

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS  
ESCOLA DE ECONOMIA DE SÃO PAULO

FRANCISCO ALVES DE LIMA JUNIOR

**EXPOENTE DE HURST E SUA EFICÁCIA EM  
ESTRATÉGIAS DE *PAIRS TRADING* INTRADIÁRIO  
NO MERCADO BRASILEIRO.**

**SÃO PAULO**

**2019**

FRANCISCO ALVES DE LIMA JUNIOR

**EXPOENTE DE HURST E SUA EFICÁCIA EM  
ESTRATÉGIAS DE *PAIRS TRADING* INTRADIÁRIO  
NO MERCADO BRASILEIRO.**

Dissertação apresentada ao Programa de  
Mestrado Profissional da Escola de Economia  
de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas,  
como requisito para a obtenção do título de  
Mestre em Economia.

Área de concentração:  
Engenharia Financeira.

Orientador:  
Prof. Dr. Juan Carlos Ruilova Téran

SÃO PAULO

2019

Lima Junior, Francisco Alves de.

Expoente de Hurst e sua eficácia em estratégias de *pairs trading* intradiário no mercado brasileiro / Francisco Alves de Lima Junior. – 2019.

169 f.

Orientador: Juan Carlos Ruilova Téran.

Dissertação (mestrado profissional MPFE) – Fundação Getulio Vargas, Escola de Economia de São Paulo.

1. Mercado de capitais - Brasil. 2. Ações (Finanças) - Preços. 3. Operações com pares (Finanças). 4. Análise de séries temporais. 5. Engenharia financeira. I. Ruilova Téran, Juan Carlos. II. Dissertação (mestrado profissional MPFE) – Escola de Economia de São Paulo. III. Fundação Getulio Vargas. IV. Título.

CDU 336.763.21(81)

FRANCISCO ALVES DE LIMA JUNIOR

# **EXPOENTE DE HURST E SUA EFICÁCIA EM ESTRATÉGIAS DE *PAIRS TRADING* INTRADIÁRIO NO MERCADO BRASILEIRO.**

Dissertação apresentada ao Programa de  
Mestrado Profissional da Escola de Economia  
de São Paulo da Fundação Getulio Vargas,  
como requisito para a obtenção do título de  
Mestre em Economia.

Área de concentração:  
Engenharia Financeira.

Data da Aprovação: 26 / 08 / 2019

Banca Examinadora:

---

**Prof. Dr. Juan Carlos Ruilova Téran**  
(Orientador)  
FGV - EESP

---

**Prof. Dr. Alessandro Martim Marques**  
(Coorientador)  
FGV - EESP

---

**Prof. Dr. Gustavo Monteiro de  
Athayde**  
Insper

# Agradecimentos

Ninguém conquista grandes feitos sozinho. O tijolo adicionado à casa do conhecimento é sustentado pelos tijolos daqueles que lá os colocaram antes. A motivação para se adicionar um novo tijolo vem daqueles para quem a casa é construída.

Agradeço imensamente ao meu coorientador Prof. Dr. Alessandro Martim Marques e ao meu orientador, Prof. Dr. Juan Carlos Ruilova Téran, por toda a confiança depositada, alicerce principal do desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Afonso de Campos Pinto, pelo incentivo e empolgação quanto à pesquisa de temas não convencionais e ao Prof. Dr. Gustavo Monteiro de Athayde, pelas aulas memoráveis.

Aos meus grandes amigos, André Ferreira, Andrey e Antonia Rakowitsch, Bruno Testa e Ana Contier, Caio Kruse, Felipe Osti, Giovanni Rizzo, Igor e Camila Aquino, Raul Baraldi e Silvia Tittoto, Ricardo Patah, Rubens Yamamoto, Stefan Bischof e Augusta Meyer, por darem cor aos meus dias.

Aos meus mentores (e também grandes amigos), Carlos Bertozzi e Emílio Matos, pelas lições e inspiração que a convivência com vocês me deixou.

Aos meus cunhados Emanuel Henriksson e Marina Reis, por me apresentarem a um mundo novo.

Aos meus sogros, David Nogueira e Nilza Reis, pelo acolhimento carinhoso desde o primeiro momento e pelas orações.

Ao meu irmão Bruno Youssef, minha cunhada Paula Vidal e ao nosso fiel companheiro canino, Thales Chewbacca, por serem o meu pilar.

Ao amor da minha vida, Sissa, por estar ao meu lado em todos os momentos e por ser essa pessoa maravilhosa com quem sempre eu quero estar e para quem sempre eu quero ser.

À minha amada mãe, Catarina Yunen, onde quer que esteja, pelo exemplo de nunca desistir.

# RESUMO

Este trabalho possui o objetivo de verificar se o *expoente de Hurst* é uma medida eficaz para selecionar pares de ativos do mercado acionário brasileiro que apresentem resultados financeiros líquidos positivos quando negociados por meio de uma estratégia de *pairs trading*. Para isso, foi aplicada uma metodologia de seleção de pares que parte do princípio de que pares de ativos cuja série de incrementos do *spread* apresenta a propriedade de *antipersistência* possuem chances relevantes de obterem bons resultados, ao serem negociados por meio de uma estratégia de reversão à média. Foram utilizados dados de negociação intradiária, compostos pelas séries de preços *negócio a negócio* de cinquenta e nove ações que fazem parte da composição do índice *Ibovespa*, a partir dos quais foram realizadas, para três períodos distintos, a seleção dos pares que apresentaram maior grau de *antipersistência*, quantificado por meio da estimação do *expoente de Hurst* para suas séries de log-retornos do *spread*, seguida de suas simulações históricas de negociação, para as quais foram encontrados resultados positivos em diversos cenários.

**Palavras-chave:** Hurst. Pairs trading. Reversão à média. Negociação intradiária.

# ABSTRACT

This paper aims to verify if the *Hurst exponent* is an effective measure to select Brazilian stock market asset pairs that present positive net financial results when traded using a pairs trading strategy. To this end, a pairs selection methodology was applied, which assumes that asset pairs whose spread increments show anti-persistence property have a significant chance of obtaining good results when traded using a mean reversion strategy. Intraday trading data were used, consisting of tick price series of fifty-nine stocks that are part of the composition of the Ibovespa index, from which, for three distinct periods, were selected the pairs with the highest degree of anti-persistence, quantified by estimating the Hurst exponent for its spread log-return series, followed by its historical trading simulations, for which positive results were found in several scenarios.

**Keywords:** Hurst. Pairs trading. Mean reversion. Intraday trading.

# Lista de ilustrações

Figura 1 – Metodologias de discretização. . . . .	54
Figura 2 – Períodos de <i>formação</i> e <i>negociação</i> utilizados neste trabalho. . . . .	58
Figura 3 – Combinações de parâmetros utilizadas para a realização de <i>simulações históricas de negociação</i> . . . . .	66



# Lista de tabelas

Tabela 1	–	Código dos ativos utilizados neste trabalho e seus respectivos setores e sub-setores econômicos. . . . .	53
Tabela 2	–	Valores dos parâmetros $n$ e $m$ utilizados nas simulações. . . . .	61
Tabela 3	–	Tarifas de corretagem para o mercado de ações, para a modalidade de cobrança por ordem executada. . . . .	62
Tabela 4	–	Emolumentos cobrados sobre a negociação de ações em sua plataforma, pela B3, a Bolsa de Valores São Paulo. . . . .	62
Tabela 5	–	Custos relacionados ao aluguel de ações. . . . .	63
Tabela 6	–	Trinta pares com os menores <i>expoentes de Hurst</i> , estimados, por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> , para o <i>período de formação</i> de 03/abr/2019 a 03/mai/2019, correspondente ao <i>período de negociação</i> de 05/mai/2019 a 17/mai/2019. . . . .	78
Tabela 7	–	Trinta pares com os menores <i>expoentes de Hurst</i> , estimados, por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> , para o <i>período de formação</i> de 17/abr/2019 a 17/mai/2019, correspondente ao <i>período de negociação</i> de 20/mai/2019 a 31/mai/2019. . . . .	79
Tabela 8	–	Trinta pares com os menores <i>expoentes de Hurst</i> , estimados, por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> , para o <i>período de formação</i> de 17/abr/2019 a 17/mai/2019, correspondente ao <i>período de negociação</i> de 20/mai/2019 a 31/mai/2019. . . . .	80
Tabela 9	–	Trinta pares com os menores <i>expoentes de Hurst</i> , estimados, por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> , para o <i>período de formação</i> de 03/abr/2019 a 03/mai/2019, correspondente ao <i>período de negociação</i> de 05/mai/2019 a 17/mai/2019. . . . .	81
Tabela 10	–	Trinta pares com os menores <i>expoentes de Hurst</i> , estimados, por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> , para o <i>período de formação</i> de 17/abr/2019 a 17/mai/2019, correspondente ao <i>período de negociação</i> de 20/mai/2019 a 31/mai/2019. . . . .	82
Tabela 11	–	Trinta pares com os menores <i>expoentes de Hurst</i> , estimados, por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> , para o <i>período de formação</i> de 17/abr/2019 a 17/mai/2019, correspondente ao <i>período de negociação</i> de 20/mai/2019 a 31/mai/2019. . . . .	83
Tabela 12	–	Trinta pares com os menores <i>expoentes de Hurst</i> , estimados, por meio da <i>Detrended Fluctuation Analysis</i> , para o <i>período de formação</i> de 03/abr/2019 a 03/mai/2019, correspondente ao <i>período de negociação</i> de 05/mai/2019 a 17/mai/2019. . . . .	84

Tabela 13 – Trinta pares com os menores <i>expoentes de Hurst</i> , estimados, por meio da <i>Detrended Fluctuation Analysis</i> , para o <i>período de formação</i> de 17/abr/2019 a 17/mai/2019, correspondente ao <i>período de negociação</i> de 20/mai/2019 a 31/mai/2019. . . . .	85
Tabela 14 – Trinta pares com os menores <i>expoentes de Hurst</i> , estimados, por meio da <i>Detrended Fluctuation Analysis</i> , para o <i>período de formação</i> de 17/abr/2019 a 17/mai/2019, correspondente ao <i>período de negociação</i> de 20/mai/2019 a 31/mai/2019. . . . .	86
Tabela 15 – Trinta pares com os menores <i>expoentes de Hurst</i> , estimados, por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> , para o <i>período de formação</i> de 03/abr/2019 a 03/mai/2019, correspondente ao <i>período de negociação</i> de 05/mai/2019 a 17/mai/2019. . . . .	87
Tabela 16 – Trinta pares com os menores <i>expoentes de Hurst</i> , estimados, por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> , para o <i>período de formação</i> de 17/abr/2019 a 17/mai/2019, correspondente ao <i>período de negociação</i> de 20/mai/2019 a 31/mai/2019. . . . .	88
Tabela 17 – Trinta pares com os menores <i>expoentes de Hurst</i> , estimados, por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> , para o <i>período de formação</i> de 17/abr/2019 a 17/mai/2019, correspondente ao <i>período de negociação</i> de 20/mai/2019 a 31/mai/2019. . . . .	89
Tabela 18 – Trinta pares com os menores <i>expoentes de Hurst</i> , estimados, por meio da <i>Análise V/S</i> , para o <i>período de formação</i> de 03/abr/2019 a 03/mai/2019, correspondente ao <i>período de negociação</i> de 05/mai/2019 a 17/mai/2019. . . . .	90
Tabela 19 – Trinta pares com os menores <i>expoentes de Hurst</i> , estimados, por meio da <i>Análise V/S</i> , para o <i>período de formação</i> de 17/abr/2019 a 17/mai/2019, correspondente ao <i>período de negociação</i> de 20/mai/2019 a 31/mai/2019. . . . .	91
Tabela 20 – Trinta pares com os menores <i>expoentes de Hurst</i> , estimados, por meio da <i>Análise V/S</i> , para o <i>período de formação</i> de 17/abr/2019 a 17/mai/2019, correspondente ao <i>período de negociação</i> de 20/mai/2019 a 31/mai/2019. . . . .	92
Tabela 21 – Total de posições abertas para os pares selecionados através da <i>Análise R/S Clássica</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019. . . . .	93
Tabela 22 – Total de posições abertas para os pares selecionados através da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019. . . . .	93
Tabela 23 – Total de posições abertas para os pares selecionados através da <i>Detrended Fluctuation Analysis</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019. . . . .	93
Tabela 24 – Total de posições abertas para os pares selecionados através da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019. . . . .	94
Tabela 25 – Total de posições abertas para os pares selecionados através da <i>Análise V/S</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019. . . . .	94

