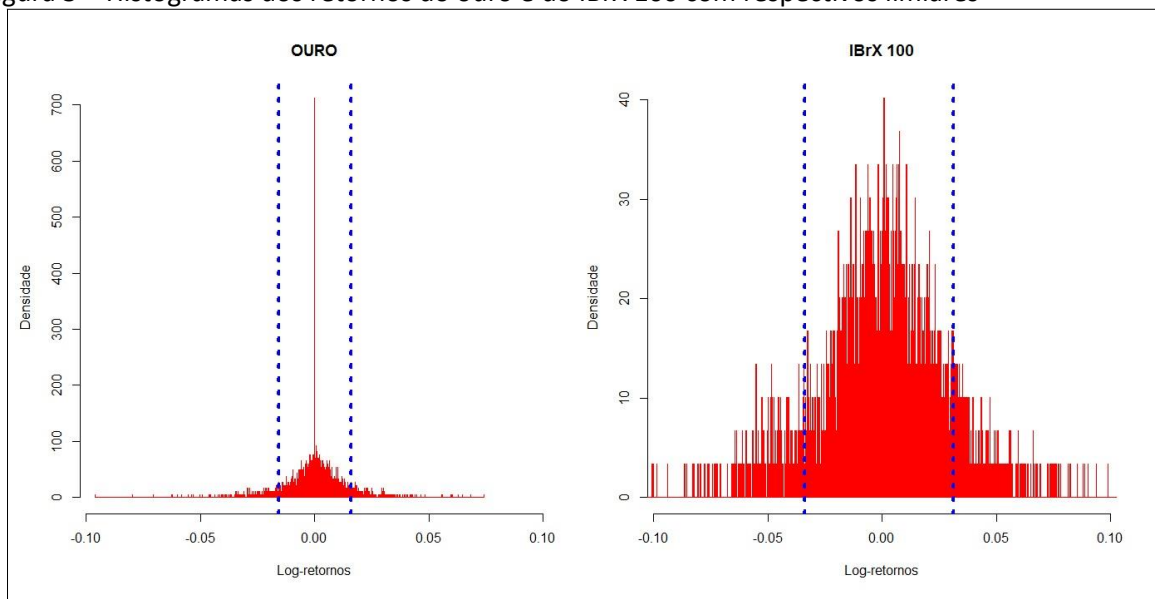
Ao testarmos a hipótese 2, que afirmava que o ouro não era um forte valor refúgio, verificamos que essa também foi rejeitada. Dessa forma, constatamos que o ouro poderia atuar como forte valor refúgio.

Tabela 1 – Estatísticas para retornos do ouro e do IBrX 100

Estatística	Ouro	IBrX 100
Média	0.0003815	0.0003766
Mediana	0.0002947	0.0010933
Mínimo	-0.0959616	-0.1931220
Máximo	0.0741731	0.2203555
Desvio Padrão	0.011940	0.02414071
Correlação	0,07	

Nota: Dados diários para o período de 04/01/2000 a 18/03/2015. A Tabela 1 informa as estatísticas básicas para as séries de retornos, incluindo média, mediana, desvio padrão, máximo, mínimo e a correlação do ouro com o IBrX 100.

Figura 3 – Histogramas dos retornos do ouro e do IBrX 100 com respectivos limiares



Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 2 – Limiares calculados com o Estimador de Hill para o ouro e para o IBrX 100

	Superior	Erro Padrão	Inferior	Erro Padrão
Ouro	0.0161	0.0010	0.0156	0.0010
IBrX 100	0.0314	0.0010	0.0340	0.0010

Nota: A Tabela 2 relata as estimativas de Hill superiores e inferiores e seus desvios-padrão (calculados para um nível de confiança de 95%) para retornos do ouro e do índice usando dados diários para o período de 04/01/2000 a 18/03/2015.

Consequentemente, a rejeição das hipóteses 1 e 2 demonstrou que o ouro poderia agir tanto como fraco quanto como forte valor refúgio. Para determinar qual dessas duas hipóteses prevaleceria, testamos e constatamos que $(P_{32}) > (P_{33})$. A Tabela 3 evidenciou essa constatação, indicando que o ouro teria atuado como um fraco valor refúgio.

Tabela 3 – Estimativas para matriz de probabilidade condicional entre o ouro e o IBrX 100

	P _{1,1}	P _{1,2}	P _{1,3}	P _{2,1}	P _{2,2}	P _{2,3}	P _{3,1}	P _{3,2}	P _{3,3}
Ouro/IBrX 100	0.15	0.78	0.07	0.06	0.88	0.06	0.08	0.77	0.15

Nota: A Tabela 3 mostra a probabilidade condicional da matriz estimada na matriz (M1) usando dados diários para o período de 04/01/2000 e 18/03/2015.

Tabela 4 – Resultado Teste Hipóteses IBrX 100

Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3	Hipótese 4
Rejeitada	Rejeitada	Não Rejeitada	Rejeitada

Nota: A Tabela 4 apresenta os resultados do teste de razão de verossimilhança para as hipóteses 1 a 4. Rejeição (não rejeição) significa que o p valor do teste foi menos (mais) que 0.05.

Ao examinarmos hipótese 3, verificamos que a mesma que não foi rejeitada, o que demonstrou que o ouro teria atuado, também, como hedge. A existência de um baixo coeficiente de correlação positiva apresentado na Tabela 1 corrobora essa interpretação, visto que evidencia que os movimentos do ouro e o IBrX 100 não apresentam co-movimentação significativa em situações não extremas. Desse modo, aceitamos a hipótese de que o ouro poderia atuar como hedge em situações não extremas do mercado.

Por fim, a hipótese 4 foi rejeitada. Lembramos que o resultado dessa última hipótese era fundamental para a sustentação dos resultados das hipóteses 1 e 2. Até então, já sabíamos que o ouro agira como hedge, mas tínhamos apenas o indicativo de que o ouro poderia agir

como um fraco valor refúgio. Para validarmos essa conclusão, era preciso evidenciar a não existência de co-movimentação entre ouro e IBrX 100. A rejeição da hipótese 4, portanto, indicou que não houve esse comportamento na distribuição conjunta entre ambos.

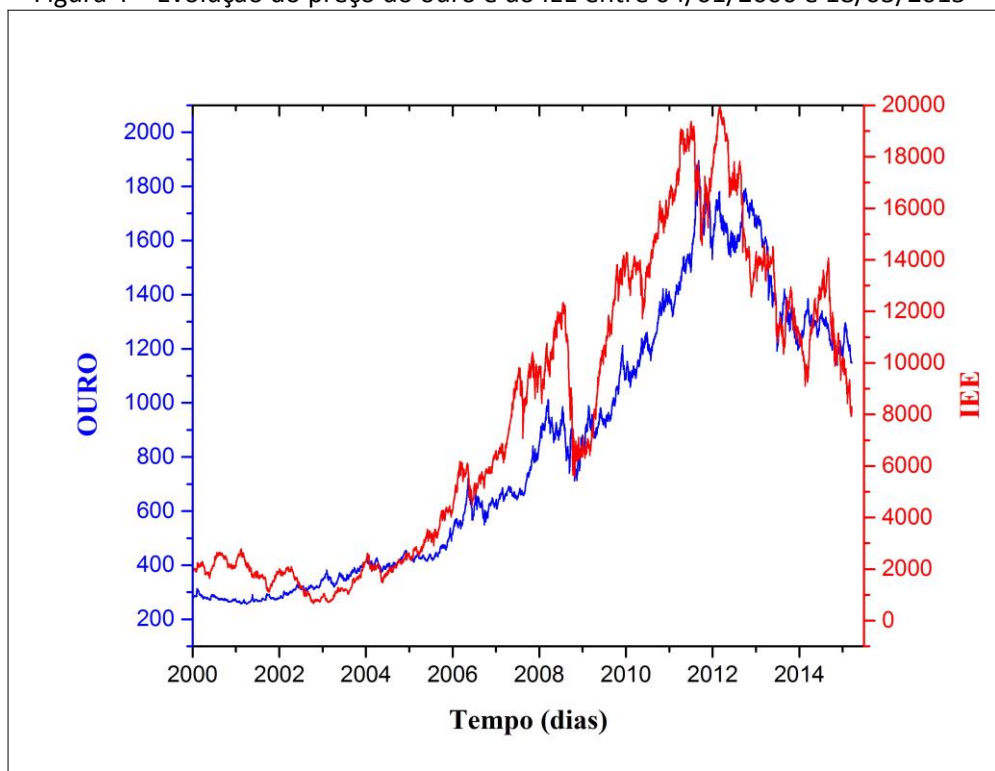
Assim sendo, validamos as conclusões das hipóteses 1 e 2 e concluímos que o ouro agiu tanto como hedge quanto como fraco valor refúgio contra movimentos extremos do IBrX 100 durante o período analisado.

5.2 ÍNDICES SETORIAIS

5.2.1 Índice BM&FBOVESPA Energia Elétrica (IEE)

Os retornos do ouro e do IEE foram calculados com base na composição contínua da primeira diferença logarítmica dos preços. A [Figura 4](#) mostra a dinâmica dos preços desses ativos durante todo o período da amostragem.

Figura 4 – Evolução do preço do ouro e do IEE entre 04/01/2000 e 18/03/2015



Fonte: Federal Reserve Bank of St. Louis (2015).

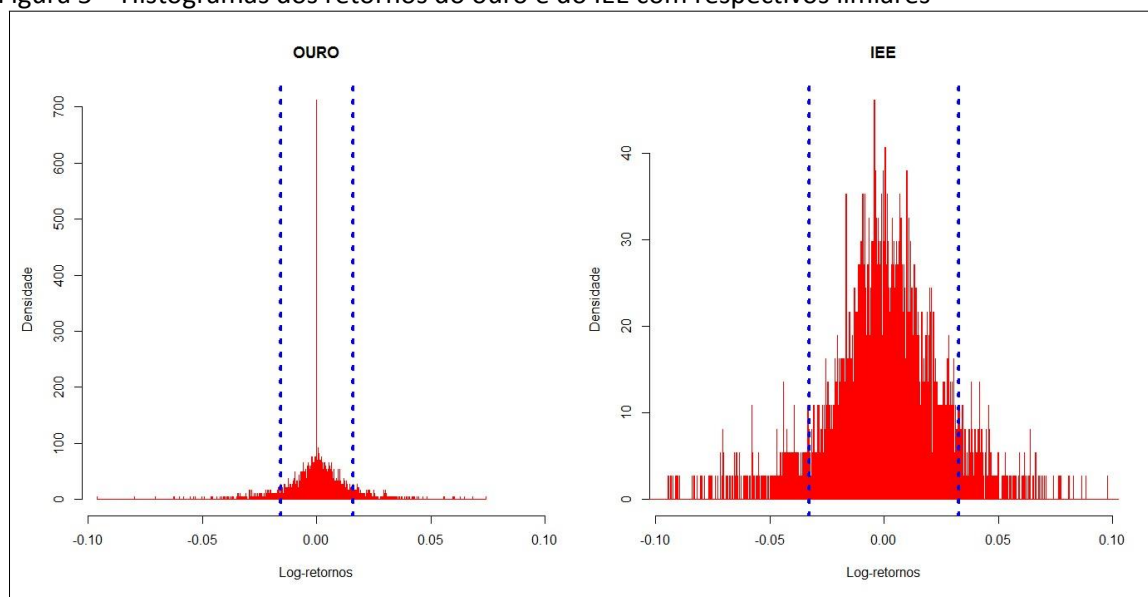
As estatísticas para os retornos do ouro e do IEE são apresentadas na [Tabela 5](#). Por sua vez, os valores dos limiares superior e inferior, identificados com o Estimador de Hill, são visualizados na [Figura 5](#) e na [Tabela 6](#), evidenciando que esses limiares são diferentes para o IEE e para o ouro.

Tabela 5 – Estatísticas para retornos do ouro e do IEE

Estatística	Ouro	IEE
Média	0.0003815	0.0004052
Mediana	0.0002947	0.0004964
Mínimo	-0.0959616	-0.1378842
Máximo	0.0741731	0.1993890
Desvio Padrão	0.01194064	0.023596
Correlação	0,02	

Nota: Dados diários para o período de 04/01/2000 a 18/03/2015. A [Tabela 5](#) informa as estatísticas básicas para as séries de retornos, incluindo média, mediana, desvio padrão, máximo, mínimo e a correlação do ouro com o IEE.

Figura 5 – Histogramas dos retornos do ouro e do IEE com respectivos limiares



Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 6 – Limiares calculados com o Estimador de Hill para o ouro e para o IEE

	Superior	Erro Padrão	Inferior	Erro Padrão
Ouro	0.0161	0.0010	0.0156	0.0010
IEE	0.0328	0.0010	0.0328	0.0010

Nota: A [Tabela 6](#) relata as estimativas de Hill superiores e inferiores e seus desvios-padrão (calculados para um nível de confiança de 95%) para retornos do ouro e do IEE usando dados diários para o período de 04/01/2000 a 18/03/2015.