Tabela 26 – Total de posições abertas entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019 para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	95
Tabela 27 – Total de posições abertas entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019 para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	95
Tabela 28 – Total de posições abertas entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019 para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	95
Tabela 29 – Total de posições abertas entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019 para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	96
Tabela 30 – Total de posições abertas entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019 para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	96
Tabela 31 – Total de posições abertas entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019 para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	96
Tabela 32 – Total de posições abertas entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019 para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	97
Tabela 33 – Total de posições abertas entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019 para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	97
Tabela 34 – Total de posições abertas entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019 para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	97
Tabela 35 – Total de posições abertas entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019 para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	98
Tabela 36 – Total de posições abertas entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019 para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	98
Tabela 37 – Total de posições abertas entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019 para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	98
Tabela 38 – Total de posições abertas entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019 para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	99
Tabela 39 – Total de posições abertas entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019 para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	99
Tabela 40 – Total de posições abertas entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019 para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	99
Tabela 41 – Percentual médio de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S clássica</i> . . . . .	100
Tabela 42 – Percentual médio de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	100

Tabela 43 – Percentual médio de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	101
Tabela 44 – Percentual médio de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	101
Tabela 45 – Percentual médio de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	101
Tabela 46 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	102
Tabela 47 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	102
Tabela 48 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	102
Tabela 49 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . .	103
Tabela 50 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . .	103
Tabela 51 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . .	103
Tabela 52 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	104
Tabela 53 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	104
Tabela 54 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	104

Tabela 55 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	105
Tabela 56 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	105
Tabela 57 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	105
Tabela 58 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	106
Tabela 59 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	106
Tabela 60 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	106
Tabela 61 – Percentual médio de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S clássica</i> . . . . .	107
Tabela 62 – Percentual médio de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	107
Tabela 63 – Percentual médio de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	107
Tabela 64 – Percentual médio de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	108
Tabela 65 – Percentual médio de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	108

Tabela 66 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	109
Tabela 67 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	109
Tabela 68 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	109
Tabela 69 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	110
Tabela 70 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	110
Tabela 71 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	110
Tabela 72 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	111
Tabela 73 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	111
Tabela 74 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	111
Tabela 75 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	112
Tabela 76 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	112
Tabela 77 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	112



Tabela 78 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	113
Tabela 79 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	113
Tabela 80 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	113
Tabela 81 – Percentual médio de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S clássica</i> . . . . .	114
Tabela 82 – Percentual médio de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	114
Tabela 83 – Percentual médio de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	115
Tabela 84 – Percentual médio de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	115
Tabela 85 – Percentual médio de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	115
Tabela 86 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	116
Tabela 87 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	116
Tabela 88 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	116
Tabela 89 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	117

Tabela 90 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	117
Tabela 91 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	117
Tabela 92 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	118
Tabela 93 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	118
Tabela 94 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	118
Tabela 95 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	119
Tabela 96 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	119
Tabela 97 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	119
Tabela 98 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	120
Tabela 99 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	120
Tabela 100 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	120
Tabela 101 – Percentual médio de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S clássica</i> . . . . .	121



Tabela 102–Percentual médio de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> .	121
Tabela 103–Percentual médio de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> .	121
Tabela 104–Percentual médio de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> .	122
Tabela 105–Percentual médio de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> .	122
Tabela 106–Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> .	123
Tabela 107–Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> .	123
Tabela 108–Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> .	123
Tabela 109–Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> .	124
Tabela 110–Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> .	124
Tabela 111–Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> .	124
Tabela 112–Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> .	125
Tabela 113–Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> .	125

Tabela 114–Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	125
Tabela 115–Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	126
Tabela 116–Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	126
Tabela 117–Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	126
Tabela 118–Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	127
Tabela 119–Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	127
Tabela 120–Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	127
Tabela 121–Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	128
Tabela 122–Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	128
Tabela 123–Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	129
Tabela 124–Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	129

Tabela 125 – Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	129
Tabela 126 – Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	130
Tabela 127 – Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	130
Tabela 128 – Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	130
Tabela 129 – Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	131
Tabela 130 – Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	131
Tabela 131 – Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	131
Tabela 132 – Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	132
Tabela 133 – Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	132
Tabela 134 – Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	132
Tabela 135 – Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	133

Tabela 136–Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	133
Tabela 137–Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	133
Tabela 138–Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . .	134
Tabela 139–Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . .	134
Tabela 140–Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	134
Tabela 141–Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	135
Tabela 142–Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	135
Tabela 143–Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	135
Tabela 144–Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	136
Tabela 145–Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	136
Tabela 146–Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	137
Tabela 147–Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	137

Tabela 148–Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	137
Tabela 149–Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	138
Tabela 150–Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	138
Tabela 151–Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	138
Tabela 152–Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	139
Tabela 153–Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	139
Tabela 154–Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	139
Tabela 155–Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	140
Tabela 156–Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	140
Tabela 157–Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	140
Tabela 158–Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	141
Tabela 159–Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	141

Tabela 160 – Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	141
Tabela 161 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	142
Tabela 162 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	142
Tabela 163 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	143
Tabela 164 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	143
Tabela 165 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	143
Tabela 166 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	144
Tabela 167 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	144
Tabela 168 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	144
Tabela 169 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	145
Tabela 170 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	145
Tabela 171 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	145



Tabela 172 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	146
Tabela 173 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	146
Tabela 174 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	146
Tabela 175 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	147
Tabela 176 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	147
Tabela 177 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	147
Tabela 178 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	148
Tabela 179 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	148
Tabela 180 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	148
Tabela 181 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	149
Tabela 182 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	149
Tabela 183 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	149

Tabela 184–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	150
Tabela 185–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	150
Tabela 186–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	151
Tabela 187–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	151
Tabela 188–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	151
Tabela 189–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	152
Tabela 190–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	152
Tabela 191–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	152
Tabela 192–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	153
Tabela 193–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	153
Tabela 194–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	153
Tabela 195–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	154



Tabela 196 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	154
Tabela 197 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	154
Tabela 198 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	155
Tabela 199 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	155
Tabela 200 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	155
Tabela 201 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	156
Tabela 202 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	156
Tabela 203 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	157
Tabela 204 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	157
Tabela 205 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	157

Tabela 206–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	158
Tabela 207–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	158
Tabela 208–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	158
Tabela 209–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	159
Tabela 210–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	159
Tabela 211–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	159
Tabela 212–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	160
Tabela 213–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	160
Tabela 214–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	160

Tabela 215–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	161
Tabela 216–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	161
Tabela 217–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	161
Tabela 218–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	162
Tabela 219–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	162
Tabela 220–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>dollar neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	162
Tabela 221–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	163
Tabela 222–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	163
Tabela 223–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	163

Tabela 224–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	164
Tabela 225–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	164
Tabela 226–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	165
Tabela 227–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	165
Tabela 228–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S Clássica</i> . . . . .	165
Tabela 229–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	166
Tabela 230–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	166
Tabela 231–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Lo</i> . . . . .	166
Tabela 232–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	167

Tabela 233–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	167
Tabela 234–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>DFA</i> . . . . .	167
Tabela 235–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	168
Tabela 236–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	168
Tabela 237–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise R/S modificada por Ceballos e Largo</i> . . . . .	168
Tabela 238–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	169
Tabela 239–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	169
Tabela 240–Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem <i>share neutral</i> e quantidade de referência de mil unidades entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da <i>Análise V/S</i> . . . . .	169

# Lista de abreviaturas e siglas

i.i.d.	Independente e identicamente distribuído
DFA	Detrended Fluctuation Analysis

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>32</b>
1.1	Objetivos	32
1.2	Estrutura da dissertação	33
<b>2</b>	<b>Revisão Bibliográfica</b>	<b>34</b>
2.1	O expoente de Hurst	34
2.1.1	A dinâmica da incerteza	34
2.1.2	Hurst	35
2.1.3	Análise R/S	36
2.2	Pairs Trading	43
2.2.1	Identificação de pares	44
2.2.1.1	Correlação	44
2.2.1.2	Distâncias	45
2.2.1.3	Cointegração	45
2.2.1.4	Modelo Estocástico	46
2.2.1.5	Modelo Estocástico Diferencial Residual	47
2.2.1.6	Expoente de Hurst	48
2.2.2	Negociação dos pares	49
2.2.2.1	Viabilidade econômica da estratégia	51
<b>3</b>	<b>Metodologia</b>	<b>52</b>
3.1	Base de dados	52
3.2	Discretização dos dados	52
3.3	Série do <i>spread</i>	55
3.4	Série de log-retornos do <i>spread</i>	55
3.5	Expoente de Hurst	55
3.6	Estratégia de negociação	57
3.6.1	Dimensionamento dos períodos	57
3.7	Seleção dos pares	58
3.8	Simulação histórica de negociação	58
3.8.1	Posição em um par de ativos	58
3.8.2	Proporção entre os ativos de uma posição em um par	59
3.8.3	Posição comprada em um par	59
3.8.4	Posição vendida em um par	59
3.8.5	<i>Share neutral</i>	59
3.8.6	<i>Dollar neutral</i>	59

3.8.7	Estratégia de negociação . . . . .	60
3.9	Banda de negociação . . . . .	60
3.10	Apuração dos resultados da simulação . . . . .	61
3.11	Resultado financeiro da negociação . . . . .	61
3.12	Custos de negociação . . . . .	61
3.12.1	Corretagem . . . . .	61
3.12.2	Emolumentos cobrados pela Bolsa de Valores . . . . .	62
3.12.3	Venda a descoberto . . . . .	62
3.12.4	Custo de carregamento . . . . .	63
3.13	Resultado da estratégia . . . . .	64
<b>4</b>	<b>Resultados . . . . .</b>	<b>65</b>
<b>5</b>	<b>Conclusão . . . . .</b>	<b>71</b>
	<b>Referências . . . . .</b>	<b>74</b>
	<b>Apêndices . . . . .</b>	<b>77</b>
	<b>APÊNDICE A Tabelas . . . . .</b>	<b>78</b>
A.1	Expoente de Hurst . . . . .	78
A.2	Posições abertas sobre pares de ativos em simulações de negociação . . . . .	93
A.3	Percentual de acerto das posições abertas sobre pares de ativos em simulações de negociação. . . . .	100
A.4	Percentual de acerto das posições abertas sobre pares de ativos selecionados através do critério baseado no <i>expoente de Hurst</i> , quando são considerados os custos de negociação. . . . .	114
A.5	Resultado financeiro das posições abertas sobre pares de ativos selecionados através do critério baseado no <i>expoente de Hurst</i> , quando não são considerados os custos. . . . .	128
A.6	Resultado financeiro das posições abertas sobre pares de ativos selecionados através do critério baseado no <i>expoente de Hurst</i> , quando são considerados os custos. . . . .	142
A.7	Resultado financeiro das posições abertas sobre pares de ativos selecionados através do critério baseado no <i>expoente de Hurst</i> , utilizando uma quantidade de referência de mil unidades. . . . .	156



# 1 Introdução

Grande parte das aplicações estatísticas sobre séries financeiras tem como objetivo a descoberta de propriedades sobre a natureza dos processos que as regem, sob a suposição implícita fundamental da Estatística de que as características encontradas em uma população amostral de dados apresentam reflexos das características da população como um todo, o que, naturalmente, alimenta a expectativa de que algumas características observadas, de maneira consistente, em uma amostra, venham a ser novamente observadas, no processo estudado, em algum momento futuro. Tal expectativa possui um horizonte que é, na maioria das vezes, associado, de maneira integral ou proporcional, ao tamanho do período da amostra, de modo que as medidas estatísticas sobre ela estimada possuem magnitude vinculada à escala do período sobre o qual a amostra reside.

Algumas estatísticas, no entanto, são capazes de romper essa barreira imposta por um horizonte fixo, ao capturar, de uma só vez, a manifestação de propriedades inerentes ao processo estudado ao longo de diferentes escalas dentro da amostra. A sensibilidade dessas estatísticas, quanto à invariância de escala de uma determinada propriedade em uma amostra, característica associada ao fenômeno de fractalidade, as torna fortes candidatas para serem aplicadas em processos nos quais é tomada uma decisão baseada nas estatísticas medidas para um período anterior, na esperança de que as características observadas nesse período venham a se manifestar num período futuro, seja na mesma ou em diferentes magnitudes. Entre essas estatísticas está o *expoente de Hurst*, objeto de estudo deste trabalho, em que será verificada a aplicabilidade da sua capacidade de detecção da propriedade de *antipersistência* para uma série econométrica, como um critério eficaz de decisão no processo de escolha de pares de ativos que apresentem chances de sucesso quando negociados por meio de estratégias de *pairs trading*.

## 1.1 Objetivos

Este trabalho possui o objetivo de verificar se o *expoente de Hurst* é uma medida eficaz para selecionar pares de ativos do mercado acionário brasileiro que apresentem resultados financeiros líquidos positivos quando negociados, via simulação histórica, por meio de uma estratégia de *pairs trading*. Para isso, foi utilizada uma metodologia de seleção de pares de ações inspirada em (REQUENA; SÁNCHEZ-GRANERO; SEGOVIA, 2017), que parte do princípio de que pares de ativos cuja série do *spread* apresenta a propriedade de *antipersistência*, mensurada por meio do *expoente de Hurst*, possuem chances de apresentar bons resultados, quando negociados por meio de uma estratégia de reversão à média.

Foram utilizados dados de negociação intradiária, compostos pelas séries de preços *negócio a negócio*, de cinquenta e nove ações que fazem parte da composição do índice *Ibovespa*, durante um período de cinquenta dias de negociação, compreendido entre 1º de abril e 14 de junho de 2019.

Uma vez que não há consenso na literatura sobre qual metodologia para estimação do *expoente de Hurst* é a mais apropriada, cinco metodologias diferentes serão testadas, de modo que, para cada metodologia, serão realizadas três rodadas compostas por seleção de pares e simulação histórica de negociação dos pares selecionados. Os resultados das simulações obtidos para os pares selecionados por cada metodologia serão apresentados e discutidos.

## 1.2 Estrutura da dissertação

Neste primeiro capítulo é realizada uma breve introdução e são apresentados os objetivos deste trabalho. O segundo capítulo contempla a revisão bibliográfica, dividida em duas seções: a primeira percorre a literatura relacionada ao *expoente de Hurst*, enquanto a segunda apresenta as definições e principais metodologias relacionadas a *pairs trading*. No terceiro capítulo, são descritas as metodologias utilizadas para a seleção de pares de ativos e tanto para a simulação histórica da negociação desses pares, quanto para a aferição dos resultados dessas simulações. Nos capítulos quarto e quinto, são apresentados, respectivamente, os resultados obtidos e as conclusões.

## 2 Revisão Bibliográfica

### 2.1 O expoente de Hurst

#### 2.1.1 A dinâmica da incerteza

Em (BACHELIER, 1900), Bachelier afirma que, diante da incapacidade de prever os movimentos dos preços dos ativos, o mercado os classifica como mais ou menos previsíveis e que suas probabilidades de ocorrência podem ser calculadas matematicamente. Ele define a dinâmica do mercado de ativos como a de um jogo justo, no qual tanto a alta quanto a queda do preço de um ativo são igualmente prováveis. Para que isso aconteça, a esperança matemática dos participantes do mercado sobre os movimentos futuros dos preços do ativo precisa ser nula, seja ela para o instante atual ou para movimentos subsequentes. O preço verdadeiro de um ativo é aquele considerado o mais provável pelo mercado e a probabilidade de uma variação desse preço é definida como independente do valor absoluto de seu nível atual e possui distribuição de probabilidade simétrica em relação ao preço verdadeiro corrente. A partir dessas definições, Bachelier deriva uma lei de probabilidades para descrever as variações de preços dos ativos, na qual o desvio padrão das variações dos preços para um período é proporcional à raiz quadrada do tempo. No cerne dessa teoria está o conceito de difusão de probabilidades, o qual, em analogia ao fenômeno físico de difusão, enuncia que, durante um intervalo de tempo, cada nível de preço irradia para o nível vizinho uma quantidade de probabilidade proporcional à diferença das probabilidades dos níveis.

Cinco anos mais tarde, em (EINSTEIN, 1905), Einstein modela o movimento realizado por partículas microscópicas suspensas sobre um líquido estacionário, cujas características eram muito semelhantes às do movimento de partículas de pólen suspensas na água, observado em (BROWN, 1828) e até então conhecido como movimento Browniano. Para descrever matematicamente a dinâmica desse movimento, Einstein divide a linha do tempo em intervalos discretos e assume que o movimento de uma partícula durante um intervalo é independente, tanto do movimento da própria partícula em qualquer outro intervalo, quanto dos movimentos de outras partículas em qualquer intervalo. Ele define que, em cada intervalo, a partícula se desloca em torno de um eixo fixo por uma quantidade  $\delta$ , cujo valor está associado a uma lei de probabilidade. A partir dessas definições, Einstein deriva que o movimento da partícula ao longo de uma sucessão de intervalos de tempo é regido por um processo de difusão e que possui desvio médio quadrático proporcional à raiz quadrada do tempo.

Dezoito anos mais tarde, em 1923, o movimento Browniano tem sua definição

rigorosamente formalizada em (WIENER, 1923) e passa a também ser conhecido como *processo de Wiener*. Seu uso é fundamental na modelagem de processos estocásticos, aplicados em diversas áreas do conhecimento. Na área de finanças, sua utilização para modelar o comportamento dos preços dos ativos, implicitamente apresentada em (BACHELIER, 1900), culmina no desenvolvimento do consagrado modelo para precificação de opções, apresentado nos trabalhos (BLACK; SCHOLES, 1973) e (MERTON, 1973).

### 2.1.2 Hurst

Em (HURST, 1951), o hidrólogo aborda o problema da determinação da capacidade de armazenamento ideal de um reservatório de água. Tal capacidade é definida como aquela que permite ao reservatório fornecer uma vazão média anual de água constante e suficiente para atender as demandas econômicas pertinentes ao consumo, por um período de muitos anos após a construção do reservatório, ou seja, que no limite, permita que o reservatório fique no máximo completamente cheio, após o maior período de cheias, e no mínimo completamente vazio, após o maior período de secas, sem que a vazão tenha seu fluxo médio alterado.

Quando as vazões médias anuais  $X_i$  de um rio e a vazão média total de consumo de água  $\bar{X}_n$  são conhecidas para um determinado período, é possível calcular a capacidade ideal de armazenamento do reservatório para esse período, definida por  $R$ , através de uma série  $Y$  de totais acumulados, composta pela soma dos desvios das vazões anuais do rio em relação à vazão média total de consumo:

$$Y_j = \sum_{i=1}^j (X_i - \bar{X}_n) \quad j = 1, \dots, n. \quad (2.1)$$

A diferença entre o maior e o menor desses totais acumulados, isto é, o maior armazenamento acumulado, quando não há um déficit, subtraído o maior déficit acumulado, quando não há excedente para armazenamento, é a quantidade ideal  $R$ , que precisa ser armazenada para garantir a vazão média total de consumo ao longo do período analisado:

$$R_n = \max(Y_1, \dots, Y_n) - \min(Y_1, \dots, Y_n). \quad (2.2)$$

Hurst aponta que a utilização direta da medida  $R$ , calculada para um determinado período, como referência para períodos subsequentes, era inviável, uma vez que dados empíricos mostravam que os valores de  $R$  para períodos adjacentes divergiam bastante entre si. Até aquele momento, a premissa mais aceita pela comunidade hidrológica sobre a vazão de descarga anual de um rio era que ela se comportava de maneira aleatória e independente da vazão de outros anos, podendo assim ser modelada por um *processo de Wiener*. Sob esse prisma, Hurst procura encontrar uma relação teórica entre a medida  $R$ , o desvio padrão  $\sigma_n$  das observações e o número de pontos observados  $n$ .

Ao analisar as séries de totais acumulados provenientes dos resultados de experimentos aleatórios, como o lançamento de uma moeda, Hurst verifica que, além de suas curvas de distribuição de probabilidades se aproximarem da curva normal, o valor obtido ao calcular a estatística definida por  $R/\sigma$  sobre essas séries, para um número de observações suficientemente alto, respeitava a relação:

$$\frac{R_n}{\sigma_n} \sim \sqrt{\frac{\pi}{2}} n^{\frac{1}{2}} \sim 1,25 n^{\frac{1}{2}} \quad (2.3)$$

Hurst aplica o mesmo procedimento sobre a série de vazão de descargas do rio Nilo, cujos primeiros registros datam de 640 a.C., e encontra um resultado diferente dos obtidos para os experimentos aleatórios. A curva de distribuição de probabilidades da série apresentou uma assimetria em relação à média maior que a da curva normal. Já a estatística  $R/\sigma$ , apresentou um valor divergente daquele encontrado para os experimentos aleatórios:

$$\frac{R_n}{\sigma_n} \sim 0,61 n^{0,73} \quad (2.4)$$

Este resultado indicava que o valor de  $R$  para a série de vazão de descargas do rio Nilo crescia mais rapidamente do que era esperado para um fenômeno totalmente aleatório, o que acendeu uma grande discussão na comunidade de hidrologia. No ramo da estatística, (FELLER, 1951) afirma que os resultados de Hurst eram factíveis e poderiam ser explicados probabilisticamente, a partir da premissa de que o valor de um ponto  $X_{i+1}$  da série de vazão de descargas não é independente, como era presumido até então, e depende apenas do valor da série de totais acumulados  $Y_i$ .

### 2.1.3 Análise R/S

No final da década de 1960, uma parceria entre o matemático Benoit B. Mandelbrot e o hidrólogo James R. Wallis resulta numa série de publicações, inicialmente relacionadas a hidrologia, onde os conceitos apresentados em (HURST, 1951) são resgatados e formalizados como uma metodologia robusta para a verificação da existência de dependência estatística de longo prazo em séries temporais.

Em (MANDELBROT; WALLIS, 1968), o trabalho apresentado por Hurst em (HURST, 1951) é citado pela primeira vez pelos autores, sob a hipótese que os conceitos nele apresentado poderiam auxiliar na elucidação da causa de dois efeitos observados em séries temporais de precipitações: os *efeitos Noé e José*. O primeiro, que recebeu este nome em alusão à passagem bíblica do grande dilúvio, é caracterizado pela ocorrência de valores cuja magnitude era extrema, mesmo quando comparada contra a maioria dos outros valores extremos presentes nessas séries. Já o segundo, que recebeu este nome em alusão à passagem bíblica onde José diz ao faraó do Egito que o país atravessaria uma época de sete anos consecutivos de fartura seguida por outra época de sete anos consecutivos de

miséria, é caracterizado pela ocorrência de períodos, com durações inusitadamente longas, de altas ou baixas consecutivas nos valores das séries.

Na série de artigos composta por (MANDELBROT; WALLIS, 1969a), (MANDELBROT; WALLIS, 1969b) e (MANDELBROT; WALLIS, 1969c) e depois compilada em (MANDELBROT; WALLIS, 1969d), os autores formalizam a metodologia inicialmente apresentada em (HURST, 1951), agora batizada de *análise R/S*, a qual enuncia que a relação  $R/S$  de uma série econométrica de totais acumulados com  $n$  elementos segue uma lei de potências definida por:

$$\left(\frac{R}{S}\right)_n \sim cn^H \quad (2.5)$$

onde  $R$  é a estatística determinada em (2.2),  $S$  é o desvio padrão da série e  $n$  o número de elementos que a compõe.

Aplicando logaritmos em ambos os membros de (2.5), obtêm-se a relação que permite a estimação empírica do expoente  $H$ , feita através de regressão linear simples sobre uma amostra com horizontes de tempo crescentes, definida por:

$$\log \left(\frac{R}{S}\right)_n = \log c + H \log n \quad (2.6)$$

Ainda em (MANDELBROT; WALLIS, 1969a) e (MANDELBROT; WALLIS, 1969d), os autores verificam que o expoente  $H$ , agora chamado de *expoente de Hurst*, está relacionado com a memória da série temporal a partir da qual foi calculado.

Séries cujas observações são independentes umas das outras apresentam o expoente  $H$  igual a 0,5. Este é o caso de séries regidas por um ruído branco, uma vez que este valor de  $H$  é coerente com os resultados obtidos em (BACHELIER, 1900), (EINSTEIN, 1905) e (WIENER, 1923), no que diz respeito à maneira com que o desvio padrão de uma série aleatória é escalado: proporcionalmente à raiz quadrada do número de observações.

Séries cujo expoente  $H$  pertence ao intervalo  $0 \leq H < 0,5$  são associadas à propriedade de *antipersistência*, ou memória de longo alcance antipersistente, uma correlação negativa entre passado e futuro que favorece a ocorrência da sucessão de grandes valores positivos por grandes valores negativos e vice-versa.