Os resultados apresentados na [Tabela 8](#) demonstram que as hipóteses 1 e 2 foram rejeitadas, indicando que o ouro poderia agir tanto como fraco quanto como forte valor refúgio para o IEE. Para determinarmos qual dessas duas hipóteses prevaleceria, testamos e constatamos que $(P_{32}) > (P_{33})$. A [Tabela 7](#) evidenciou essa constatação, indicando que o ouro teria atuado como um fraco valor refúgio.

Tabela 7 – Estimativas para matriz de probabilidade condicional entre o ouro e o IEE

	P _{1,1}	P _{1,2}	P _{1,3}	P _{2,1}	P _{2,2}	P _{2,3}	P _{3,1}	P _{3,2}	P _{3,3}
Ouro/IEE	0.11	0.84	0.05	0.06	0.87	0.07	0.08	0.80	0.12

Nota: A [Tabela 7](#) mostra a probabilidade condicional da matriz estimada na matriz (M1) usando dados diários para o período de 04/01/2000 e 18/03/2015.

Ao examinarmos hipótese 3, verificamos que a mesma que não foi rejeitada, o que demonstrou que o ouro teria atuado, também, como hedge. A existência de um baixo coeficiente de correlação positiva apresentado na [Tabela 5](#) corrobora essa interpretação, visto que evidencia que os movimentos do ouro e o IEE não apresentaram co-movimentação significativa em situações não extremas.

Tabela 8 – Resultado Teste Hipóteses IEE

Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3	Hipótese 4
Rejeitada	Rejeitada	Não Rejeitada	Rejeitada

Nota: A [Tabela 8](#) apresenta os resultados do teste de razão de verossimilhança para as hipóteses 1 a 4. Rejeição (não rejeição) significa que o p valor do teste foi menos (mais) que 0.05.

Por fim, a hipótese 4 foi rejeitada, indicando que não houve co-movimentação na distribuição conjunta entre o ouro e o IEE. Assim sendo, validamos as conclusões das hipóteses 1 e 2 e concluímos que o ouro agiu tanto como hedge quanto como fraco valor refúgio contra movimentos extremos do mercado do IEE durante o período analisado.

5.2.2 Índice BM&FBOVESPA Industrial (INDX)

Os retornos do ouro e do INDX foram calculados com base na composição contínua da primeira diferença logarítmica dos preços. A [Figura 6](#) mostra a dinâmica dos preços desses ativos durante todo o período da amostragem.

As estatísticas para os retornos do ouro e do INDX são apresentadas na [Tabela 9](#). Por sua vez, os valores dos limiares superior e inferior, identificados com o Estimador de Hill, são visualizados na [Figura 7](#) e na [Tabela 10](#), evidenciando que esses limiares são diferentes para o INDX e para o ouro.

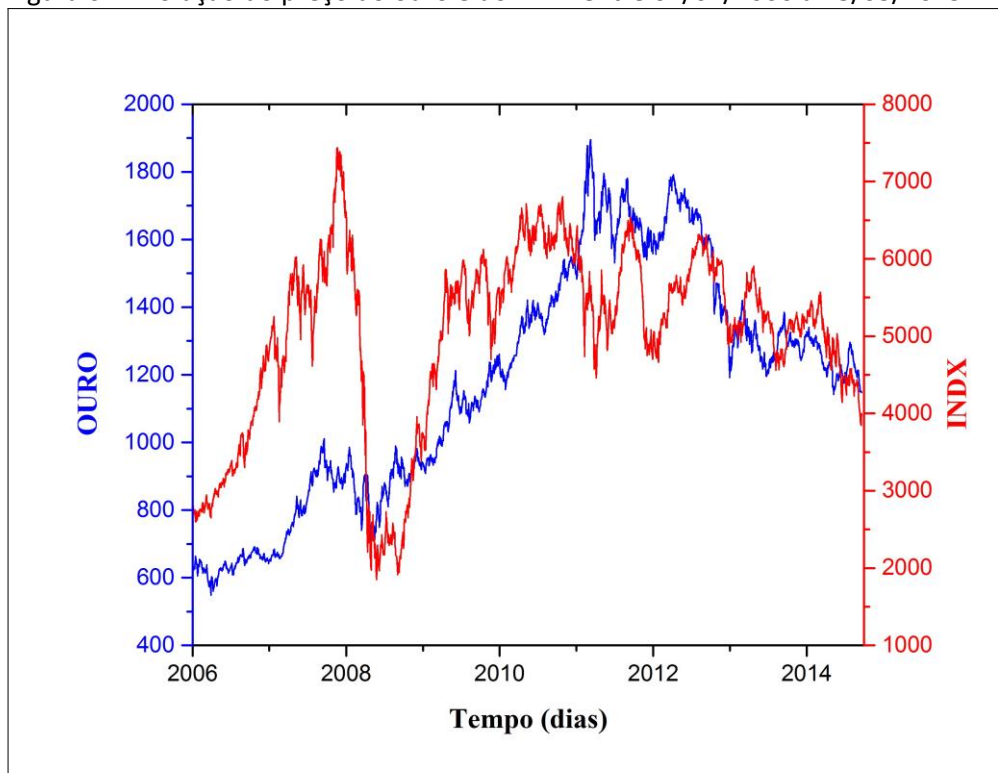
Tabela 9 – Estatísticas para retornos do ouro e do INDX

Estatística	Ouro	INDX
Média	0.0002910	0.0001684
Mediana	0.0005849	0.0004270
Mínimo	-0.0959616	-0.1893737
Máximo	0.0741731	0.2016962
Desvio Padrão	0.01322734	0.0241935
Correlação	0,07	

Nota: Dados diários para o período de 04/07/2006 a 18/03/2015. A [Tabela 9](#) informa as estatísticas básicas para as séries de retornos, incluindo média, mediana, desvio padrão, máximo, mínimo e a correlação do ouro com o INDX.

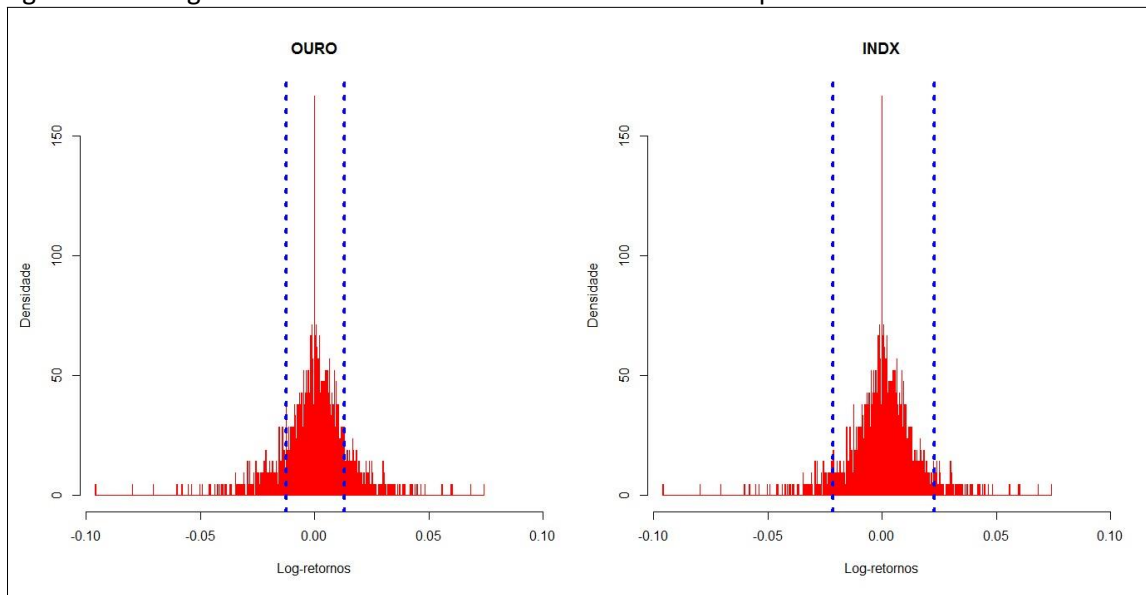
Os resultados apresentados na [Tabela 12](#) demonstram que as hipóteses 1 e 2 foram rejeitadas, indicando que o ouro poderia agir tanto como fraco quanto como forte valor refúgio para o INDX. Para determinar qual dessas duas hipóteses prevaleceria, testamos e constatamos que $(P_{32}) > (P_{33})$. A [Tabela 11](#) evidenciou essa constatação, indicando que o ouro teria atuado como um fraco valor refúgio.

Figura 6 – Evolução do preço do ouro e do INDX entre 04/07/2006 a 18/03/2015



Fonte: Federal Reserve Bank of St. Louis (2015).

Figura 7 – Histogramas dos retornos do ouro e do INDX com respectivos limiares



Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 10 – Limiares calculados com o Estimador de Hill para o ouro e para o INDX

	Superior	Erro Padrão	Inferior	Erro Padrão
Ouro	0.0129	0.0010	0.0126	0.0010
INDX	0.0227	0.0010	0.0215	0.0010

Nota: A Tabela 10 relata as estimativas de Hill superiores e inferiores e seus desvios-padrão (calculados para um nível de confiança de 95%) para retornos do ouro e do INDX usando dados diário para o período de 04/07/2006 a 18/03/2015.

Tabela 11 – Estimativas para matriz de probabilidade condicional entre o ouro e o INDX

	P _{1,1}	P _{1,2}	P _{1,3}	P _{2,1}	P _{2,2}	P _{2,3}	P _{3,1}	P _{3,2}	P _{3,3}
Ouro/INDX	0.17	0.70	0.12	0.11	0.78	0.11	0.11	0.68	0.20

Nota: A Tabela 11 mostra a probabilidade condicional da matriz estimada na matriz (M1) usando dados diários para o período de 04/07/2006 a 18/03/2015.

Tabela 12 – Resultado Teste Hipóteses INDX

Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3	Hipótese 4
Rejeitada	Rejeitada	Não Rejeitada	Rejeitada

Nota: A Tabela 12 apresenta os resultados do teste de razão de verossimilhança para as hipóteses 1 a 4. Rejeição (não rejeição) significa que o p valor do teste foi menos (mais) que 0.05.

Ao examinarmos hipótese 3, verificamos que a mesma que não foi rejeitada, o que demonstrou que o ouro teria atuado, também, como hedge. A existência de um baixo coeficiente de correlação positiva apresentado na Tabela 9 corrobora essa interpretação, visto que evidencia que os movimentos do ouro e o INDX não apresentam co-movimentação significativa em situações não extremas.

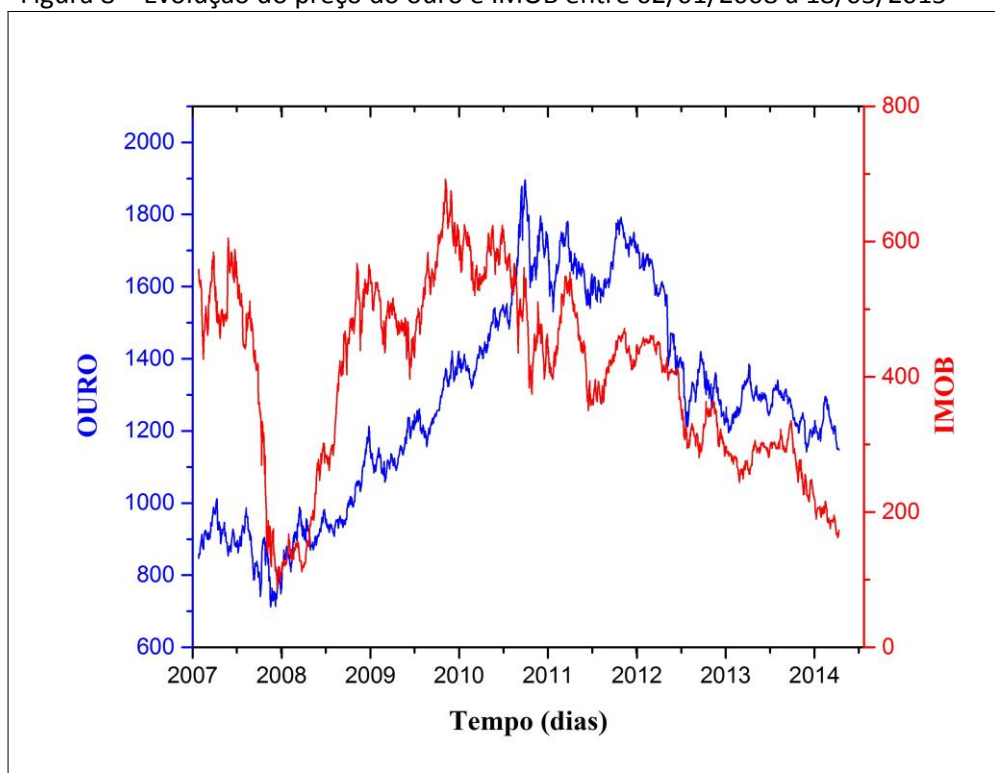
Por fim, a hipótese 4 foi rejeitada, indicando que não houve co-movimentação na distribuição conjunta entre o ouro e o INDX. Conseqüentemente, validamos as conclusões das hipóteses 1 e 2 e concluímos que o ouro agiu tanto como hedge quanto como fraco valor refúgio contra movimentos extremos do INDX durante o período analisado.