Já séries cujo expoente  $H$  pertence ao intervalo  $0,5 < H \leq 1$  são associadas à propriedade de *persistência*, ou memória de longo alcance persistente, uma correlação positiva entre passado e futuro que favorece a ocorrência da sucessão de grandes valores positivos por grandes valores positivos e da sucessão de grandes valores negativos por grandes valores negativos, conforme descrito pelo *efeito José*.

A utilização da *análise R/S* sobre séries de ruído fracionário gaussiano, realizada em (MANDELBROT; WALLIS, 1969a), (MANDELBROT; WALLIS, 1969b) e (MANDELBROT; WALLIS, 1969c), abriu caminho para a aplicação dessa metodologia no estudo de

séries cuja modelagem do processo que as rege é governada por ruído fracionário gaussiano, do qual o ruído branco é um caso particular. Em (GREENE; FIELITZ, 1977), por exemplo, os autores aplicaram, talvez pela primeira vez registrada na literatura, a *análise R/S* sobre as séries de log-retornos de ativos financeiros, referentes às séries de preços de duzentas ações listadas no mercado americano, e constataram, a partir do valor do *expoente de Hurst* estimado por meio da *análise R/S clássica*, que grande parte dos ativos da amostra apresentavam a propriedade de *persistência* em suas séries de log-retornos, para o período analisado.

Em (ANIS; LLOYD, 1976) é demonstrado que o valor esperado da estatística *R/S* para uma série composta por variáveis aleatórias normais *i.i.d.* converge para:

$$E\left(\frac{R}{\sigma}\right)_n \sim \frac{\Gamma(\frac{1}{2}(n-1))}{\sqrt{\pi}\Gamma(\frac{1}{2}n)} \sum_{r=1}^{n-1} \sqrt{\frac{n-1}{r}} \quad (2.7)$$

onde  $\Gamma$  é a *função Gamma de Euler*, definida por:

$$\Gamma(n) = (n-1)!. \quad (2.8)$$

Os autores também verificaram que, para valores pequenos de  $n$ , séries dessa categoria apresentavam um valor para o *expoente de Hurst*  $H$  diferente do valor esperado de 0,5.

Em (PETERS, 1994), o autor sugere a utilização da *aproximação de Sterling para fatoriais de um número* na função *gamma*

$$\Gamma(n) \sim \sqrt{\frac{2\pi}{n}} \left(\frac{n}{e}\right)^n \left(1 + O\left(\frac{1}{n}\right)\right) \quad (2.9)$$

a ser utilizada para o cálculo do valor esperado do *expoente de Hurst*  $H$ , uma vez que a computação da *função Gamma de Euler* se torna rapidamente inviável conforme  $n$  aumenta. Peters também sugere que a multiplicação do valor esperado de *R/S*, proposto em (ANIS; LLOYD, 1976), por um fator de correção igual à

$$\frac{(n-0,5)}{n}$$

proporcionaria resultados melhores de  $E(R/S)$  para valores pequenos de  $n$ . Incorporando o fator multiplicativo de Peters e a *aproximação de Sterling*, o cálculo do valor esperado de *R/S* proposto por Peters passa a ser:

$$E\left(\frac{R}{\sigma}\right)_n^{Peters} = \begin{cases} \frac{(n-0,5)}{n} \frac{\Gamma(\frac{1}{2}(n-1))}{\sqrt{\pi}\Gamma(\frac{1}{2}n)} \sum_{r=1}^{n-1} \sqrt{\frac{n-1}{r}}, & \text{para } n \leq 340 \\ \frac{(n-0,5)}{n} \sqrt{n} \frac{\pi}{2} \sum_{r=1}^{n-1} \sqrt{\frac{n-1}{r}}, & \text{para } n > 340 \end{cases} \quad (2.10)$$

Com a popularização da *análise R/S*, emergem estudos que destacam suas limitações e sugerem modificações para contorná-las, resultando em diferentes metodologias para a determinação do *expoente de Hurst*.

Em (LO, 1991), o autor argumenta que a *análise R/S* não é capaz de distinguir entre dependência de longo prazo e dependência de curto prazo, de modo a acusar espuriamente a ocorrência da primeira ao ser aplicada sobre processos regidos pela segunda.

Lo afirma que a *estatística R/S* deve ser modificada, para que seu comportamento estatístico seja invariante sobre uma classe geral de processos com memória de curto prazo, mas que se desvie para processos com memória de longo prazo. Para tal, sugere a seguinte modificação no cálculo da *estatística R/S*:

$$\left(\frac{R}{S}\right)_n^{Lo} = \frac{1}{\hat{\sigma}_n(q)} \left[ \max_{1 \leq k \leq n} \sum_{j=1}^k (X_j - \bar{X}_n) - \min_{1 \leq k \leq n} \sum_{j=1}^k (X_j - \bar{X}_n) \right] \quad (2.11)$$

onde

$$\begin{aligned} \hat{\sigma}_n(q) &= \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (X_j - \bar{X}_n)^2 + \frac{2}{n} \sum_{j=1}^q \omega_j(q) \left\{ \sum_{i=j+1}^n (X_i - \bar{X}_n) (X_{i-j} - \bar{X}_n) \right\} \\ &= \hat{\sigma}_x^2 + 2 \sum_{j=1}^q \omega_j(q) \hat{\gamma}_j, \quad \omega_j(q) = 1 - \frac{j}{q+1}, \quad q < n \end{aligned} \quad (2.12)$$

e  $\hat{\sigma}_x^2$  e  $\hat{\gamma}_j$  são, respectivamente, a variância e autocovariância populacionais de  $X$ .

A estatística modificada difere da original apenas em seu denominador. Segundo Lo, se  $X_i$  está sujeito à dependência de curto alcance, a variância da soma parcial não é simplesmente a soma das variâncias dos termos individuais, mas também inclui as autocovariâncias. Portanto, o estimador  $\hat{\sigma}_n(q)$  envolve não apenas as somas dos desvios quadrados de  $X_i$ , mas também suas autocovariâncias ponderadas até a *lag*  $q$ . Para garantir que  $\hat{\sigma}_n^2(q)$  seja sempre positivo, os pesos  $\omega_j(q)$  são escolhidos de acordo com a sugestão feita em (NEWHEY; WEST, 1987), onde

$$q = \left\lceil 4 \left( \frac{n}{100} \right)^{\frac{2}{9}} \right\rceil.$$

Lo aplica a nova estatística sobre as séries de log-retornos de ações do mercado americano que, segundo (GREENE; FIELITZ, 1977), apresentavam a propriedade de *persistência* quando submetidas à *análise R/S clássica* e descobre que, de acordo com sua nova metodologia, o *expoente de Hurst* dessas séries era, na verdade, muito próximo a 0,5, inviabilizando a classificação delas como portadoras de memória de longo alcance persistente.

Em (PENG et al., 1993), ao estudar as propriedades de invariância de escala observadas em séries temporais de batimentos cardíacos, os autores se deparam com a descoberta de que as séries de indivíduos saudáveis apresentam uma anticorrelação de longo prazo, ao passo que nenhuma forma de correlação é observada para as séries de pacientes com doenças cardíacas. Esta anticorrelação, por sua vez, podia ser medida através de um coeficiente  $\beta$ , calculado pelo procedimento descrito a seguir:



A partir de uma série temporal  $X$ , de tamanho  $n$ , é calculada a série cumulativa  $Y$ , definida por:

$$Y_i = \sum_{j=1}^i X_j \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, n \quad (2.13)$$

À série  $Y$  resultante é ajustada uma reta  $\hat{Y}$ , calculada através do método dos mínimos quadrados:

$$\hat{Y}_i = aY_i + b \quad (2.14)$$

onde  $a$  e  $b$  são, respectivamente, os coeficientes angular e linear obtidos pela regressão.

Os autores observaram que a raiz do valor quadrático médio da série acumulada sem tendência,  $F(n)$ , definida por:

$$F(n) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - aY_i - b)^2} \quad (2.15)$$

seguia a lei de potências:

$$F(n) \sim cn^\beta \quad (2.16)$$

que, por sua vez, poderia ser estimada empiricamente, através da regressão linear:

$$\log F(n) = \log c + \beta \log n \quad (2.17)$$

Ainda em (PENG et al., 1993), verificou-se que a anticorrelação de longo prazo, observada para as séries de pacientes saudáveis, estava associada a valores de  $\beta$  próximos de zero, enquanto que a ausência de qualquer correlação, observada para as séries de pacientes com doenças cardíacas, estava associada a valores de  $\beta$  próximos de 0,5. Também chamou a atenção dos autores o fato de 0,5 ser o valor encontrado para o  $\beta$  de uma série regida por um ruído branco. Tais resultados posteriormente levaram à interpretação de  $\beta$  como uma variação do *expoente de Hurst*  $H$  e esta nova metodologia para calculá-lo, mais tarde, passaria a ser conhecida como *Detrended Fluctuation Analysis* (ou, DFA).

Em (WERON, 2001), é apresentada uma modificação no cálculo do *expoente de Hurst*, de modo a considerar o valor esperado da *estatística R/S* apresentada em (ANIS; LLOYD, 1976) e (PETERS, 1994). A relação de lei de potência definida em (2.5) é reescrita como:

$$\left[ \left( \frac{R}{\sigma} \right)_n - E \left( \frac{R}{\sigma} \right)_n \right] \sim cn^H \quad (2.18)$$

podendo ser estimada através da regressão:

$$\log \left[ \left( \frac{R}{\sigma} \right)_n - E \left( \frac{R}{\sigma} \right)_n \right] \sim \log c + H \log n \quad (2.19)$$

A partir do valor  $H$  obtido em (2.19), o autor calcula o coeficiente  $H$  modificado, definido por  $H_{AL}$ , em alusão a Anis-Lloyd, como:

$$H_{AL} = 0,5 + H. \quad (2.20)$$

Através de uma comparação entre diferentes metodologias para estimar o *expoente de Hurst* a partir de séries de ruído branco gaussiano, Weron verifica que a metodologia para o cálculo de  $H_{AL}$  apresenta resultados superiores aos de outras metodologias, como *análise R/S clássica* e *DFA*.

(CAJUEIRO; TABAK, 2005) afirma que apesar de existirem diversos métodos para determinar o *expoente de Hurst*, a ocorrência de vieses em muitos deles resulta em diferenças significativas entre seus resultados. Os autores propõem uma nova metodologia para estimar o *expoente de Hurst*, baseada na variância da série e batizada de *análise V/S*. Os autores definem a *estatística V/S* como:

$$\left(\frac{V}{S}\right)_n = \frac{1}{n\hat{\sigma}_n^2} \left[ \sum_{t=1}^n \left( \sum_{k=1}^t (X_k - \bar{X}_n) \right)^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{t=1}^n \sum_{k=1}^t (X_k - \bar{X}_n) \right)^2 \right] \quad (2.21)$$

onde

$$\left(\frac{V}{S}\right)_n \sim n^{2H}. \quad (2.22)$$

Analogamente às outras metodologias para cálculo do *expoente de Hurst*, o valor de  $H$  é obtido por uma regressão:

$$\log \left(\frac{V}{S}\right)_n = 2H \log n \quad (2.23)$$

Embasados por resultados de simulações numéricas, os autores defendem que, apesar de semelhantes, a *estatística V/S* apresenta melhorias significativas em relação à *estatística R/S clássica*, por ser menos influenciada por *outliers* e ser imune a vieses conhecidos para esta última, como a ultra-sensibilidade a processos com memória de curto alcance. Também afirmam, a partir resultados dessas mesmas simulações, que a nova estatística é mais precisa que a *estatística R/S clássica*, quando o *expoente de Hurst* é de magnitude próxima ao valor crítico  $H = 0,5$ . Ao realizar uma análise para comparar a eficácia entre diferentes metodologias para estimação do *expoente de Hurst*, (CEBALLOS; LARGO, 2017) propõe uma metodologia ligeiramente diferente daquela de (WERON, 2001) e modifica a *estatística R/S* adicionando o termo extra :

$$\left(\frac{R}{\sigma}\right)_n - E\left(\frac{R}{\sigma}\right)_n^{Peters} + \sqrt{\frac{0,5\pi}{n}} \quad (2.24)$$

de modo que a relação de lei de potências definida em (2.18) passa a ser:

$$\left[ \left(\frac{R}{\sigma}\right)_n - E\left(\frac{R}{\sigma}\right)_n^{Peters} + \sqrt{\frac{0,5\pi}{n}} \right] \sim cn^H \quad (2.25)$$

Isso permite com que o *expoente de Hurst* seja estimado pela regressão:

$$\log \left[ \left(\frac{R}{\sigma}\right)_n - E\left(\frac{R}{\sigma}\right)_n^{Peters} + \sqrt{\frac{0,5\pi}{n}} \right] = \log c + H \log n \quad (2.26)$$

Analogamente à (WERON, 2001), o autor verificou que a performance da metodologia modificada apresentava resultados superiores aos de outras metodologias para estimar o *expoente de Hurst*.

Em (BARABÁSI; VICSEK, 1991), os autores propõem uma generalização do *expoente de Hurst* como uma estatística  $c_q(x)$  que, aplicada sobre um processo  $h(x)$ , é definida por

$$c_q(x) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |h(x_i) - h(x_i + x)|^q. \quad (2.27)$$

Esta estatística apresenta um comportamento multiescalar, definido pela lei de potências:

$$c_q(x) \sim x^{qH(q)}, \quad (2.28)$$

Em comparação às metodologias anteriores, em que era modelado como uma constante, o *expoente generalizado de Hurst* definido por  $H(q)$  é apresentado nesta metodologia como capaz de quantificar a relação de escala dos diferentes momentos de ordem  $q$  de um processo multiescalar. Isso a torna uma importante ferramenta na detecção e estudo da propriedade de *multifractalidade*, presente em diversos processos observados na natureza e em finanças, dentre outras áreas do conhecimento.

## 2.2 Pairs Trading

Uma estratégia de *pairs trading* consiste na identificação e negociação simultânea de um par de ativos cuja diferença de preços, definida como *spread*, apresenta uma relação de equilíbrio. Seu objetivo é obter lucro a partir de distorções momentâneas deste *spread* em torno do equilíbrio decorrente dessa relação.

(GATEV; GOETZMANN; ROUWENHORST, 1999) afirma que as estratégias de *pairs trading* remontam da década de 1980, quando um time de analistas de *Wall Street*, formado por físicos, matemáticos e cientistas da computação e liderado por Nunzio Tartaglia, foi reunido com o objetivo de descobrir oportunidades de arbitragem no mercado de ações americano. Entre outras coisas, o time identificou pares de ativos cujos preços tendiam a se movimentar juntos. Eles negociaram esses pares com muito sucesso durante o ano de 1987 e, desde então, a popularidade desta metodologia aumentou e ela se tornou uma estratégia comumente utilizada por *hedge funds* e investidores institucionais.

(ELLIOTT; HOEK; MALCOLM, 2005), define *pairs trading* como uma estratégia de negociação que consiste na abertura simultânea de uma posição comprada em um ativo e de uma posição vendida em outro, numa razão pré-determinada, e que aposta na propriedade conhecida por reversão à média, ou reversão ao valor de equilíbrio, do *spread* derivado dessas posições. Uma vez detectado que o *spread* divergiu suficientemente do valor de equilíbrio, abre-se uma posição apropriada sobre o par de ativos, à espera de que essa divergência irá se autocorrigir e que o *spread* irá reverter ao seu valor equilíbrio, ou média de longo prazo. Quando isso acontece, a posição é encerrada, o que resulta num lucro proporcional à divergência do nível do *spread* em relação ao valor de equilíbrio.

Em consonância com as ideias apresentadas em (FAMA, 1969) e (ROSS, 1976), (VIDYAMURTHY, 2004) afirma que similaridades nas características de dois ativos implicam numa relação de semelhança quanto ao comportamento e ao nível relativo de seus preços. As estratégias de *pairs trading* procuram se aproveitar dos cenários em que o mercado temporariamente falha em realizar a precificação relativa desses ativos, de modo a obter lucro a partir da dinâmica de correção do preço desta relação.

Segundo (DO; FAFF; HAMZA, 2006), uma vez que a metodologia de *pairs trading* é essencialmente baseada na detecção de má-precificação relativa entre dois ativos, para ser efetiva, uma estratégia de *pairs trading* precisa, de alguma maneira, ser capaz de quantificar o nível de erro no preço e a sua força de reversão ao equilíbrio, podendo então, a partir dessas características, determinar a negociabilidade e, subsequentemente, as regras de entrada e saída para negociação do par de ativos.

Para (VIDYAMURTHY, 2004), independentemente da metodologia utilizada, a implementação de uma estratégia de *pairs trading* consiste em duas etapas: *identificação dos pares* e *negociação dos pares*, sendo a primeira a mais importante na determinação do

sucesso da estratégia.

### 2.2.1 Identificação de pares

(BLÁZQUEZ; CRUZ; ROMÁN, 2018) lista como cinco as principais metodologias utilizadas na identificação de pares: *correlação*, *distância*, *cointegração*, *estocástica* e *estocástica diferencial residual*.

#### 2.2.1.1 Correlação

Esta metodologia é caracterizada por utilizar o *coeficiente de correlação* como critério de seleção de pares. Para cada par de ativos em uma amostra, calcula-se o *coeficiente de correlação* entre as séries dos ativos que o compõe. Uma vez calculado o *coeficiente de correlação* para todos os pares possíveis, são selecionados os pares que apresentam o maior valor absoluto de correlação.

As variações desta metodologia encontradas na literatura geralmente divergem quanto a dois aspetos: o tratamento aplicado à série de preços dos ativos antes do cálculo da correlação e a medida de correlação utilizada. Quanto ao primeiro, (WANG; ROSTOKER; WAGNER, 2009) pretere a utilização da série original de preços,  $p_t$ , em detrimento da utilização da série de *log-retornos*,  $r_t$ :

$$r_t = \log(p_t) - \log(p_{t-1}) = \log\left(\frac{p_t}{p_{t-1}}\right). \quad (2.29)$$

Wang afirma que tal transformação reduz a série original de preços de um ativo a um processo estacionário, ao passo que o *log* das diferenças resulta em uma distribuição mais próxima da normal; sendo ambos os resultados necessários para utilizar estatísticas que assumem as características de estacionariedade e normalidade.

Já quanto à medida de correlação utilizada, a mais popular é a definida pelo *coeficiente de correlação de Pearson*. Sejam  $X$  e  $Y$  duas séries econométricas, o valor do *coeficiente de correlação de Pearson* para o par é definido por:

$$\rho_p = \frac{\sum_{i=1}^n [(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})]}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (2.30)$$

onde

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (2.31)$$

e

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i. \quad (2.32)$$

Segundo (WANG; ROSTOKER; WAGNER, 2009), um par encontrado a partir dessa metodologia pode ou não estar relacionado fundamentalmente, isto é, ser formado por ativos

que apresentem alguma relação econômica em comum, uma vez que ela apenas constata, com certo grau de confiança estatística, que dois ativos permaneceram correlacionados por um determinado período histórico.

### 2.2.1.2 Distâncias

Apresentado em (GATEV; GOETZMANN; ROUWENHORST, 1999), esta metodologia tem como principal característica a seleção dos pares baseada em uma métrica de distância dos preços normalizados de seus componentes.

A série de preços normalizados  $P$  de uma ação é definida como a série de retornos acumulados da mesma:

$$P_t = \prod_{i=1}^t (1 + R_i) \quad (2.33)$$

onde  $R_i$  é o retorno simples no instante  $i$  em relação ao instante  $i - 1$ .

A medida distância  $D_{A,B}$  de um par de ativos A e B é definida como a soma do quadrado das diferenças das séries de preços normalizados das ações A e B, durante o período de formação:

$$D_{A,B} = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t (P_i^A - P_i^B)^2. \quad (2.34)$$

A medida de distância é calculada para todos os pares possíveis da amostra e então são selecionados aqueles com as menores distâncias.

Segundo (REQUENA; SÁNCHEZ-GRANERO; SEGOVIA, 2017), esta metodologia apresenta a vantagem de ser desvinculada de qualquer modelo econômico e, portanto, não está sujeita a erros de estimação ou de precificação. Além disso, o modelo é de fácil implementação e provê excesso de retornos ajustados ao risco estatisticamente significativos.

### 2.2.1.3 Cointegração

Segundo (ENGLE; GRANGER, 1987), na economia é comum encontrar situações em que forças tendem a manter diferentes séries econômicas movimentando-se juntas. A este fenômeno é dado o nome de cointegração. Os autores definem como cointegradas, séries temporais para as quais existe uma combinação linear cuja resultante é uma série estacionária.

A explicação para a dinâmica de cointegração é capturada pela noção de correção de erros, cuja premissa é que os sistemas cointegrados apresentam um equilíbrio de longo prazo, representado pela média de longo prazo da combinação linear das duas séries temporais. Se houver um desvio da média de longo prazo, então uma ou ambas as séries temporais se ajustam para restaurar o equilíbrio de longo prazo.

Em (VIDYAMURTHY, 2004), o autor propõe testar todos os pares e selecionar aqueles que apresentem cointegração, medida a partir da metodologia apresenta em (EN-

GLE; GRANGER, 1987). Caso seja necessário escolher entre pares que sejam cointegrados, deve-se decidir por aquele que forneça o melhor resultado num teste de estacionariedade.

#### 2.2.1.4 Modelo Estocástico

(ELLIOTT; HOEK; MALCOLM, 2005) propõe modelar o *spread* entre dois ativos através de um modelo estocástico de reversão à média regido por um processo de estado  $X$ , de modo que  $X_i$  representa o valor de uma variável real no instante  $t_i = i\tau$  para  $i = \{1, 2, 3, \dots\}$  e possui variação definida por:

$$X_{i+1} - X_i = (a - bX_i)\tau + \sigma\sqrt{\tau}\epsilon_{i+1} \quad (2.35)$$

onde  $\sigma \geq 0, b > 0, a \in \mathbb{R}$  e  $\epsilon_i$  é uma variável aleatória *i.i.d.* com distribuição de probabilidade normal padrão, além de ser independente de qualquer  $X_i$ , ou seja

$$X_i \sim N(\mu_i, \sigma_i^2) \quad (2.36)$$

onde

$$\mu_i = \frac{a}{b} + \left[ \mu_0 - \frac{a}{b} \right] (1 - b\tau)^i, \quad (2.37)$$

$$\sigma_i^2 = \frac{\sigma^2\tau}{1 - (1 - b\tau)^2} \left[ 1 - (1 - b\tau)^{2i} \right] + \sigma_0^2(1 - b\tau)^{2i} \quad (2.38)$$

e  $\tau > 0$  e suficientemente pequeno, tal que  $|1 - b\tau| < 1$ .

Ao reescrever a equação (2.35) como:

$$X_{i+1} - X_i = b \left( \frac{a}{b} - X_i \right) \tau + \sigma\sqrt{\tau}\epsilon_{i+1} \quad (2.39)$$

fica claro que o processo  $X_i$  possui uma tendência a avançar sempre a direção de  $\mu = \frac{a}{b}$  com uma velocidade  $b$ , o que é corroborado pela equação (2.37), uma vez que:

$$\lim_{i \rightarrow \infty} \mu_i = \frac{a}{b}. \quad (2.40)$$

Os autores então assumem que uma série  $Y$ , observada para o *spread* do preço entre dois ativos no mercado, nada mais é que uma observação ruidosa do processo de reversão à média  $X$ , ou seja:

$$Y_i = X_i + D\omega_i \quad (2.41)$$

onde  $\omega_i$  é uma variável aleatória gaussiana *i.i.d* com distribuição de probabilidade  $N(0,1)$  e é independente do ruído  $\epsilon_i$ , da equação (2.35), e  $D$  é uma constante arbitrária. Os autores afirmam que (2.41) pode ser utilizada para modelar tanto a série de preços do *spread*, quanto a série de retornos dos preços do *spread*.

Para calibrar o modelo, utiliza-se a série, seja de preços ou de retornos dos preços, do *spread* observado no mercado, estimando-se, através de uma metodologia baseada em

*filtro de Kalman*, os parâmetros  $A$ ,  $B$ ,  $C$  e  $D$  das relações apresentadas em (2.41) e na forma reescrita de (2.35), definida por:

$$X_{i+1} = A + BX_i + C\epsilon_{i+1} \quad (2.42)$$

onde  $A = a\tau$ ,  $B = 1 - b\tau$ ,  $C = \sigma\sqrt{\tau}$ ,  $A \geq 0$  e  $0 < B < 1$ .

De acordo com o critério apresentado em (BLÁZQUEZ; CRUZ; ROMÁN, 2018), uma vez calibrado o modelo para todos os pares de uma amostra, selecionam-se aqueles que apresentam o maior coeficiente de velocidade reversão à média  $b$ . Isso pode ser feito ao se escolher os pares com os menores valores de  $B$ .