5.2.3 Índice BM&FBOVESPA Imobiliário (IMOB)

Os retornos do ouro e do IMOB foram calculados com base na composição contínua da primeira diferença logarítmica dos preços. A Figura 8 mostra a dinâmica dos preços desses ativos durante todo o período da amostragem.

As estatísticas para os retornos do ouro e do IMOB são apresentadas na [Tabela 13](#).

Figura 8 – Evolução do preço do ouro e IMOB entre 02/01/2008 a 18/03/2015



Fonte: Federal Reserve Bank of St. Louis (2015).

Por sua vez, os valores dos limiares superior e inferior, identificados com o Estimador de Hill, são visualizados na [Figura 9](#) e na [Tabela 14](#), demonstrando que esses limiares são diferentes para o IMOB e para o ouro.

Tabela 13 – Estatísticas para retornos do ouro e do IMOB

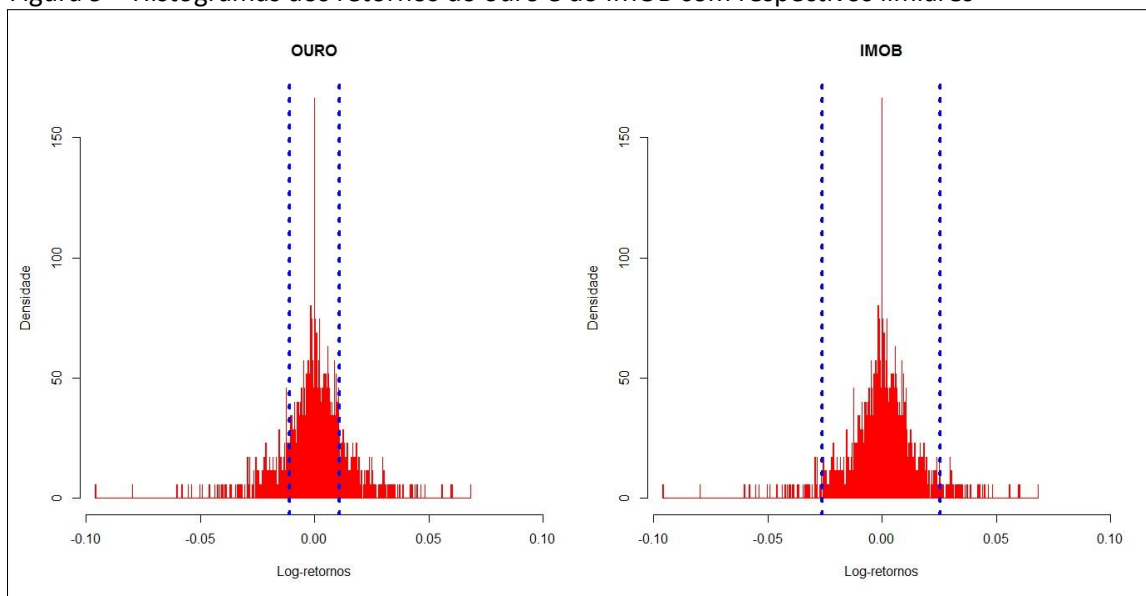
Estatística	Ouro	IMOB
Média	0.0001742	-0.0006674
Mediana	0.0004443	-0.0007467
Mínimo	-0.0959616	-0.2289990
Máximo	0.0684143	0.2196265
Desvio Padrão	0.01330535	0.03182313
Correlação	0,07	

Nota: Dados diários para o período de 02/01/2008 a 18/03/2015. A [Tabela 13](#) informa as estatísticas básicas para as séries de retornos, incluindo média, mediana, desvio padrão, máximo, mínimo e a correlação do ouro com o IMOB.

Os resultados apresentados na [Tabela 16](#) demonstram que as hipóteses 1 e 2 foram rejeitadas, indicando que o ouro poderia agir tanto como fraco quanto como forte valor refúgio

para o IMOB. Para determinar qual dessas duas hipóteses prevaleceria, testamos e constatamos que $(P_{32}) > (P_{33})$. A [Tabela 15](#) evidenciou que essa constatação, indicando que o ouro teria

Figura 9 – Histogramas dos retornos do ouro e do IMOB com respectivos limiares



Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 14 – Limiares calculados com o Estimador de Hill para o ouro e para o IMOB

	Superior	Erro Padrão	Inferior	Erro Padrão
Ouro	0.0109	0.0010	0.0111	0.0010
IMOB	0.0256	0.0010	0.0262	0.0010

Nota: A [Tabela 14](#) relata as estimativas de Hill superiores e inferiores e seus desvios-padrão (calculados para um nível de confiança de 95%) para retornos do ouro e do IMOB usando dados diários para o período de 02/01/2008 a 18/03/2015.

Tabela 15 – Estimativas para matriz de probabilidade condicional entre o ouro e o IMOB

	P _{1,1}	P _{1,2}	P _{1,3}	P _{2,1}	P _{2,2}	P _{2,3}	P _{3,1}	P _{3,2}	P _{3,3}
Ouro/IMOB	0.19	0.68	0.13	0.14	0.72	0.14	0.12	0.69	0.18

Nota: A [Tabela 15](#) mostra a probabilidade condicional da matriz estimada na matriz (M1) usando dados diários para o período de 02/01/2008 a 18/03/2015.

Ao examinarmos hipótese 3, verificamos que a mesma que foi rejeitada, o que demonstrou que o ouro não teria atuado como hedge.

Por fim, a hipótese 4 foi rejeitada, indicando que não houve co-movimentação na distribuição conjunta entre o ouro e o IMOB. Assim sendo, validamos as conclusões das

hipóteses 1 e 2 concluímos que ouro agiu como fraco valor refúgio contra movimentos extremos do IMOB, embora não tenha agido como hedge durante o período analisado.

Tabela 16 – Resultado Teste Hipóteses IMOB

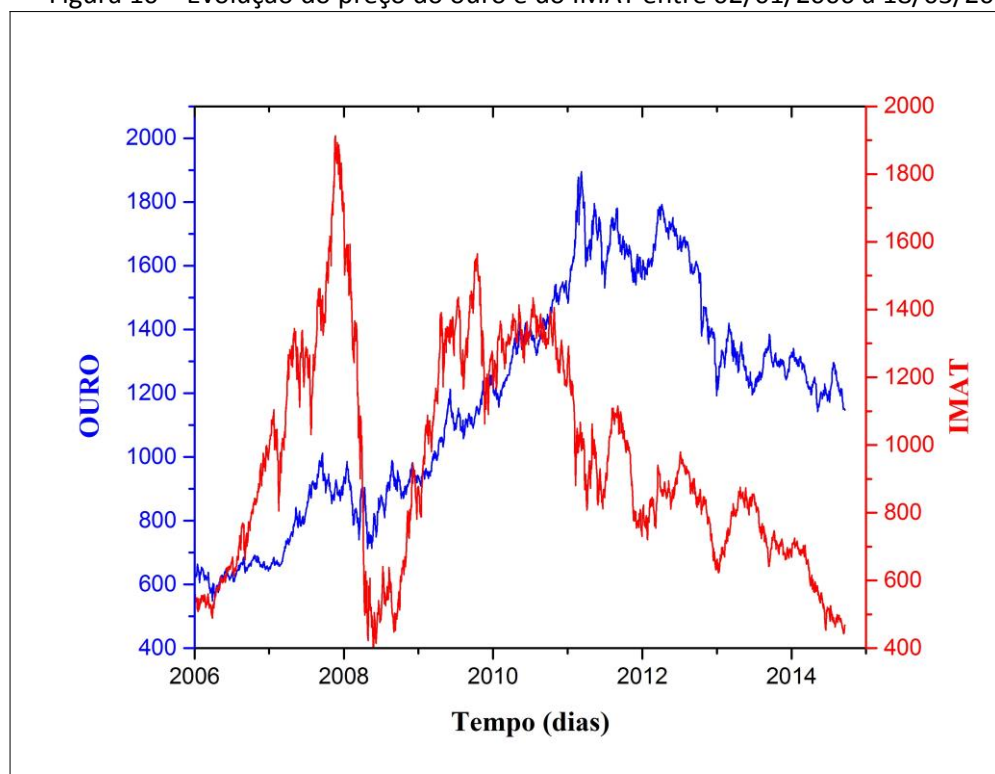
Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3	Hipótese 4
Rejeitada	Rejeitada	Rejeitada	Rejeitada

Nota: A Tabela 16 apresenta os resultados do teste de razão de verossimilhança para as hipóteses 1 a 4. Rejeição (não rejeição) significa que o p valor do teste foi menos (mais) que 0.05.

5.2.4 Índice BM&FBOVESPA Materiais Básicos (IMAT)

Os retornos do ouro e do IMAT foram calculados com base na composição contínua da primeira diferença logarítmica dos preços. A Figura 10 mostra a dinâmica dos preços desses ativos durante todo o período da amostragem.

Figura 10 – Evolução do preço do ouro e do IMAT entre 02/01/2006 a 18/03/2015



Fonte: Federal Reserve Bank of St. Louis (2015).

As estatísticas para os retornos do ouro e do IMAT são apresentadas na Tabela 17. Por sua vez, valores dos limiares superior e inferior, identificados com o Estimador de Hill, são

visualizados na [Figura 11](#) e na [Tabela 18](#), evidenciando que esses limiares são diferentes para o IMAT e para o ouro.

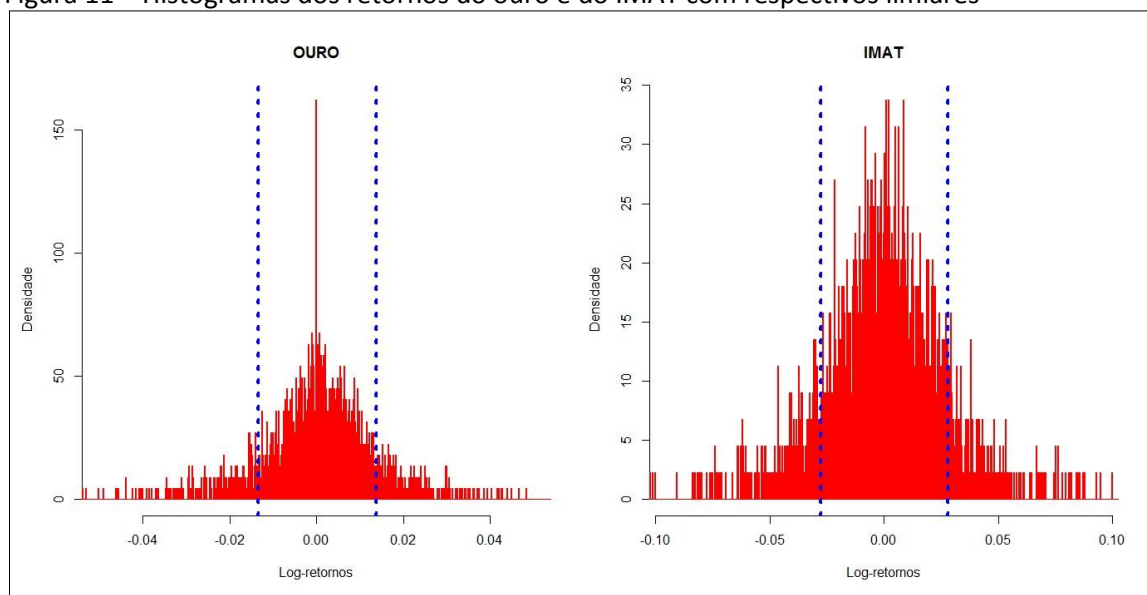
Os resultados apresentados na [Tabela 20](#) indicam que as hipóteses 1 e 2 foram rejeitadas. Assim, ficou demonstrando que o ouro poderia agir tanto como fraco quanto como forte valor refúgio. Para determinar qual dessas duas hipóteses prevaleceria, testamos e constatamos que $(P_{32}) > (P_{33})$. A [Tabela 19](#) evidenciou essa constatação, indicando que o ouro teria atuado como um fraco valor refúgio.

Tabela 17 – Estatísticas para retornos do ouro e do IMAT

Estatística	Ouro	IMAT
Média	0.0003472	2.861e-05
Mediana	0.0006109	4.780e-04
Mínimo	-0.0959616	-2.157e-01
Máximo	0.0741731	2.044e-01
Desvio Padrão	0.01343113	0.02824597
Correlação	0,10	

Nota: Dados diários para o período de 02/01/2006 a 18/03/2015. A [Tabela 17](#) informa as estatísticas básicas para as séries de retornos, incluindo média, mediana, desvio padrão, máximo, mínimo e a correlação do ouro com o IMAT.

Figura 11 – Histogramas dos retornos do ouro e do IMAT com respectivos limiares



Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 18 – Limiares calculados com o Estimador de Hill para o ouro e para o IMAT

	Superior	Erro Padrão	Inferior	Erro Padrão
Ouro	0.0138	0.0010	0.0134	0.0010
IMAT	0.0278	0.0010	0.0279	0.0010

Nota: A [Tabela 18](#) relata as estimativas de Hill superiores e inferiores e seus desvios-padrão (calculados para um nível de confiança de 95%) para retornos do ouro e do IMAT usando dados diários para o período de 02/01/2006 a 18/03/2015.

Tabela 19 – Estimativas para matriz de probabilidade condicional entre o ouro e o IMAT

	P _{1,1}	P _{1,2}	P _{1,3}	P _{2,1}	P _{2,2}	P _{2,3}	P _{3,1}	P _{3,2}	P _{3,3}
Ouro/IMAT	0.17	0.71	0.12	0.10	0.80	0.10	0.12	0.67	0.22

Nota: A [Tabela 19](#) mostra a probabilidade condicional da matriz estimada na matriz (M1) usando dados diários para o período de 02/01/2006 a 18/03/2015.

Tabela 20 – Resultado Teste Hipóteses IMAT

Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3	Hipótese 4
Rejeitada	Rejeitada	Não Rejeitada	Não Rejeitada

Nota: A [tabela 20](#) apresenta os resultados do teste de razão de verossimilhança para as hipóteses 1 a 4. Rejeição (não rejeição) significa que o p valor do teste foi menos (mais) que 0.05.

Ao examinarmos hipótese 3, verificamos que a mesma que não foi rejeitada, o que demonstrou que o ouro teria atuado, também, como hedge. A existência de um baixo coeficiente de correlação positiva apresentado na [Tabela 17](#) corrobora essa interpretação, visto que evidencia que os movimentos do ouro e o IMAT não apresentam co-movimentação significativa em situações não extremas. Desse modo, aceitamos a hipótese de que o ouro poderia atuar como hedge em situações não extremas do mercado.

Por fim, a hipótese 4 não foi rejeitada, indicando que houve co-movimentação na distribuição conjunta entre o ouro e o IMAT. Assim sendo, não validamos as conclusões das hipóteses 1 e 2 e concluímos que o ouro não agiu como valor refúgio (nem forte, nem fraco) contra movimentos extremos para IMAT, embora tenha agido como hedge durante período analisado.

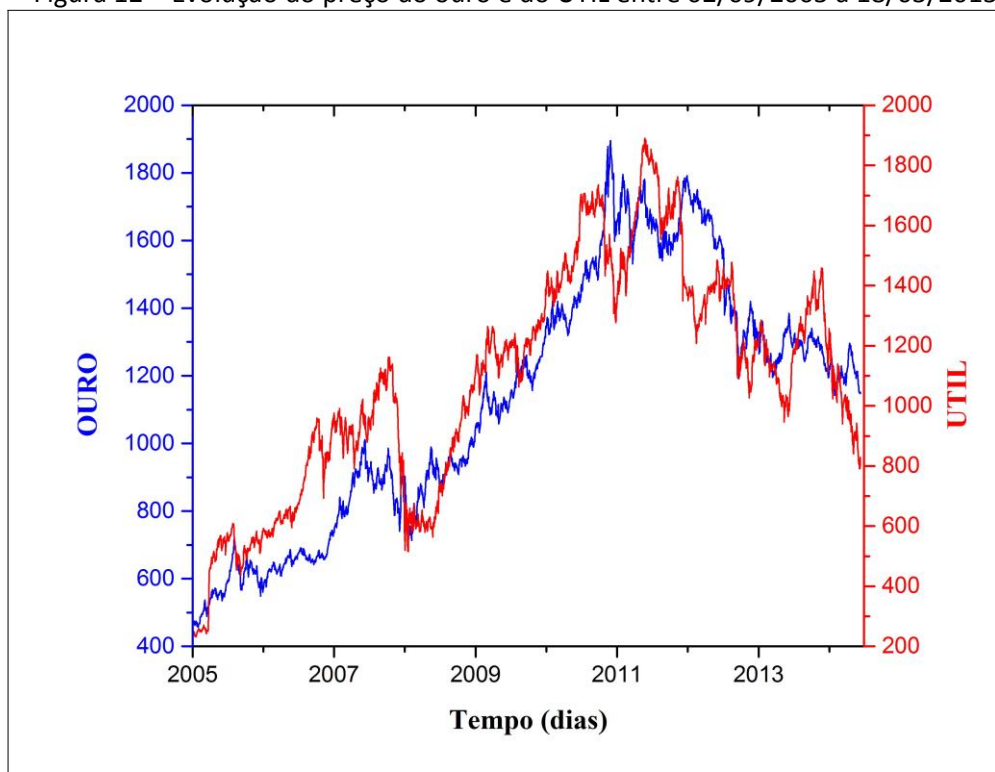
5.2.5 Índice BM&FBOVESPA Utilidade Pública (UTIL)

Os retornos do ouro e do UTIL foram calculados com base na composição contínua da primeira diferença logarítmica dos preços. A [Figura 12](#) mostra a dinâmica dos preços desses ativos durante todo o período da amostragem.

As estatísticas para os retornos do ouro e do UTIL são apresentadas na [tabela 21](#). Por sua vez, valores dos limiares superior e inferior, identificados com o Estimador de Hill, são visualizados na [Figura 13](#) e na [Tabela 22](#), evidenciando que esses limiares são diferentes para o UTIL e para o ouro.

Os resultados apresentados na [Tabela 24](#) indicam que as hipóteses 1 e 2 foram rejeitadas, demonstrando que o ouro poderia agir tanto como fraco quanto como forte valor refúgio para o UTIL. Para determinar qual dessas duas hipóteses prevaleceria, testamos e constatamos que $(P_{32}) > (P_{33})$. A [Tabela 23](#) evidenciou essa constatação, indicando que o ouro teria atuado como um fraco valor refúgio.

Figura 12 – Evolução do preço do ouro e do UTIL entre 02/09/2005 a 18/03/2015



Fonte: Federal Reserve Bank of St. Louis (2015).

Tabela 21 – Estatísticas para retornos do ouro e do UTIL

Estatística	Ouro	UTIL
Média	0.0004133	0.0005708
Mediana	0.0006209	0.0012669
Mínimo	-0.0959616	-0.1453821
Máximo	0.0741731	0.5532042
Desvio Padrão	0.01337934	0.02487464
Correlação	0,06	

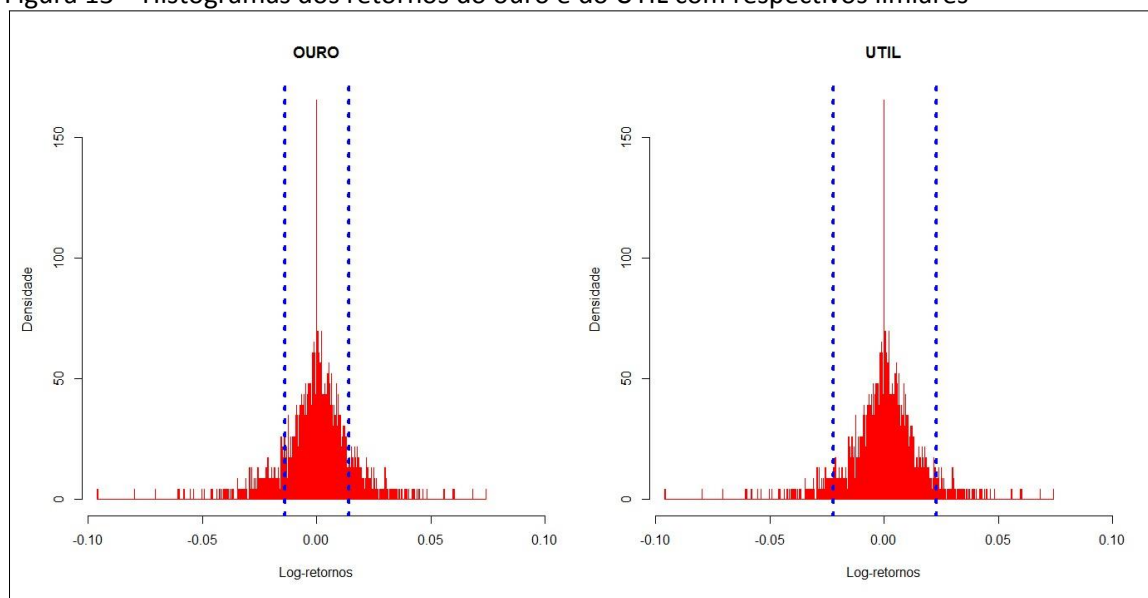
Nota: Dados diários para o período de 02/09/2005 a 18/03/2015. A [Tabela 21](#) informa as estatísticas básicas para as séries de retornos, incluindo média, mediana, desvio padrão, máximo, mínimo e a correlação do Ouro com o UTIL.

Tabela 22 – Limiares calculados com o Estimador de Hill para o ouro e para o UTIL

	Superior	Erro Padrão	Inferior	Erro Padrão
Ouro	0.0142	0.0010	0.0138	0.0010
UTIL	0.0228	0.0010	0.0224	0.0010

Nota: A [Tabela 22](#) relata as estimativas de Hill superiores e inferiores e seus desvios-padrão (calculados para um nível de confiança de 95%) para retornos do ouro e do UTIL usando dados diários para o período de 02/09/2015 e 18/03/2015.

Figura 13 – Histogramas dos retornos do ouro e do UTIL com respectivos limiares



Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 23 – Estimativas para matriz de probabilidade condicional entre o ouro e o UTIL

	P _{1,1}	P _{1,2}	P _{1,3}	P _{2,1}	P _{2,2}	P _{2,3}	P _{3,1}	P _{3,2}	P _{3,3}
Ouro/UTIL	0.17	0.70	0.13	0.10	0.81	0.10	0.14	0.68	0.18

Nota: A Tabela 23 mostra a probabilidade condicional da matriz estimada na matriz (M1) usando dados diários para o período de 02/09/2005 e 18/03/2015.

Ao examinarmos hipótese 3, verificamos que a mesma que não foi rejeitada, o que demonstrou que o ouro teria atuado, também, como hedge. A existência de um baixo coeficiente de correlação positiva apresentado na Tabela 21 corrobora essa interpretação, visto que evidencia que os movimentos do ouro e o UTIL não apresentam co-movimentação significativa em situações não extremas.

Por fim, a hipótese 4 não foi rejeitada, indicando que houve co-movimentação na distribuição conjunta entre o ouro e o UTIL. Consequentemente, não validamos as conclusões das hipóteses 1 e 2 e concluímos que o ouro não agiu valor refúgio (nem forte, nem fraco) contra movimentos extremos para UTIL, embora tenha agido como hedge durante o período analisado.

Tabela 24 – Resultado Teste Hipóteses UTIL

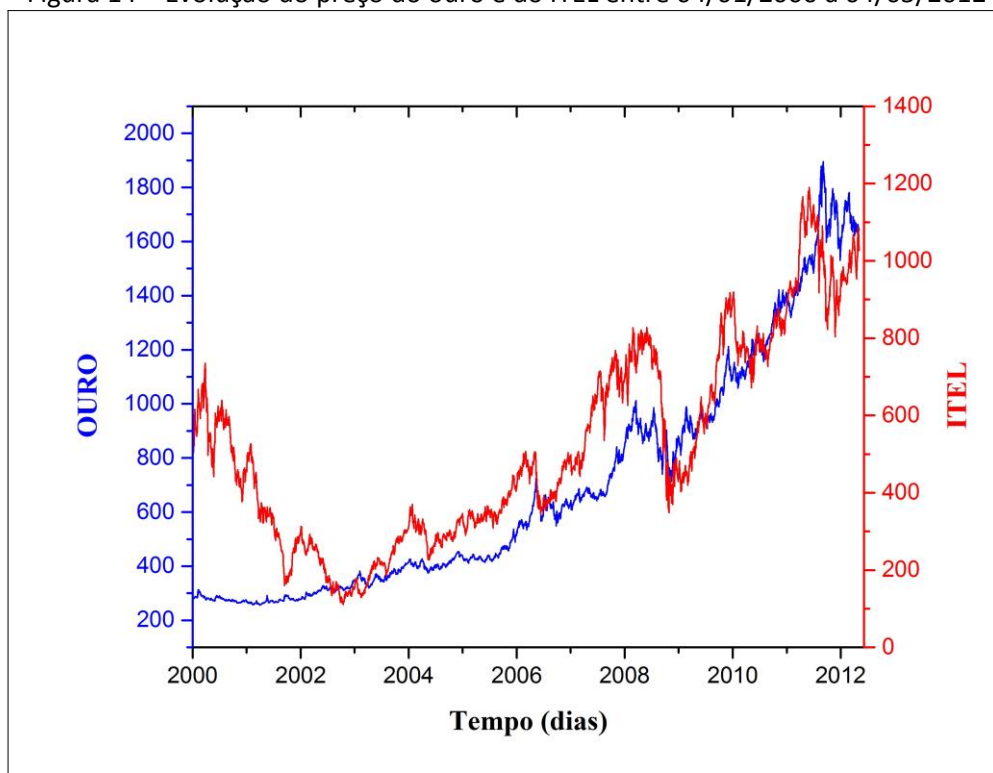
Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3	Hipótese 4
Rejeitada	Rejeitada	Não Rejeitada	Não Rejeitada

Nota: A Tabela 24 apresenta os resultados do teste de razão de verossimilhança para as hipóteses 1 a 4. Rejeição (não rejeição) significa que o p valor do teste foi menos (mais) que 0.05.