### 2.2.1.5 Modelo Estocástico Diferencial Residual

Segundo (DO; FAFF; HAMZA, 2006), o conceito de precificação relativa entre dois ativos não era muito explorado pela literatura convencional, geralmente voltada para a granularidade de *carteiras formadas por diversos ativos*.

Inspirados no conceito de *Arbitrage Pricing Theory*, apresentado em (ROSS, 1976), que enuncia que o excesso de retorno de um ativo com risco deve ser igual à soma dos prêmios dos riscos aos quais ele está exposto, multiplicado pela sensibilidade da exposição; isto é:

$$R^i = R_f + \beta r^m + \eta^i \quad (2.43)$$

onde  $R_f$  é a taxa de retorno livre de risco,

$$\beta = [\beta_1^i \ \beta_2^i \ \beta_3^i \ \cdots \ \beta_n^i]$$

é o vetor das sensibilidade das exposições do ativo  $i$  aos  $n$  fatores de riscos considerados,

$$r^m = [(R^1 - R_f) \ (R^2 - R_f) \ \cdots \ (R^n - R_f)]^T$$

é o vetor com os prêmios de risco para cada um dos  $n$  fatores considerados e  $\eta^i$  é um resíduo com valor esperado igual a zero.

Os autores adaptam (2.43) de modo a caracterizar a precificação relativa entre dois ativos  $A$  e  $B$  por:

$$R^A = R^B + \Gamma r^m + \varepsilon \quad (2.44)$$

onde

$$\Gamma = [(\beta_1^A - \beta_1^B) \ (\beta_2^A - \beta_2^B) \ \cdots \ (\beta_n^A - \beta_n^B)]$$

é o vetor diferencial de sensibilidade da exposição dos ativos aos  $n$  fatores de risco considerados e  $\varepsilon$  é um termo residual de ruído.

Ao assumir que (2.44) se mantém verdadeiro para todos os períodos, a relação

$$R_i^A = R_i^B + \Gamma r_i^m + \varepsilon_i \quad (2.45)$$



acaba por caraterizar um modelo de equilíbrio, a partir do qual é especificada a *função de spread residual*  $G$ , definida por:

$$G_i = G(p_i^A, p_i^B, U_i) = R_i^A - R_i^B - \Gamma r_i^m \quad (2.46)$$

O termo *spread residual* enfatiza que tal função captura qualquer excesso além de algum *spread* de longo prazo, de modo que a avaliação relativa entre dois ativos deve ser revertida à média de equilíbrio de longo prazo por conta de forças de mercado.

Com base em (2.45) e na abordagem estocástica para o *spread*, proposta por (ELLIOTT; HOEK; MALCOLM, 2005), os autores modificam a relação (2.41) ao propor que a série  $Y$  observada para o *spread* segue uma dinâmica definida por:

$$\begin{aligned} Y_i &= R_i^A - R_i^B \\ &= X_i + D\omega_i + \Gamma r_i^m. \end{aligned} \quad (2.47)$$

Os autores afirmam que a calibração do modelo pode ser feita tanto pelo *método da máxima verosimilhança*, cuja metodologia é demonstrada no artigo, quanto através da utilização de um *filtro de Kalman*, de maneira análoga à do modelo proposto em (ELLIOTT; HOEK; MALCOLM, 2005).

O critério para seleção de pares, sugerido por (BLÁZQUEZ; CRUZ; ROMÁN, 2018) para a utilização dessa metodologia, é escolher aqueles cujos parâmetros estimados resultem no menor valor de  $\Gamma$ .

### 2.2.1.6 Expoente de Hurst

(REQUENA; SÁNCHEZ-GRANERO; SEGOVIA, 2017) propõe uma nova metodologia para seleção de pares, caracterizada pela utilização do *expoente de Hurst* como medida de reversão à média.

Conforme visto em (MANDELBROT; WALLIS, 1969d), processos cujo *expoente de Hurst* é menor que 0,5 apresentam a característica de *antipersistência*. De acordo com (PETERS, 1994), a variação de um processo *antipersistente* cobre uma distância menor que a de um *processo de Wiener*. Para que isso aconteça, sua variação precisa oscilar em torno da média com maior frequência do que um *processo de Wiener*. Segundo (DO; FAFF, 2011), estratégias de *pairs trading* lucrativas requerem reversões frequentes no preço do *spread*, implicando na necessidade de que pares de ações oscilem em torno de um ponto de equilíbrio.

Em vez da série original de preços, os autores utilizam uma série normalizada do *spread* de um par de ativos A e B, definida pela relação:

$$\log(p_t^A) - b \log(p_t^B) \quad (2.48)$$

onde  $p_t^A$  e  $p_t^B$  são respectivamente os preços dos ativos A e B no instante  $t$  e  $b$  é uma constante utilizada para normalizar os preços. A utilização de uma constante  $b$ , definida por:

$$b = \frac{\sigma(r_A)}{\sigma(r_B)} \quad (2.49)$$

onde  $r_X$  é a série de *log-retornos* dos preços de um ativo X, é justificada pelos autores como capaz de normalizar tanto os preços quanto as volatilidades dos ativos do par, além de apresentar um cálculo simples e rápido.

A seleção dos pares é feita através da escolha daqueles cujas séries normalizadas apresentam o menor *expoente de Hurst*.

## 2.2.2 Negociação dos pares

As estratégias de negociação dos pares, cujas metodologias de identificação foram anteriormente apresentadas, são fundamentadas por uma mecânica de *desvio-e-correção relativo ao estado de equilíbrio*, que visa obter lucro ao abrir uma posição sobre o par sempre que seu estado divergir de seu *estado de equilíbrio* e fechá-la assim que a distorção for corrigida. A definição do *critério de equilíbrio*, que rege este estado, varia de acordo com as premissas de cada metodologia de seleção de pares.

Para pares selecionados através da *metodologia de correlação*, (WANG; ROSTOKER; WAGNER, 2009) sugere uma estratégia de negociação cujo *critério de equilíbrio* é definido pela *correlação de longo prazo* entre dois ativos. Assim como feito no processo de seleção dos pares, o autor utiliza a série de retornos de cada ativo, apresentada em (2.29), primeiramente para calcular a *correlação de longo prazo* do par e posteriormente para calcular a sua *correlação atual*, definida pelo *coeficiente de correlação* calculado sobre uma janela móvel, composta pelas últimas observações das séries de retornos dos dois ativos. A correlação de longo prazo é calculada sobre um período histórico, anterior ao período de negociação e com  $nW$  observações de retornos, através da média das correlações dos sub-períodos distintos e adjacentes obtidos a partir da divisão das séries deste período histórico em  $n$  partes com  $W$  observações de retorno para cada ativo.

Sempre que detectado que a *correlação atual* de um par diverge por um limite  $A$  do valor de sua *correlação de longo prazo*, abre-se uma posição neste par, composta pela compra e venda dos ativos que, respectivamente, apresentaram pior e melhor retorno durante o último período de tamanho  $W$ , sob a expectativa de que a correlação atual dos ativos convirja para o valor de longo prazo. Isso implica na reversão da diferença relativa de retorno entre os dois ativos, resultando num lucro ao ser realizado o fechamento da posição no par.

Já para pares selecionados através do *metodologia das distâncias*, (GATEV; GOETZMANN; ROUWENHORST, 1999) sugere uma estratégia de negociação na qual toda

vez que a diferença entre os preços normalizados dos ativos de um par selecionado for maior que um valor arbitrário, abre-se uma posição sobre o par, definida pela operação conjunta de compra de seu ativo mais barato e venda de seu ativo mais caro. Esta posição é encerrada quando a diferença entre os preços for revertida, isto é, quando for menor ou igual a zero, ou quando o período de negociação se encerrar. Os autores aplicaram essa estratégia sobre as séries de preços de fechamento das ações mais líquidas do mercado americano entre 1962 e 1996, utilizando períodos de 12 meses para formação dos pares e os 6 meses subsequentes para negociação dos pares. O valor arbitrário escolhido para abertura de uma posição sobre o par foi o de dois desvios padrões da série de diferenças entre os preços normalizados dos ativos do par, medido durante o período de formação. Eles mostraram que durante o período analisado, a negociação de pares de ações adequadamente formados exibe lucros, mesmo quando sujeitas à estimativas conservadoras de custos de transação.

(VIDYAMURTHY, 2004) sugere que uma vez selecionados os pares através da *metodologia da cointegração*, pode-se aproveitar o movimento do *spread* dos pares em relação ao seu ponto de equilíbrio, definido pela média de longo prazo do *spread*. Para tal, propõe uma estratégia que consiste em abrir ou fechar uma posição no par sempre que o preço do mesmo se desviar por um valor de  $\delta$  da média de longo prazo  $\mu$ . Compra-se o par sempre que seu preço estiver  $\delta$  unidades abaixo da média  $\mu$ , e vende-se o par sempre que seu preço estiver  $\delta$  unidades acima da média  $\mu$ , ou seja:

$$\text{preço do par} \leq \mu - \delta : \text{ comprar o par} , \quad (2.50)$$

$$\text{preço do par} \geq \mu + \delta : \text{ vender o par} . \quad (2.51)$$

A posição no par é encerrada com lucro assim que o seu preço retornar para o nível da média de longo prazo,  $\mu$ .

(REQUENA; SÁNCHEZ-GRANERO; SEGOVIA, 2017) também utiliza uma estratégia de negociação com critério de reversão à média de longo prazo, para a negociação de pares selecionados a partir do *critério de Hurst*. Os autores verificaram que a utilização desta metodologia de seleção de pares para este tipo de estratégia forneceu resultados superiores aos provenientes da utilização de outras metodologias, como *correlação* e *distâncias*. A comparação foi realizada utilizando séries de ativos da bolsa de valores americana para o período entre 1 de janeiro de 2000 e 31 de dezembro de 2015.

Por fim, para as metodologias *estocástica* e de *spread residual*, utiliza-se o modelo calibrado para realizar previsões, de modo a abrir uma posição no par sempre que o *spread* observado divergir do valor previsto pelo modelo, acrescido de um valor limite. Tal posição é encerrada assim que o *spread* reverter ao valor previsto, resultando em um lucro.

### 2.2.2.1 Viabilidade econômica da estratégia

(DO; FAFF, 2011) procura examinar se a aplicação de *pairs trading* no mercado americano é lucrativa, quando são levados em conta os custos de transação. Os autores afirmam que muitos trabalhos com estratégias sobre o assunto ignoram o impacto dos custos, de modo a sugerir espuriamente que esta modalidade possa ser lucrativa. Para os estudos que consideram esses impactos, é observado que para as estratégias que geram excesso de retorno de uma maneira estatisticamente significativa, este é consideravelmente reduzido quando são considerados os custos de transação. Assim, os custos de transação exercem um papel central na efetividade da estratégia de negociação, de modo que a falha em controlá-los tende a guiar os resultados da estratégia para vieses materiais positivos, quanto à conclusão de lucratividade. Segundo os autores, os custos de transação podem ser classificados em três categorias principais: *comissões*, *impacto das ordens no mercado* e *custos da venda a descoberto*.

## 3 Metodologia

Inspirada em (REQUENA; SÁNCHEZ-GRANERO; SEGOVIA, 2017), a metodologia apresentada neste trabalho visa analisar a eficiência do *expoente de Hurst* como critério de seleção de pares de ativos que apresentem lucro, quando negociados, por meio de simulação histórica, por meio de uma estratégia de reversão à média.

### 3.1 Base de dados

Para este estudo, serão utilizadas as séries de preços de negócios intradiários de cinquenta e nove ativos que fazem parte da composição do índice *Ibovespa*, listados na tabela 1. O período dos dados coletados compreende o intervalo de 01/04/2019 a 14/06/2019, totalizando cinquenta dias de negociação. A consideração de todas as possibilidades de combinações de pares, formados a partir desses ativos, resulta numa amostra com 1.711 pares.

### 3.2 Discretização dos dados

As observações de uma série de preços de negócios intradiários estão separadas por diferentes intervalos de tempo, o que impossibilita a sua análise por meio da maioria das técnicas estatísticas tradicionais. Uma maneira de contornar essa irregularidade no espaçamento entre os preços, de modo que seja possível analisá-los estatisticamente, é amostrá-los por um período de tempo pré-determinado. Segundo (ALDRIDGE, 2009), duas abordagens são sugeridas para a realização desta tarefa: a primeira, chamada de tradicional, consiste em utilizar a última observação disponível até um determinado instante, para o qual se deseja obter um valor de observação da série. Numa série de preços de negócios, esta abordagem assume que, na ausência de novos negócios, o preço permanece constante e igual ao do último negócio observado.

Já a segunda abordagem, sugerida em (GENÇAY et al., 2001), é baseada em uma interpolação linear, ponderada em relação ao tempo, aplicada sobre observações adjacentes. No cerne dessa técnica, está a suposição de que, em uma série de preços de negócios, em um instante qualquer, os preços não observados estão em algum ponto de uma linha reta que conecta duas observações adjacentes. Sejam  $t_i$  e  $t_{i+1}$  duas observações adjacentes da série de preços de negócios e  $t$  um instante de tempo para o qual se deseja conhecer o preço, tal que  $t_i \leq t \leq t_{i+1}$ , o preço interpolado  $p_t$ , referente a um instante  $t$ , pode ser

Tabela 1 – Código dos ativos utilizados neste trabalho e seus respectivos setores e sub-setores econômicos.

Ticker	Setor	Sub-setor
ABEV3	Consumo não Cíclico	Bebidas
AZUL4	Bens Industriais	Transporte
B3SA3	Financeiro	Serviços Financeiros Diversos
BBAS3	Financeiro	Intermediários Financeiros
BBDC3	Financeiro	Intermediários Financeiros
BBSE3	Financeiro	Previdência e Seguros
BRAP4	Materiais Básicos	Mineração
BRDT3	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Petróleo, Gás e Biocombustíveis
BRKM5	Materiais Básicos	Químicos
BRML3	Financeiro	Exploração de Imóveis
BTOW3	Consumo Cíclico	Comércio
CCRO3	Bens Industriais	Transporte
CIEL3	Financeiro	Serviços Financeiros Diversos
CMIG4	Utilidade Pública	Energia Elétrica
CSAN3	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Petróleo, Gás e Biocombustíveis
CSNA3	Materiais Básicos	Siderurgia e Metalurgia
CVCB3	Consumo Cíclico	Viagens e Lazer
CYRE3	Consumo Cíclico	Construção Civil
ECOR3	Bens Industriais	Transporte
EGIE3	Utilidade Pública	Energia Elétrica
ELET3	Utilidade Pública	Energia Elétrica
ELET6	Utilidade Pública	Energia Elétrica
EMBR3	Bens Industriais	Material de Transporte
ENBR3	Utilidade Pública	Energia Elétrica
EQTL3	Utilidade Pública	Energia Elétrica
FLRY3	Saúde	Análises e Diagnósticos
GGBR4	Materiais Básicos	Siderurgia e Metalurgia
GOAU4	Materiais Básicos	Siderurgia e Metalurgia
GOLL4	Bens Industriais	Transporte
HYPE3	Saúde	Comércio e Distribuição
IGTA3	Financeiro	Exploração de Imóveis
IRBR3	Financeiro	Previdência e Seguros
ITSA4	Financeiro	Intermediários Financeiros
ITUB4	Financeiro	Intermediários Financeiros
JBSS3	Consumo não Cíclico	Alimentos Processados
KROT3	Consumo Cíclico	Diversos
LAME4	Consumo Cíclico	Comércio
LREN3	Consumo Cíclico	Comércio
MRFG3	Consumo não Cíclico	Alimentos Processados
MRVE3	Consumo Cíclico	Construção Civil
MULT3	Financeiro	Exploração de Imóveis
NATU3	Consumo não Cíclico	Produtos de Uso Pessoal e de Limpeza
PCAR4	Consumo não Cíclico	Comércio e Distribuição
PETR3	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Petróleo, Gás e Biocombustíveis
PETR4	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Petróleo, Gás e Biocombustíveis
QUAL3	Saúde	Análises e Diagnósticos
RADL3	Saúde	Comércio e Distribuição
RAIL3	Bens Industriais	Transporte
RENT3	Consumo Cíclico	Diversos
SANB11	Financeiro	Intermediários Financeiros
SBSP3	Utilidade Pública	Água e Saneamento
SMLS3	Consumo Cíclico	Diversos
SUZB3	Materiais Básicos	Madeira e Papel
TAEE11	Utilidade Pública	Energia Elétrica
TIMP3	Telecomunicações	Telecomunicações
UGPA3	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Petróleo, Gás e Biocombustíveis
USIM5	Materiais Básicos	Siderurgia e Metalurgia
VIVT4	Telecomunicações	Telecomunicações
WEGE3	Bens Industriais	Máquinas e Equipamentos

calculado pela seguinte relação de interpolação:

$$\hat{p}_t = p_{t_i} + (p_{t_{i+1}} - p_{t_i}) \frac{t - t_i}{t_{i+1} - t_i} \quad (3.1)$$

onde  $p_i$  e  $p_{i+1}$  são, respectivamente, os preços nos instantes  $t_i$  e  $t_{i+1}$ . As duas abordagens são retratadas na figura 1.

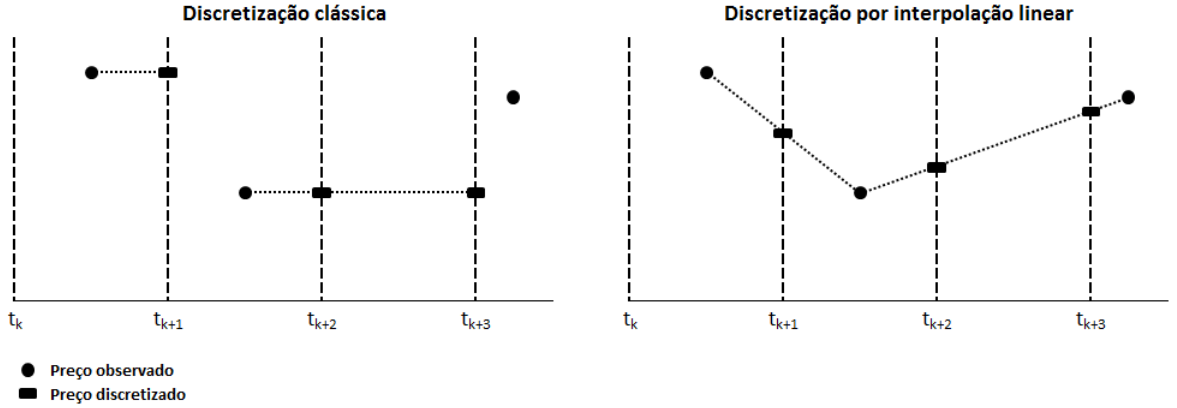


Figura 1 – Metodologias de discretização.

Para a realização deste estudo, foi escolhida a utilização da abordagem tradicional de discretização. O principal motivo por trás dessa decisão é evitar que os resultados, tanto do cálculo da estatística de seleção de pares, quanto da simulação da estratégia de negociação, sejam influenciados pela ocorrência de *look-ahead bias*, uma vez que o ponto interpolado possui um viés em direção ao nível do valor da observação seguinte.

A escolha do tamanho do intervalo de discretização é pautada pela estabilidade do cálculo do *expoente de Hurst*. Conforme será visto adiante, a estimação do *expoente de Hurst* de uma série, para a maioria das metodologias apresentadas, contempla o cálculo da *estatística R/S* para diferentes partições da série, cujos tamanhos podem variar entre poucas, até todas as observações da série. A *estatística R/S*, por sua vez, utiliza o desvio padrão em seu denominador, de modo que seu cálculo está sujeito à instabilidade causada por amostras com pouca ou nenhuma variância. Com o intuito de utilizar o maior número possível de observações para a computação do *expoente de Hurst*, procurou-se encontrar o menor período de discretização que viabilizasse a estabilidade do cálculo da *estatística R/S*, o que levou à utilização de um período de discretização de trinta segundos.

Adicionalmente, para evitar os efeitos das distorções nos preços causados pelos leilões de abertura e de fechamento, o período próximo a esses eventos será descartado, de modo que serão utilizadas apenas as observações do intervalo entre 10h15 e 16h45, que começa quinze minutos após o término do leilão de abertura e termina quinze minutos antes do término do leilão de fechamento.

Após ser submetida ao procedimento de discretização, a série de cada ativo apresenta tamanho de 781 observações por dia de negociação, totalizando 39.050 observações por ativo para o período analisado.

### 3.3 Série do *spread*

A série do *spread*  $S^{A,B}$  de um par, formado pelos ativos  $A$  e  $B$ , utilizada neste estudo, será definida como:

$$S_t^{A,B} = p_t^A - p_t^B \quad (3.2)$$

onde  $p_t^A$  e  $p_t^B$  são, respectivamente, os preços dos ativos  $A$  e  $B$  no instante  $t$ .

### 3.4 Série de log-retornos do *spread*

Segundo (MANDELBROT, 1972), a análise do *expoente de Hurst*  $H$  de uma série  $X(t)$  é interessante apenas quando o mesmo encontra-se dentro do intervalo  $0 \leq H \leq 1$ , situação que captura tanto o comportamento *persistente* quanto o *anti-persistente* e, como caso de fronteira entre estes, a independência estatística entre as observações. Ao estimar o *expoente de Hurst*  $H$  sobre as séries do *spread*, definidas em (3.2), encontrou-se, para todos os pares da amostra, valores de  $H$  maiores do que 1, quando considerados os respectivos intervalos de confiança de 99%. Por conta disso, conforme surge em (GREENE; FIELITZ, 1977), (PETERS, 1994), e (MANDELBROT; FISHER; CAVET, 1997), o *expoente de Hurst* será estimado sobre a série de diferenças do *spread*, neste trabalho representada pela *série de log-retornos do spread*,  $r_t$ :

$$r_t^{A,B} = \ln \frac{S_t^{A,B}}{S_{t-1}^{A,B}} = \ln \frac{p_t^A - p_t^B}{p_{t-1}^A - p_{t-1}^B} \quad (3.3)$$

Portanto, todas as estimações do *expoentes de Hurst* utilizadas neste estudo foram realizadas sobre as séries de *log-retornos do spread* dos pares da amostra.

### 3.5 Expoente de Hurst

As metodologias e suas respectivas estatísticas utilizadas para estimar o *expoente de Hurst* neste trabalho são: *análise R/S clássica*, cuja estatística é definida em (2.1), (2.2) e (2.5); *análise R/S modificada por Lo*, cuja estatística é definida em (2.11); *análise R/S modificada por Ceballos e Largo*, cuja estatística é definida em (2.24); *Detrended Fluctuation Analysis*, cuja estatística é definida em (2.15); e, por fim, *análise V/S*, cuja estatística é definida em (2.21).

Independentemente da metodologia, o cálculo do *expoente de Hurst* é um processo exaustivo, tanto em relação à quantidade de observações necessárias, quanto ao número de



cálculos realizados. O número elevado de cálculos é decorrência do fato de que as principais metodologias utilizadas para sua estimação calculam a sua estatística principal de forma recursiva sobre partições, de diferentes tamanhos  $\Omega$ , da série de observações original. Já a quantidade exacerbada de observações necessárias provém da utilização de partições cujos tamanhos são potências de dois, isto é,  $\Omega = 2^k$ .

A estimação do *expoente de Hurst*, por meio qualquer uma das metodologias acima, para uma série  $X_\Omega$ , com  $\Omega = 2^k$  observações, é feita pelo seguinte procedimento:

*Passo 1:* calcula-se o valor  $\Phi_\Omega$ , da estatística da metodologia utilizada, para a série  $X_\Omega$ , que possui  $\Omega$  observações.

*Passo 2:* divide-se a série  $X_\Omega$  em duas partições distintas, com  $\frac{\Omega}{2}$  observações cada uma:  $X_{\frac{\Omega}{2},1}$  e  $X_{\frac{\Omega}{2},2}$ . Para cada uma dessas partições, calcula-se o valor  $\Phi_{\frac{\Omega}{2},i}$  da estatística da metodologia; neste caso:  $\Phi_{\frac{\Omega}{2},1}$  e  $\Phi_{\frac{\Omega}{2},2}$ .

*Passo 3:* calcula-se o valor médio  $\bar{\Phi}_{\frac{\Omega}{2}}$ , da estatística da metodologia, para o conjunto de todas partições distintas de  $X_\Omega$  com  $\frac{\Omega}{2}$  observações cada, ou seja:  $\bar{\Phi}_{\frac{\Omega}{2}} = \frac{1}{2} (\Phi_{\frac{\Omega}{2},1} + \Phi_{\frac{\Omega}{2},2})$ .