5.2.6 Índice Setorial de Telecomunicações da BOVESPA (ITEL)

Os retornos do ouro e do ITEL foram calculados com base na composição contínua da primeira diferença logarítmica dos preços. A Figura 14 mostra a dinâmica dos preços desses ativos durante todo o período da amostragem.

Figura 14 – Evolução do preço do ouro e do ITEL entre 04/01/2000 a 04/05/2012



Fonte: Federal Reserve Bank of St. Louis (2015).

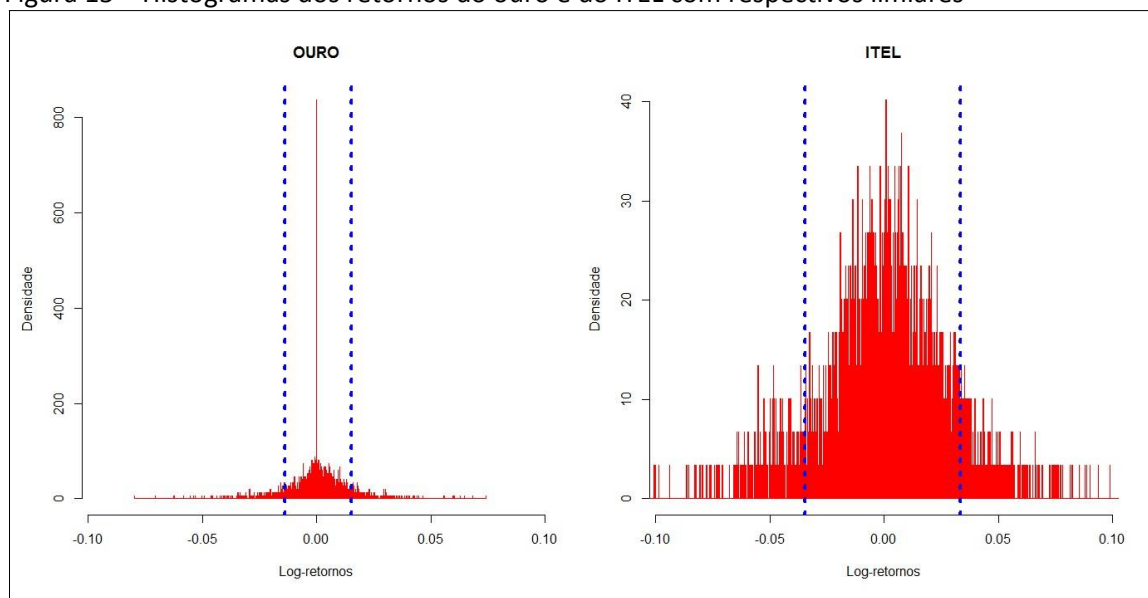
As estatísticas para os retornos do ouro e do ITEL são apresentadas na [Tabela 25](#). Por sua vez, os valores dos limiares superior e inferior, identificados com o Estimador de Hill, são visualizados na [Figura 15](#) e na [Tabela 26](#), demonstrando que esses limiares são diferentes para o ouro e para ITEL.

Tabela 25 – Estatísticas para retornos do ouro e do ITEL

Estatística	Ouro	ITEL
Média	0.0005906	0.0002437
Mediana	0.0003801	0.0008329
Mínimo	-0.0797189	-0.194940
Máximo	0.0741731	0.1867608
Desvio Padrão	0.0121166	0.02730331
Correlação	0,02	

Nota: Dados diários para o período de 04/01/2000 a 04/05/2012. A [Tabela 25](#) informa as estatísticas básicas para as séries de retornos, incluindo média, mediana, desvio padrão, máximo, mínimo e a correlação do Ouro com o ITEL.

Figura 15 – Histogramas dos retornos do ouro e do ITEL com respectivos limiares



Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 26 – Limiares calculados com o Estimador de Hill para o ouro e para o ITEL

	Superior	Erro Padrão	Inferior	Erro Padrão
Ouro	0.0151	0.0010	0.0141	0.0010
ITEL	0.0333	0.0010	0.0347	0.0010

Nota: A Tabela 26 relata as estimativas de Hill superiores e inferiores e seus desvios-padrão (calculados para um nível de confiança de 95%) para retornos do ouro e do ITEL usando dados semanais para o período de 04/01/2000 e 04/05/2012.

Os resultados apresentados na Tabela 28 indicam que as hipóteses 1 e 2 foram rejeitadas, demonstrando que o ouro poderia agir tanto como fraco quanto como forte valor refúgio para o ITEL. Para determinar qual dessas duas hipóteses prevaleceria, testamos e constatamos que $(P_{32}) > (P_{33})$. A Tabela 27 evidenciou que essa constatação, demonstrando que o ouro teria atuado como um fraco valor refúgio.

Tabela 27 – Estimativas para matriz de probabilidade condicional entre o ouro e o ITEL

	P _{1,1}	P _{1,2}	P _{1,3}	P _{2,1}	P _{2,2}	P _{2,3}	P _{3,1}	P _{3,2}	P _{3,3}
Ouro/ITEL	0.12	0.81	0.07	0.08	0.84	0.08	0.10	0.76	0.14

Nota: A Tabela 27 mostra a probabilidade condicional da matriz estimada na matriz (M1) usando dados diários para o período de 04/01/2000 a 04/05/2012.

Tabela 28 – Resultado Teste Hipóteses ITEL

Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3	Hipótese 4
Rejeitada	Rejeitada	Rejeitada	Rejeitada

Nota:

A [Tabela 28](#) apresenta os resultados do teste de razão de verossimilhança para as hipóteses 1 a 4. Rejeição (não rejeição) significa que o p valor do teste foi menos (mais) que 0.05.

Ao examinarmos hipótese 3, verificamos que a mesma foi rejeitada, o que demonstrou que o ouro não teria atuado como hedge.

Por fim, a hipótese 4 foi rejeitada, indicando que não houve co-movimentação na distribuição conjunta entre o ouro e o ITEL. Assim sendo, validamos as conclusões das hipóteses 1 e 2 e concluímos que o ouro agiu como fraco valor refúgio contra movimentos extremos do ITEL, embora não tenha agido como hedge durante o período analisado.

5.3 ÍNDICES DE GOVERNANÇA

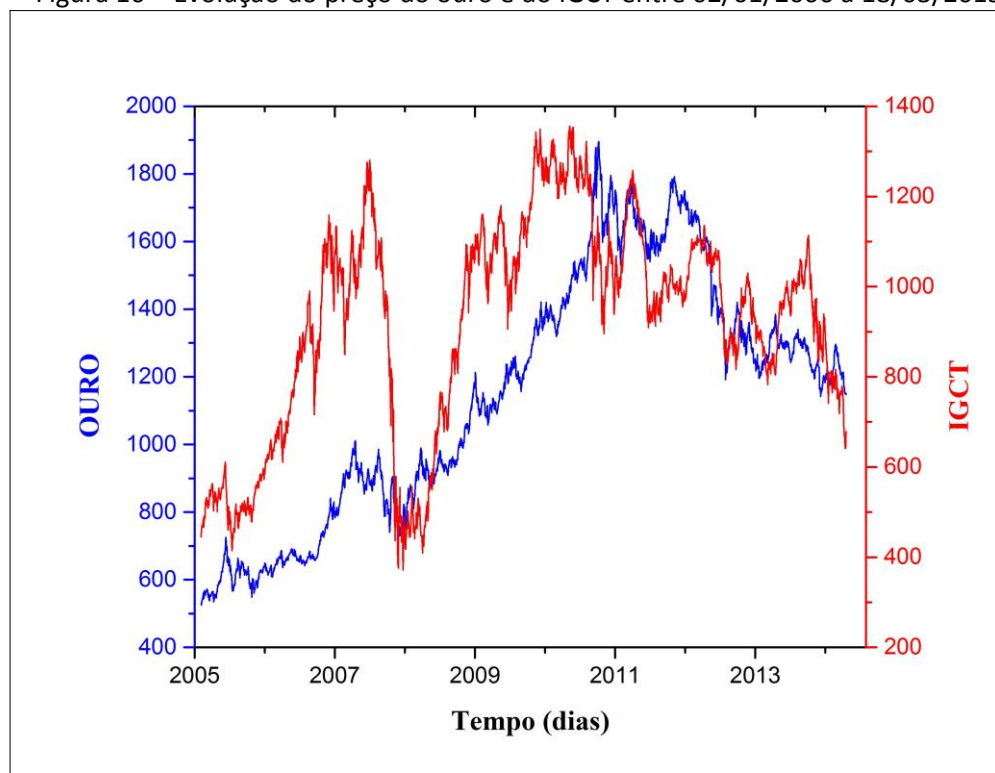
5.3.1 Índice Governança Corporativa Trade (IGCT)

Os retornos do ouro e do IGCT foram calculados com base na composição contínua da primeira diferença logarítmica dos preços. A [Figura 16](#) mostra a dinâmica dos preços desses ativos durante todo o período da amostragem.

As estatísticas para os retornos do ouro e do IGCT são apresentadas na [tabela 29](#). Por sua vez, os valores dos limiares superior e inferior, identificados com o Estimador de Hill, são visualizados na [Figura 17](#) e na [Tabela 30](#), demonstrando que esses limiares são diferentes para o ouro e para IGCT.

Os resultados apresentados na [Tabela 32](#) demonstram que as hipóteses 1 e 2 foram rejeitadas, indicando que o ouro poderia agir tanto como fraco quanto como forte valor refúgio para o IGCT. Para determinar qual dessas duas hipóteses prevaleceria, testamos e constatamos que $(P_{32}) > (P_{33})$. A [Tabela 31](#) evidenciou que essa constatação, indicando que o ouro teria atuado como um fraco valor refúgio.

Figura 16 – Evolução do preço do ouro e do IGCT entre 02/01/2006 a 18/03/2015



Fonte: Federal Reserve Bank of St. Louis (2015).

Tabela 29 – Estatísticas para retornos do ouro e do IGCT

Estatística	Ouro	IGCT
Média	0.0003471	0.0001898
Mediana	0.0006077	0.0004946
Mínimo	-0.0959616	-0.1893811
Máximo	0.0741731	0.2330135
Desvio Padrão	0.01342866	0.02535073
Correlação	0,08	

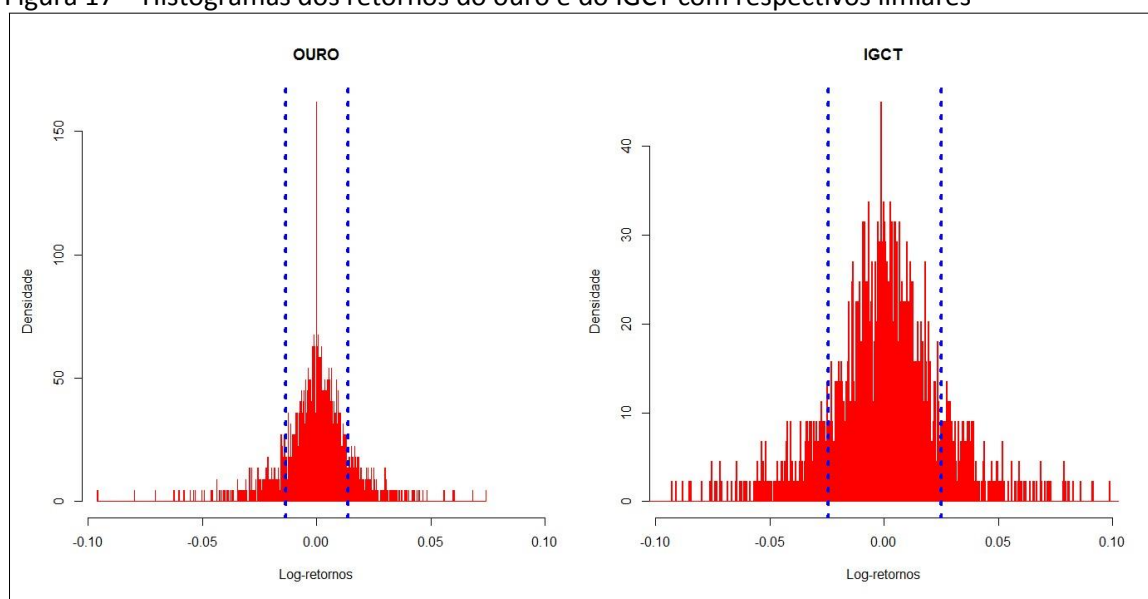
Nota: Dados diários para o período de 02/01/2006 a 18/03/2015. A Tabela 29 informa as estatísticas básicas para as séries de retornos, incluindo média, mediana, desvio padrão, máximo, mínimo e a correlação do Ouro com o IGCT.

Tabela 30 – Limiares calculados com o Estimador de Hill para o ouro e para o IGCT

	Superior	Erro Padrão	Inferior	Erro Padrão
Ouro	0.0138	0.0010	0.0134	0.0010
IGCT	0.0251	0.0010	0.0245	0.0010

Nota: A Tabela 30 relata as estimativas de Hill superiores e inferiores e seus desvios-padrão (calculados para um nível de confiança de 95%) para retornos do ouro e do IGCT usando dados diários para o período de 02/01/2006 a 18/03/2015.

Figura 17 – Histogramas dos retornos do ouro e do IGCT com respectivos limiares



Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 31 – Estimativas para matriz de probabilidade condicional entre o ouro e o IGCT

	P _{1,1}	P _{1,2}	P _{1,3}	P _{2,1}	P _{2,2}	P _{2,3}	P _{3,1}	P _{3,2}	P _{3,3}
Ouro/IGCT	0.20	0.68	0.12	0.10	0.80	0.10	0.12	0.67	0.21

Nota: A tabela 31 mostra a probabilidade condicional da matriz estimada na matriz (M1) usando dados diários para o período de 02/01/2006 a 18/03/2015.

Tabela 32 – Resultado Teste Hipóteses IGCT

Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3	Hipótese 4
Rejeitada	Rejeitada	Não Rejeitada	Não Rejeitada

Nota: A Tabela 32 apresenta os resultados do teste de razão de verossimilhança para as hipóteses 1 a 4. Rejeição (não rejeição) significa que o p valor do teste foi menos (mais) que 0.05.

Ao examinarmos hipótese 3, verificamos que a mesma que não foi rejeitada, o que demonstrou que o ouro teria atuado, também, como hedge. A existência de um baixo

coeficiente de correlação positiva apresentado na [Tabela 29](#) corrobora essa interpretação, visto que evidencia que os movimentos do ouro e o IGCT não apresentam co-movimentação significativa em situações não extremas.

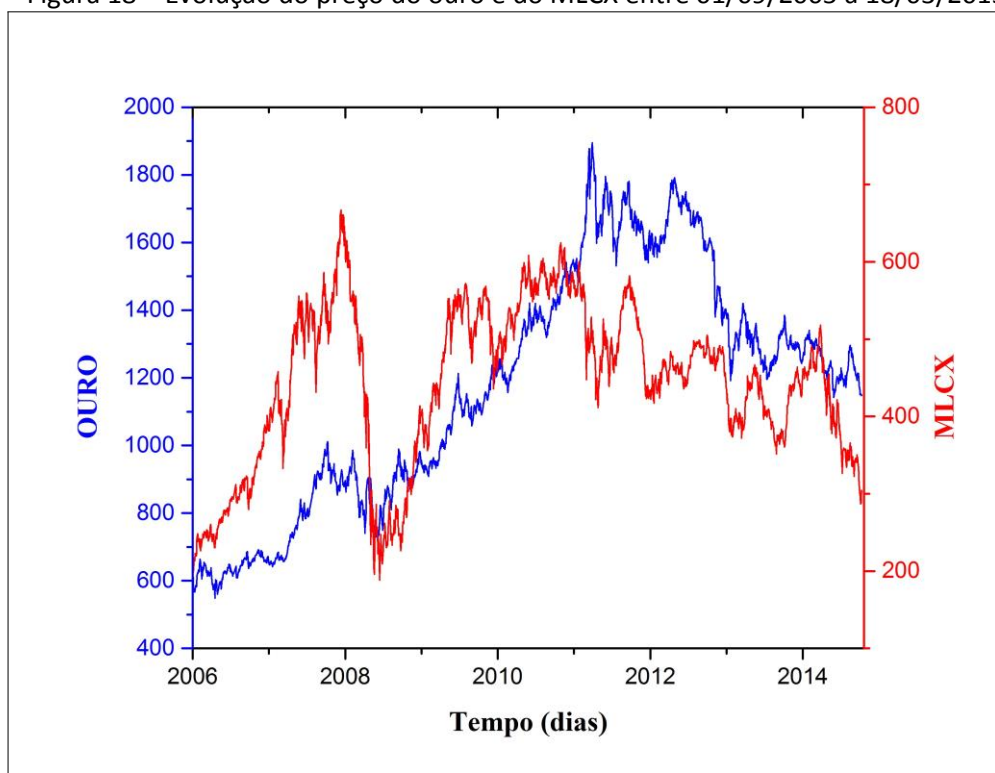
Por fim, a hipótese 4 não foi rejeitada, indicando que houve co-movimentação na distribuição conjunta entre o ouro e o IGCT. Consequentemente, não validamos as conclusões das hipóteses 1 e 2 e concluímos que o ouro não agiu como valor refúgio (nem forte, nem fraco) contra movimentos extremos do IGCT, embora tenha agido como hedge durante o período analisado.

5.4 ÍNDICES DE SEGMENTO

5.4.1 Índice MidLarge Cap (MLCX)

Os retornos do ouro e do MLCX foram calculados com base na composição contínua da primeira diferença logarítmica dos preços. A [Figura 18](#) mostra a dinâmica dos preços desses ativos durante todo o período da amostragem.

Figura 18 – Evolução do preço do ouro e do MLCX entre 01/09/2005 a 18/03/2015



Fonte: Federal Reserve Bank of St. Louis (2015).

As estatísticas para os retornos do ouro e do MLCX são apresentadas na [Tabela 33](#). Por sua vez, os valores dos limiares superior e inferior, identificados com o Estimador de Hill, são visualizados na [Figura 19](#) e na [Tabela 34](#), demonstrando que esses limiares são diferentes para o MLCX e para o ouro.

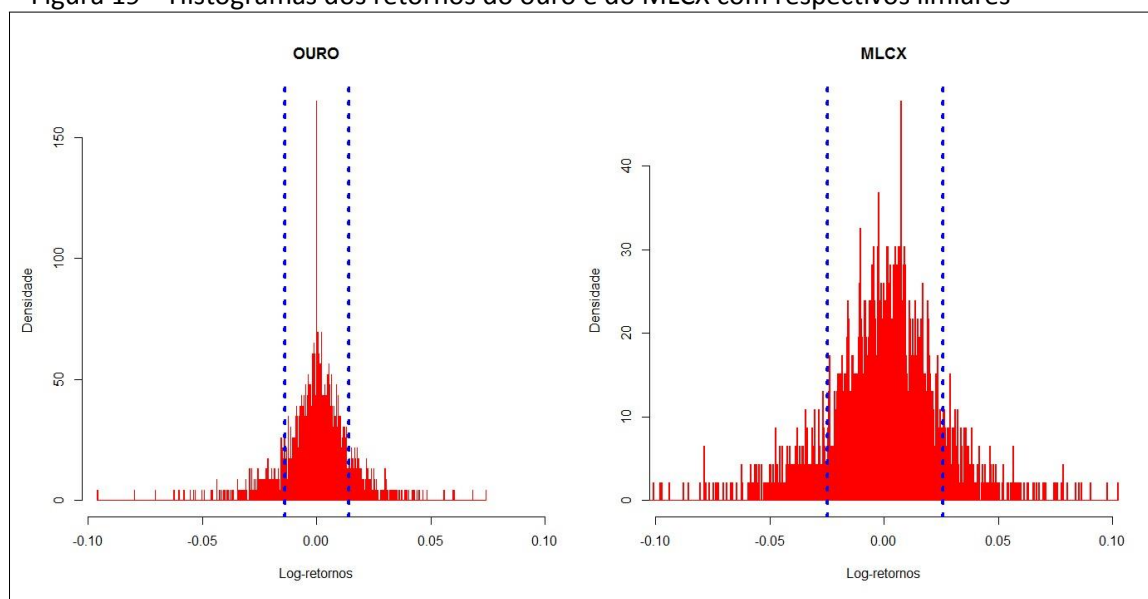
Os resultados apresentados na [Tabela 36](#) demonstram que as hipóteses 1 e 2 foram rejeitadas, indicando que o ouro poderia agir tanto como fraco quanto como forte valor refúgio para o MLCX. Para determinar qual dessas duas hipóteses prevaleceria, testamos e constatamos que $(P_{32}) > (P_{33})$. A [Tabela 35](#) evidenciou essa constatação, indicando que o ouro teria atuado como um fraco valor refúgio.

Tabela 33 – Estatísticas para retornos do ouro e do MLCX

Estatística	Ouro	MLCX
Média	0.0004162	0.0002563
Mediana	0.0006209	0.0009268
Mínimo	-0.0959616	-0.1922347
Máximo	0.0741731	0.2198514
Desvio Padrão	0.01337389	0.0253476
Correlação	0,10	

Nota: Dados diários para o período de 01/09/2005 a 18/03/2015. A [Tabela 33](#) informa as estatísticas básicas para as séries de retornos, incluindo média, mediana, desvio padrão, máximo, mínimo e a correlação do Ouro com o MLCX.

Figura 19 – Histogramas dos retornos do ouro e do MLCX com respectivos limiares



Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 34 – Limiares calculados com o Estimador de Hill para o ouro e para o MLCX

	Superior	Erro Padrão	Inferior	Erro Padrão
Ouro	0.0142	0.0010	0.0138	0.0010
MLCX	0.0256	0.0010	0.0250	0.0010

Nota: A Tabela 34 relata as estimativas de Hill superiores e inferiores e seus desvios-padrão (calculados para um nível de confiança de 95%) para retornos do ouro e do MLCX usando dados semanais para o período de 01/09/2005 a 18/03/2015.

Ao examinarmos hipótese 3, verificamos que a mesma que não foi rejeitada, o que demonstrou que o ouro teria atuado, também, como hedge. A existência de um baixo coeficiente de correlação positiva apresentado na Tabela 33 corrobora essa interpretação, visto que evidencia que os movimentos do ouro e o MLCX não apresentam co-movimentação significativa em situações não extremas.

Tabela 35 – Estimativas para matriz de probabilidade condicional entre o ouro e o MLCX

	P _{1,1}	P _{1,2}	P _{1,3}	P _{2,1}	P _{2,2}	P _{2,3}	P _{3,1}	P _{3,2}	P _{3,3}
Ouro/MLCX	0.22	0.69	0.09	0.09	0.81	0.10	0.11	0.68	0.22

Nota: A Tabela 35 mostra a probabilidade condicional da matriz estimada na matriz P (M1) usando dados diários para o período de 01/09/2005 e 18/03/2015.

Tabela 36 – Resultado Teste Hipóteses MLCX

Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3	Hipótese 4
Rejeitada	Rejeitada	Não Rejeitada	Não Rejeitada

Nota: A Tabela 36 apresenta os resultados do teste de razão de verossimilhança para as hipóteses 1 a 4. Rejeição (não rejeição) significa que o p valor do teste foi menos (mais) que 0.05.

Por fim, a hipótese 4 foi não rejeitada, indicando que houve co-movimentação na distribuição conjunta entre o ouro e o MLCX. Consequentemente, não validamos as conclusões das hipóteses 1 e 2 e concluímos que o ouro não agiu como valor refúgio (nem forte, nem fraco) contra movimentos extremos do MLCX, embora tenha agido como hedge durante o período analisado.

5.4.2 Índice Small Cap (SMLL)

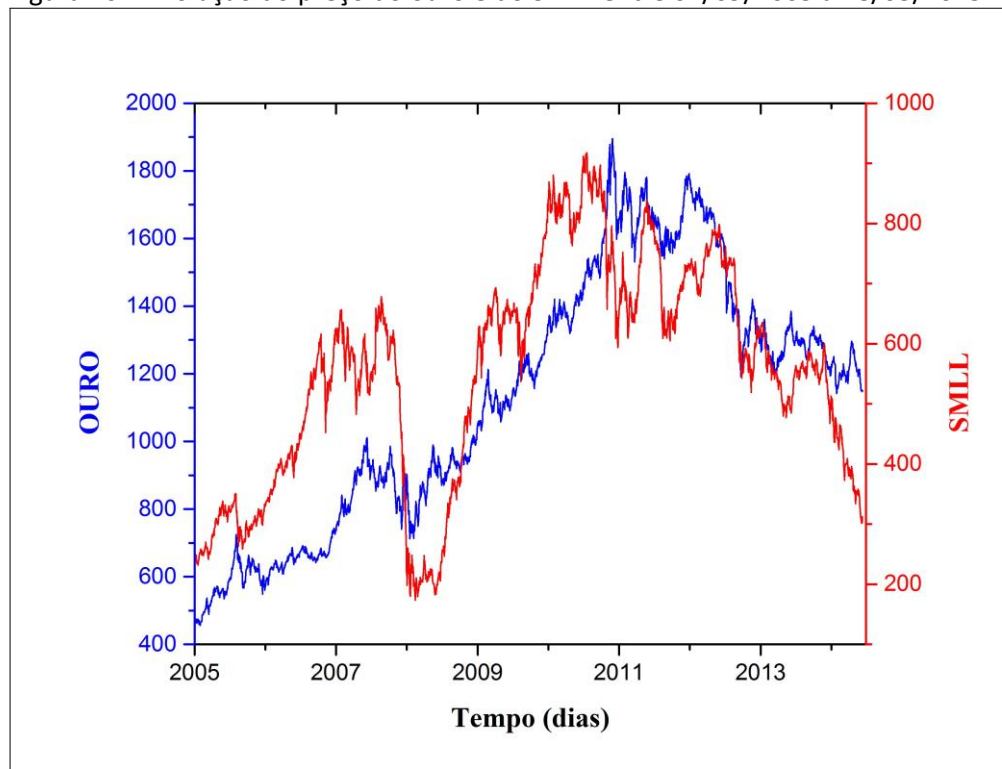
Os retornos do ouro e do SMLL foram calculados com base na composição contínua da primeira diferença logarítmica dos preços. A Figura 20 mostra a dinâmica dos preços desses ativos durante todo o período da amostragem.

As estatísticas para os retornos do ouro e do SMLL são apresentadas na [Tabela 37](#). Por sua vez, os valores dos limiares superior e inferior, identificados com o Estimador de Hill, são visualizados na [Figura 21](#) e na [Tabela 38](#), evidenciando que esses limiares são diferentes para o ouro e para SMLL.

Os resultados apresentados na [Tabela 40](#) demonstram que as hipóteses 1 e 2 foram rejeitadas, indicando que o ouro poderia agir tanto como fraco quanto como forte valor refúgio para o SMLL. Para determinar qual dessas duas hipóteses prevaleceria, testamos e constatamos que $(P_{32}) > (P_{33})$. A [Tabela 39](#) evidenciou que essa constatação, indicando que o ouro teria atuado como um fraco valor refúgio.

Ao examinarmos hipótese 3, verificamos que a mesma que não foi rejeitada, o que demonstrou que o ouro teria atuado como hedge. A existência de um baixo coeficiente de correlação positiva apresentado na [Tabela 37](#) corrobora com essa interpretação.

Figura 20 – Evolução do preço do ouro e do SMLL entre 01/09/2005 a 18/03/2015



Fonte: Federal Reserve Bank of St. Louis (2015).

Tabela 37 – Estatísticas para retornos do ouro e do SMLL

Estatística	Ouro	SMLL
Média	0.0004162	0.0001544
Mediana	0.0006209	0.0009762
Mínimo	-0.09596166	-0.1779438
Máximo	0.0741731	0.2124364
Desvio Padrão	0.01337389	0.02325141
Correlação	0,06	

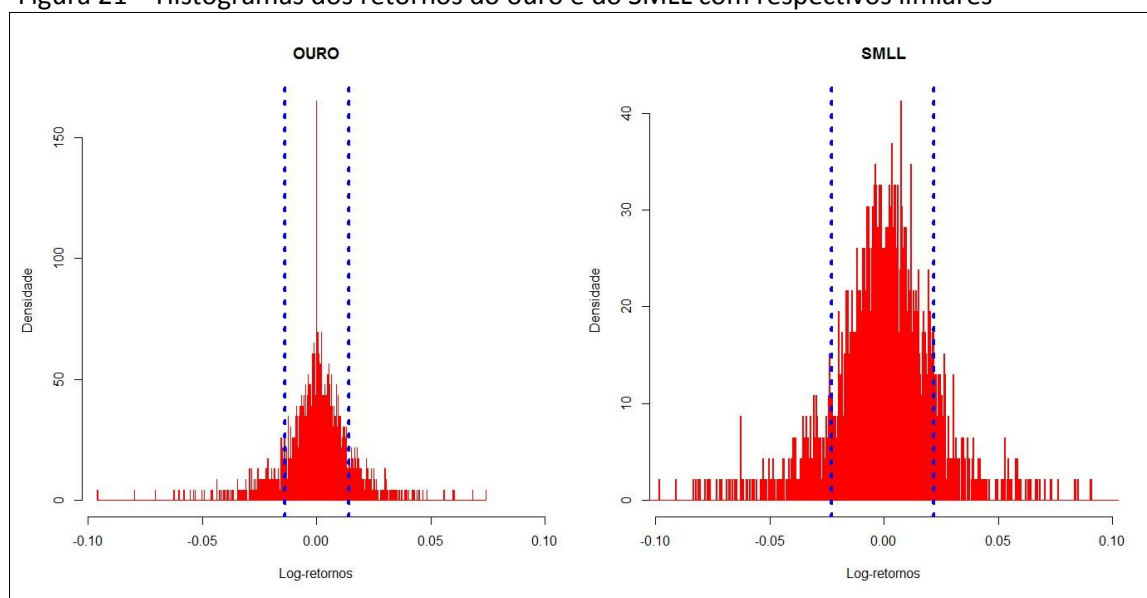
Nota: Dados diários para o período de 01/09/2005 a 18/03/2015. A [Tabela 37](#) informa as estatísticas básicas para as séries de retornos, incluindo média, mediana, desvio padrão, máximo, mínimo e a correlação do Ouro com o SMLL.

Tabela 38 – Limiares calculados com o Estimador de Hill para o ouro e para o SMLL

	Superior	Erro Padrão	Inferior	Erro Padrão
Ouro	0.0142	0.0010	0.0138	0.0010
SMLL	0.0218	0.0010	0.0230	0.0010

Nota: A [Tabela 38](#) relata as estimativas de Hill superiores e inferiores e seus desvios-padrão (calculados para um nível de confiança de 95%) para retornos do ouro e do SMLL usando dados diários para o período de 01/09/2005 e 18/03/2015.

Figura 21 – Histogramas dos retornos do ouro e do SMLL com respectivos limiares



Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 39 – Estimativas para matriz de probabilidade condicional entre o ouro e o SMLL

	P _{1,1}	P _{1,2}	P _{1,3}	P _{2,1}	P _{2,2}	P _{2,3}	P _{3,1}	P _{3,2}	P _{3,3}
Ouro/SMLL	0.18	0.70	0.12	0.10	0.80	0.10	0.12	0.70	0.18

Nota: A Tabela 39 mostra a probabilidade condicional da matriz estimada na matriz (M1) usando dados diários para o período de 01/09/2005 e 18/03/2015.

Tabela 40 – Resultado Teste Hipóteses SMLL

Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3	Hipótese 4
Rejeitada	Rejeitada	Não Rejeitada	Rejeitada

Nota: A Tabela 40 apresenta os resultados do teste de razão de verossimilhança para as hipóteses 1 a 4. Rejeição (não rejeição) significa que o p valor do teste foi menos (mais) que 0.05.

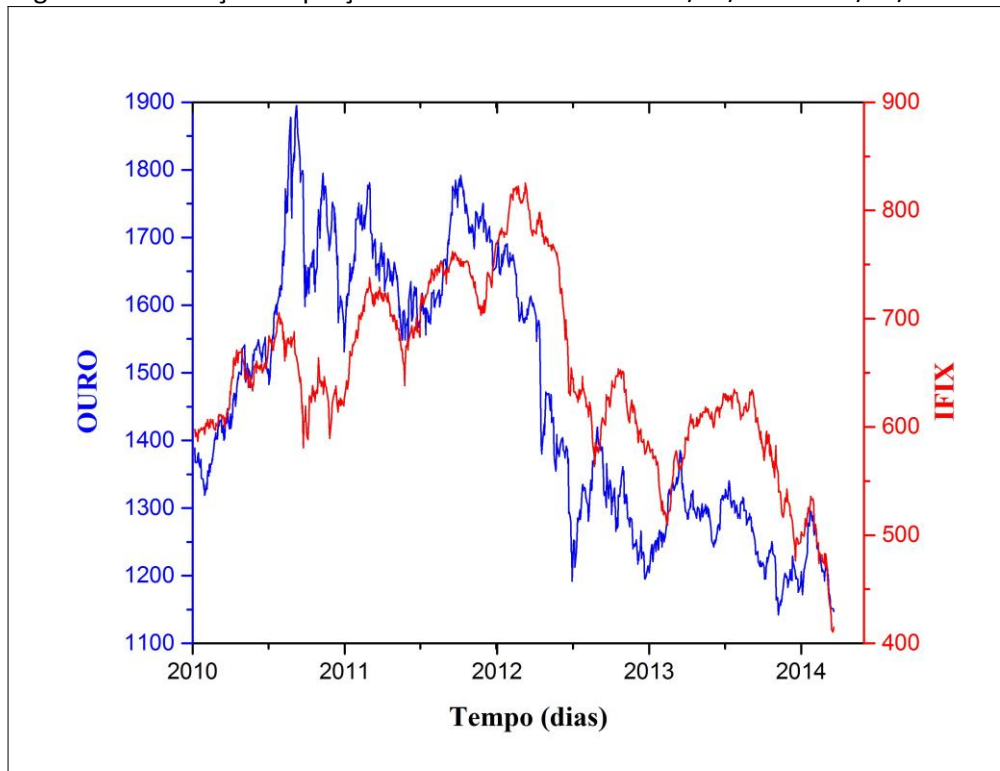
Por fim, a hipótese 4 foi rejeitada, indicando que não houve co-movimentação na distribuição conjunta entre o ouro e o SMLL. Por consequência, validamos as conclusões das hipóteses 1 e 2 e concluímos que o ouro agiu tanto como hedge e como fraco valor refúgio contra movimentos extremos do mercado do SMLL durante período analisado.

5.5 OUTROS ÍNDICES

5.5.1 Índice BM&FBOVESPA Fundos de Investimentos Imobiliários (IFIX)

Os retornos do ouro e do IFIX foram calculados com base na composição contínua da primeira diferença logarítmica dos preços. A Figura 22 mostra a dinâmica dos preços desses ativos durante todo o período da amostragem.

Figura 22 – Evolução do preço do ouro e do IFIX entre 03/01/2011 a 18/03/2015



Fonte: Federal Reserve Bank of St. Louis(2015).

As estatísticas para os retornos do ouro e do IFIX são apresentadas na [Tabela 41](#). Por sua vez, os valores dos limiares superior e inferior, identificados com o Estimador de Hill, são visualizados na [Figura 23](#) e na [Tabela 42](#), evidenciando que esses limiares são diferentes para o ouro e para o IFIX.

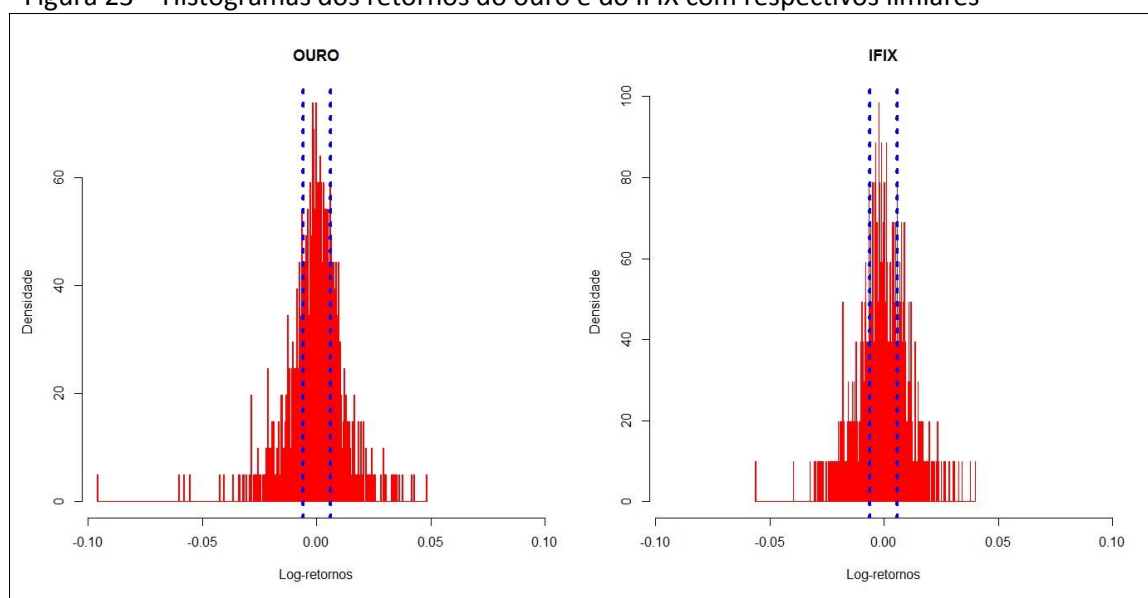
Os resultados apresentados na [Tabela 44](#) demonstram que as hipóteses 1 e 2 foram rejeitadas, indicando que o ouro poderia agir tanto como fraco quanto como forte valor refúgio para o IFIX. Para determinar qual dessas duas hipóteses prevaleceria, testamos e constatamos que $(P_{32}) > (P_{33})$. A [Tabela 43](#) evidenciou que essa constatação, indicando que o ouro teria atuado como um fraco valor refúgio.

Tabela 41 – Estatísticas para retornos do ouro e do IFIX

Estatística	Ouro	IFIX
Média	-0.0001877	-0.0003595
Mediana	0.0003012	-0.000603
Mínimo	-0.0959616	-0.0562844
Máximo	0.0483875	0.0399519
Desvio Padrão	0.01169153	0.01012081
Correlação	0,14	

Nota: Dados diários para o período de 03/01/2011 a 18/03/2015. A Tabela 41 informa as estatísticas básicas para as séries de retornos, incluindo média, mediana, desvio padrão, máximo, mínimo e a correlação do Ouro com o IFIX.

Figura 23 – Histogramas dos retornos do ouro e do IFIX com respectivos limiares



Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 42 – Limiares calculados com o Estimador de Hill para o ouro e para o IFIX

	Superior	Erro Padrão	Inferior	Erro Padrão
Ouro	0.0060	0.0010	0.0058	0.0010
IFIX	0.0058	0.0010	0.0061	0.0010

Nota: A Tabela 42 relata as estimativas de Hill superiores e inferiores e seus desvios-padrão (calculados para um nível de confiança de 95%) para retornos do ouro e do IFIX usando dados diários para o período de 03/01/2011 a 18/03/2015.

Ao examinarmos hipótese 3, verificamos que a mesma que foi rejeitada, o que demonstrou que o ouro não teria atuado como hedge.

Por fim, a hipótese 4 foi rejeitada. Consequentemente, validamos as conclusões das hipóteses 1 e 2 e concluímos como fraco valor refúgio contra movimentos extremos do IFIX, embora não tenha agido como hedge durante o período analisado.

Tabela 43 – Estimativas para matriz de probabilidade condicional entre o ouro e o IFIX

	P _{1,1}	P _{1,2}	P _{1,3}	P _{2,1}	P _{2,2}	P _{2,3}	P _{3,1}	P _{3,2}	P _{3,3}
Ouro/IFIX	0.28	0.51	0.21	0.24	0.51	0.25	0.24	0.49	0.27

Nota: A Tabela 43 mostra a probabilidade condicional da matriz estimada na matriz (M1) usando dados diários para o período de 03/01/2011 a 18/03/2015.

Tabela 44 – Resultado Teste Hipóteses

Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3	Hipótese 4
Rejeitada	Rejeitada	Rejeitada	Rejeitada

Nota: A Tabela 44 apresenta os resultados do teste de razão de verossimilhança para as hipóteses 1 a 4. Rejeição (não rejeição) significa que o p valor do teste foi menos (mais) que 0.05.

5.6 RESUMO DOS RESULTADOS

A Tabela 45 nos apresenta de forma resumida os resultados encontrados da atuação do ouro frente aos índices investigados, demonstrando que o ouro atuou como hedge e como fraco valor refúgio para os índices IBrX 100, IEE, INDX e SMLL e que atuou como fraco valor refúgio, embora não tenha atuado como hedge para os índices ITEL, IFIX e IMOB. Por fim, verificamos que o ouro atuou como como hedge, embora não tenha atuado como valor refúgio (nem forte, nem fraco) para os índices IMAT, UTIL, MLCX e IGCT. Fica evidente que o ouro sempre atuou ou como hedge ou como valor fraco refúgio para índices analisados. Chama atenção, também, o fato do ouro não ter atuado com forte valor refúgio contra nenhum dos índices analisados.

Tabela 45 – Resultados dos Testes Hipóteses

Índice	Resultado
IBrX 100	Atua como hedge e como fraco valor refúgio
IEE	Atua como hedge e como fraco valor refúgio
INDX	Atua como hedge e como fraco valor refúgio
IMOB	Não atua como hedge, mas atua como fraco valor refúgio
IMAT	Atua como hedge, mas não atua como valor refúgio (nem forte, nem fraco)
UTIL	Atua como hedge, mas não atua como valor refúgio (nem forte, nem fraco)
ITEL	Não atua como hedge, mas atua como fraco valor refúgio
IGCT	Atua como hedge, mas não atua como valor refúgio (nem forte, nem fraco)
MLCX	Atua como hedge, mas não como valor refúgio (nem forte, nem fraco)
SMLL	Atua como hedge e como fraco valor refúgio
IFIX	Não atua como hedge, mas atua como fraco valor refúgio

Nota: A [Tabela 45](#) apresenta o resumo dos resultados encontrados.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Investidores e a mídia financeira defendem que o preço do ouro tende a se mover em direção oposta ao preço das ações. Movimentos opostos entre ambos abririam a possibilidade de utilizar o ouro como diversificação e/ou valor refúgio contra movimentos extremos da BMFBovespa.

Nesse trabalho, testamos se o ouro atuou como hedge e como valor refúgio contra movimentos extremos negativos do mercado de ações brasileiro durante o período de janeiro de 2000 a março de 2015. Para tanto, utilizamos um teste de razão de verossimilhança, que analisou a estrutura de dependência entre o ouro e índices da BM&FBovespa. Inicialmente, a partir da teoria dos valores extremos, identificamos movimentos extremos em ambos os mercados e, assim, pudemos verificar dependência condicional entre o ouro e o mercado acionário, através da formulação de hipóteses acerca da dependência condicional entre ambos os ativos.

A partir da análise dos dados, obtivemos os seguintes resultados para o período estudado: (i) o ouro atuou como hedge eficaz e como fraco valor refúgio para para os índices IBrX 100, IEE, INDX e SMLL , ou seja, o ouro permaneceu num estado não extremo enquanto o esses índices se desvalorizava de maneira extrema, garantido proteção aos investidores nesses momentos; (ii) o ouro atuou como fraco valor refúgio, embora não tenha atuado como hedge para os índices ITEL, IFIX e IMOB e (iii) o ouro atuou como como hedge, embora não tenha atuado como valor refúgio (nem forte, nem fraco) para os índices IMAT, UTIL, MLCX e IGCT. Fica evidente que o ouro sempre atuou ou como hedge ou como valor fraco refúgio para índices analisados, o que indica que incluir o ouro a uma carteira de investimentos propicia benefícios de hedge e valor refúgio para o investidor. Chama atenção, também, o fato do ouro não ter atuado com forte valor refúgio contra nenhum dos índices analisados. Esta constatação está consistente com os resultados encontrados por Baur e Lucey (2010) e Baur e Mcdermott (2010), que verificaram que enquanto nos países desenvolvidos o ouro atuava como forte valor refúgio, nos países em desenvolvimento (Brasil incluso) o ouro predominava como fraco valor refúgio. Isto, segundo especulação dos autores poderia se dar pelo fato dos países em desenvolvimento poderem recorrer a outros instrumentos de proteção como o câmbio ou

mesmo títulos de países desenvolvidos antes mesmo de ser necessário recorrer ao ouro como instrumento de proteção.

Cabe ressaltar que este trabalho foi desenvolvido com variáveis valoradas em dólar americano. Assim, os resultados que capturamos correspondem ao comportamento do ouro, sob a perspectiva de uma carteira avaliada em dólares. Vale lembrar que esse trabalho limita explicar e compreender um fenômeno, não possuindo o intuito de prever ou estabelecer um modelo que permita prever o comportamento das variáveis estudadas.

Acreditamos que esse trabalho possa abrir espaço para a realização de pesquisas mais aprofundadas sobre o tema, sobretudo, a luz das descobertas mais recentes de Baur et al. (2014). Ou seja, que colabore para o desenvolvimento de estudos que permitam a formulação de modelos de previsão do preço do ouro em relação a diversas variáveis econômicas, dentre as quais índices de ações, preços de commodities, títulos do governo americano, taxas de câmbio e índices de inflação e buscarem desenvolver um modelo de previsão do comportamento do ouro.

REFERÊNCIAS

- BAUR, D.; BECKMANN, J.; CZUDAJ, R. Safe haven assets and investor behaviour under uncertainty. **Ruhr Economic Paper**, 2014.
- BAUR, D.; LUCEY, B. Is gold a hedge or a safe haven? An analysis of stocks, bonds and gold. **Finance Review**, Wiley Online Library, v. 45, n. 2, p. 217–229, 2010.
- BAUR, D.; MCDERMOTT, T. Is gold a safe haven? International evidence. **J. Bank. Finance, Elsevier**, v. 34, n. 8, p. 1886–1898, 2010.
- BAUR, D.; MCDERMOTT, T. Safe haven assets and investor behaviour under uncertainty. **UTS Business School Working Paper Series**, 2012.
- BECKERS, S.; SOENEN, L. Gold: more attractive to non-us than to us investors? **Journal of Business Finance and Accounting**, 1984.
- BLOSE, L. E. Gold prices, cost of carry, and expected inflation. **Journal of Economics and Business, Elsevier**, v. 62, n. 1, p. 35–47, 2010.
- BORTKIEWICZ, L. von. **Variationsbreite und mittlerer Fehler**. [S.l.]: Berliner Mathematische Gesellschaft, 1922.
- BRITO, A. L. T. et al. O ouro atua como hedge ou valor refúgio diante de variações cambiais negativas? Evidências empíricas no mercado brasileiro. In: ENCONTRO ANPAD, 2015. **Anais...** 2015.
- BROOKS, C. **Introductory econometrics for finance**. Cambridge: Cambridge University Press, 2008.
- BUENO, R. D. L. d. S. Conceitos de "hedge" em mercados futuros. **Revista de Administração**, 2002.
- CAPIE, F.; MILLS, T. C.; WOOD, G. Gold as a hedge against the dollar. **Journal of International Financial Markets, Institutions and Money, Elsevier**, v. 15, n. 4, p. 343–352, 2005.
- CARVALHO, L. O. P. et al. O ouro atua como hedge ou valor refúgio diante de desvalorizações da bmfbovespa? In: SEMEAD, 18., 2015. **Anais...** 2015.
- CHUA, J.; WOODWARD, R. S. Gold as an inflation hedge: a comparative study of six major industrial countries. **Journal of Business Finance and Accounting**, Wiley Online Library, v. 9, n. 2, p. 191–197, 1982.
- COLES, S. **An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values**. [S.l.]: SpringerVerlag, London, 2001.
- DANIELSSON, J.; VRIES, C. G. **Value-at-risk and extreme returns**. London: School of Economics, 1997.
- DODD, E. L. **The greatest and the least variate under general laws of error**. [S.l.]: American Mathematical Society, 1923.

ELTON, E. J. et al. **Moderna teoria de carteiras e análise de investimentos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

EMBRECHTS, P. **Extreme value theory**: potential and limitations as an integrated risk management tool. [S.l.]: Departement Mathematik ETH Zentrum, 2000.

EMBRECHTS, P.; LINDSKOG, F.; MCNEIL, A. **Modelling dependence with copulas and applications to risk management**. The Netherlands: Elsevier, 1997.

FAMA, E.; FRENCH, K. O modelo de precificação de ativos de capital: teoria e evidências. **Revista de Administração de Empresas**, SciELO Brasil, v. 47, n. 2, p. 103–118, 2007.

FISHER, R. A.; TIPPETT, L. Limiting forms of the frequency distribution of the largest or smallest member of a sample. In: CAMBRIDGE PHILOSOPHICAL SOCIETY, 1928. **Proceedings...** 1928.

FORTUNA, E. **Mercado financeiro: produtos e serviço**. [S.l.]: Qualitymark, 2008.

FRÉCHET, M. Sur la loi de probabilité de l'écart maximum. **Annales de la Société de Mathématique**, 1927.

GRIFFITH, A. A. **The phenomena of rupture and flow in solids**. London: Royal Society of London, 1920.

GUMBEL, E. J. **Statistics of extremes**. [S.l.]: Columbia University Press, 1958.

JOY, M. Gold and the us dollar: Hedge or haven? **Finance Research Letters**, Elsevier, v. 8, n. 3, p. 120–131, 2011.

KEYNES, J. M. A treatise on money. In: THE COLLECTED Writings of John Maynard Keynes. London, UK: Macmillan, 1930.

KOTZ, S.; NADARAJAH, S. **Extreme value distributions: theory and applications**. [S.l.]: Imperial Colleg Press, 2000.

LONGIN, F. The asymptotic distribution of extreme stock market returns. **Journal of Business**, v. 69, n. 3, 1996.

MARKOWITZ, H. Portfolio selection. **The Journal of Finance**, v. 7, n. 1, 1952.

MARSHALL, A. Industry and trade. [S.l.]: Macmillan, 1919.

MCNEIL, A. J. **Extreme value theory for risk managers**. Departement Mathematik ETH Zentrum, 1998.

MENDES, B. V. **Introdução à análise de eventos extremos**. Rio de Janeiro: E-Papers Serviços Editoriais, 2004.

MISES, R. von. **Über die variationsbreite einer**. Sitzungsberichte der Berliner Mathematischen Gesellschaft, 1923.

MISES, R. von. La distribution de la plus grande de n valeurs. **Revue de l'Union Interbalkanique**, 1936.

PAXSON, D.; WOOD, D. **Dicionário enciclopédico de finanças**. São Paulo: Atlas, 2001.

RANALDO, A.; SODERLIND, P. Safe haven currencies. **Review of Finance**, v. 14, n. 3, p. 385–407, 2010.

REBOREDO, J. C. Is gold a hedge or safe haven against oil price movements? **Resources Policy**, Elsevier, v. 38, n. 2, p. 130–137, 2013.

REBOREDO, J. C.; RIVERA CASTRO, M. A. Can gold hedge and preserve value when the us dollar depreciates? **Economic Modelling**, Elsevier, v. 39, p. 168–173, 2014.

SJASSTAD, L. A.; FABIO, S. The price of gold and the exchange rate. **Journal of International Money and Finance**, 1996.

STEIN, J. The simultaneous determination of spot and futures prices. **American Economic Review**, 1961.

TSAY, R. S. **Analysis of financial time series**. [S.I.]: John Wiley and Sons, 2010.