*Passo 4:* analogamente ao *passo 2*, divide-se cada partição  $X_{\frac{\Omega}{2},i}$  em mais duas partições distintas, cada uma com  $\frac{\Omega}{4}$  observações. Calcula-se, para cada uma delas, o valor  $\Phi_{\frac{\Omega}{4},i}$ , da estatística da metodologia. Calcula-se então o valor médio  $\bar{\Phi}_{\frac{\Omega}{4}}$  da estatística da metodologia, para o conjunto das partições distintas de  $X_\Omega$  com  $\frac{\Omega}{4}$  observações cada.

*Passo 5:* enquanto for possível, repete-se o procedimento apresentado no *passo 4*. Cada partição  $X_{\frac{\Omega}{n},i}$  originará duas partições  $X_{\frac{\Omega}{2n},j}$ , com  $\frac{\Omega}{2n}$  observações cada, para as quais será calculado o valor  $\Phi_{\frac{\Omega}{2n},j}$  da estatística da metodologia. Uma vez calculado  $\Phi_{\frac{\Omega}{2n},j}$  para o conjunto de todas as partições distintas de  $X_\Omega$  com  $\frac{\Omega}{2n}$  observações cada, calcula-se o valor médio da estatística  $\bar{\Phi}_{\frac{\Omega}{2n}}$  para esse conjunto. (PETERS, 1994) sugere que o tamanho mínimo de uma partição deve ser de dez elementos, de modo a garantir a estabilidade do cálculo da estatística  $R/S$ . Neste trabalho, foi adotado um tamanho mínimo de dezesseis observações para uma partição, sendo esse o critério de parada para o *passo 5*.

Obtidos os valores  $\bar{\Phi}_{\frac{\Omega}{2^n}}$ , para  $\{n \in R | 0 \leq n < k\}$ , para todos os subconjuntos de partições de  $X_\Omega$ , é possível estimar o *expoente de Hurst*,  $H$ , por meio da relação de lei de potências apresentada, para todas as metodologias, no capítulo anterior:

$$\bar{\Phi}_k \sim \alpha k^{\beta H} \quad (3.4)$$

onde os valores de  $\alpha$  e  $\beta$  dependem da metodologia utilizada. Isso é feito por meio da regressão linear:

$$\log \bar{\Phi}_k = \log \alpha + \beta H \log k \quad (3.5)$$

## 3.6 Estratégia de negociação

A implementação da estratégia de negociação é dividida em dois períodos: *formação* dos pares e *negociação* dos pares. O *período de formação* é aquele sobre o qual são calculadas as estatísticas, cuja interpretação dos resultados servirá de critério para a seleção de pares, que terão sua negociação simulada durante o *período de negociação*.

### 3.6.1 Dimensionamento dos períodos

Procurou-se dimensionar a duração dos períodos, de modo a acomodar a realização de mais de uma rodada composta por *período de formação* e *período de negociação*, observadas as limitações impostas pelo tamanho das séries da base de dados e pelo grande número de observações consumidas pelas metodologias de estimação do *expoente de Hurst*. Trabalhos como (GATEV; GOETZMANN; ROUWENHORST, 1999) e (REQUENA; SÁNCHEZ-GRANERO; SEGOVIA, 2017) utilizaram a proporção de “dois para um”, para dimensionar o tamanho do *período de formação*, em relação ao tamanho do *período de negociação*.

Conforme afirmado anteriormente, cada série de preços da base de dados é composta por 39.050 observações, divididas em 781 observações diárias, ao longo de cinquenta dias. A estimação do *expoente de Hurst*, por meio das metodologias aqui apresentadas, necessita de uma série de tamanho  $2^n$  observações. Considerando o limite da base de dados, verifica-se que, a partir dela, poderia-se estimar o *expoente de Hurst* utilizando, no máximo,  $2^{15}$  observações, volume equivalente a, aproximadamente, quarenta e dois, dos cinquenta dias de dados disponíveis. Tal escolha, deixaria, apenas, o equivalente a oito dias de observações para a realização de simulações de negociação, quantidade de observações pequena, especialmente quando considerada a proporção de “dois para um” entre os tamanhos dos períodos de *formação* e *negociação*. Já a utilização de  $2^{14}$  observações, para estimar o *expoente de Hurst*, parece ser uma escolha mais razoável, uma vez que ela utiliza menos da metade dos dados disponíveis, permitindo, ao longo dos cinquenta dias de dados, a realização de três *períodos de formação*, seguidos por seus respectivos *períodos de negociação*, conforme a figura 2.

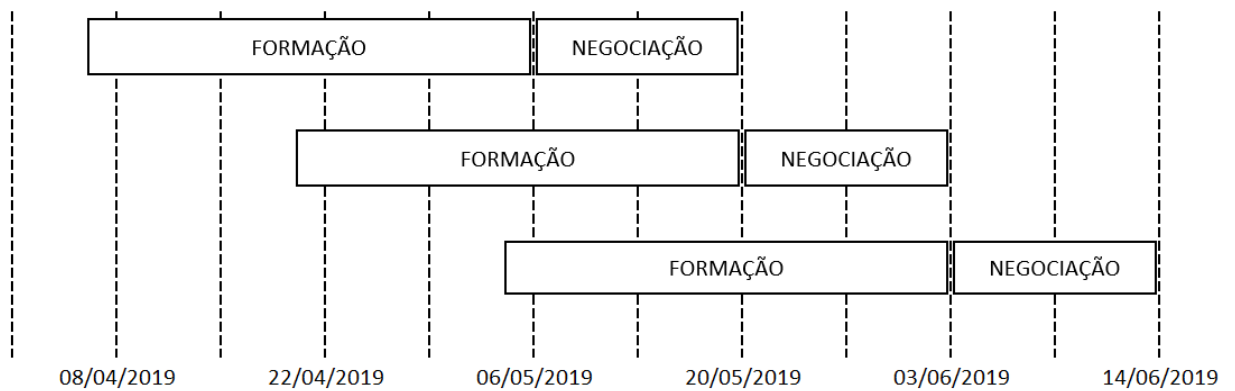


Figura 2 – Períodos de *formação* e *negociação* utilizados neste trabalho.

Assim, neste trabalho, será utilizado um período de *formação* com  $2^{14}$  observações, uma vez que, para a base de dados utilizada, esse é o maior comprimento do *período de formação*, que permite a ocorrência de *períodos de negociação* com aproximadamente metade do seu tamanho.

### 3.7 Seleção dos pares

Com base em (REQUENA; SÁNCHEZ-GRANERO; SEGOVIA, 2017), o procedimento de seleção de pares utilizado neste trabalho consiste em estimar o *expoente de Hurst* para as *séries de log-retornos do spread*, referentes ao *período de formação* e definidas por (3.3), de todos os pares possíveis da amostra, e selecionar os cinco pares com menor *expoente de Hurst*, cujo limite superior do intervalo de confiança, calculado com significância de 1%, seja menor que 0,5.

Esse procedimento será realizado para todas as metodologias de estimação do *expoente de Hurst*, listadas na subseção (3.5), de modo que, para cada *período de formação*, serão selecionados cinco pares por metodologia, que, por sua vez, terão sua negociação simulada no *período de negociação* subsequente.

### 3.8 Simulação histórica de negociação

#### 3.8.1 Posição em um par de ativos

Sejam A e B dois ativos que formam um par, cuja série do *spread* é definida pela relação (3.2), uma posição em um par consiste na operação simultânea de compra do ativo A e venda do ativo B, ou venda do ativo A e compra do ativo B.

### 3.8.2 Proporção entre os ativos de uma posição em um par

A proporção entre os ativos A e B que compõem a posição sobre um par é definida como  $1:\Delta$ , ou seja, para cada unidade, em valor absoluto, do ativo A na posição, haverá  $\Delta$  unidades, também em valor absoluto, do ativo B. As simulações realizadas neste trabalho utilizarão, inicialmente, uma quantidade mínima para o ativo A, denominada *quantidade de referência*, de cem unidades. Assim, uma posição aberta num par, durante uma simulação, terá cem unidades, em módulo, do ativo A e cem vezes  $\Delta$  unidades, também em módulo, do ativo B.

### 3.8.3 Posição comprada em um par

Sejam A e B dois ativos que formam um par, cuja série do *spread* é definida pela relação (3.2), uma posição comprada no par consiste na operação simultânea de compra do ativo A e venda do ativo B, na proporção de uma unidade do ativo A para  $\Delta$  unidades do ativo B.

### 3.8.4 Posição vendida em um par

Sejam A e B dois ativos que formam um par, cuja série do *spread* é definida pela relação (3.2), uma posição vendida no par consiste na operação simultânea de venda do ativo A e compra do ativo B, na proporção de uma unidade do ativo A para  $\Delta$  unidades do ativo B.

Neste trabalho, duas abordagens serão utilizadas para a determinação do valor de  $\Delta$ : *share neutral* e *dollar neutral*.

#### 3.8.5 *Share neutral*

Essa abordagem consiste em, ao abrir uma posição em um par, balancear a quantidade das ações compradas com a quantidade das ações vendidas, de modo que a soma dessas quantidades seja igual a zero. Isso implica  $\Delta = 1$ .

#### 3.8.6 *Dollar neutral*

Essa abordagem consiste em, ao abrir uma posição em um par, balancear o valor financeiro das ações compradas com o valor financeiro das ações vendidas, de modo que o total financeiro da posição seja o mais próximo de zero possível.

Para um instante  $t$ , o valor de  $\Delta$  para que a abertura de posição no par seja *dollar neutral* é definido por:

$$\Delta_t = \frac{p_t^A}{p_t^B} \quad (3.6)$$

É importante ressaltar que, independentemente da abordagem,  $\Delta$  deve ser calculado apenas na abertura da posição no par, de modo que o fechamento dessa posição deve sempre utilizar o mesmo  $\Delta$  de sua respectiva abertura.

### 3.8.7 Estratégia de negociação

Será utilizada uma estratégia de reversão à média, definida pelo seguinte procedimento: seja  $S^{A,B}$ , a série do *spread* do par, definida por (3.2), para cada observação  $S_t^{A,B}$  do *período de negociação*, será calculada a média aritmética simples,  $\mu_{t,k}$ , sobre as  $k$  observações do *spread*, anteriores à observação  $S_t^{A,B}$ :

$$\mu_{t,k} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k S_{t-i}^{A,B} \quad (3.7)$$

Analogamente, será calculado, sobre a mesma partição de  $k$  observações, o desvio padrão  $\sigma_{t,k}$ , sobre as diferenças entre cada observação  $S_{t-i}^{A,B}$ ,  $1 \leq i \leq k$ , e a média  $\mu_{t,k}$ :

$$\sigma_{t,k} = \sqrt{\frac{1}{k-1} \left\{ \sum_{i=1}^k \left[ (S_{t-i}^{A,B} - \mu_{t,k}) - \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k (S_{t-j}^{A,B} - \mu_{t,k}) \right]^2 \right\}} \quad (3.8)$$

Se  $S_t^{A,B} \leq \mu_{t,k} - n\sigma_{t,k}$ , é aberta uma posição comprada no par. Essa posição é encerrada quando  $S_{t+x}^{A,B} \geq \mu_{t,k}$ , o que resulta num lucro, devido à reversão do *spread* à sua média  $\mu_{t,k}$ ; ou quando  $S_{t+x}^{A,B} \leq \mu_{t,k} - (n+m)\sigma_{t,k}$ , o que resulta na realização de um prejuízo, em decorrência na mudança de regime do *spread*.

Analogamente, se  $S_t^{A,B} \geq \mu_{t,k} + n\sigma_{t,k}$ , é aberta uma posição vendida no par. Essa posição é encerrada com lucro, quando  $S_{t+x}^{A,B} \leq \mu_{t,k}$ ; ou com prejuízo, quando  $S_{t+x}^{A,B} \geq \mu_{t,k} + (n+m)\sigma_{t,k}$ .

Se, ao final do *período de negociação*, existir posição em aberto para algum par, a mesma é encerrada, utilizando, como referência, o preço da última observação disponível no período, para cada ativo que o compõe.

Em qualquer instante do *período de negociação*, uma posição num par só será aberta, caso não exista nenhuma posição em aberto para ele.

## 3.9 Banda de negociação

A amplitude da banda de negociação do *spread*, definida em torno da média  $\mu_{t,k}$ , é modulada por meio dos parâmetros  $n$  e  $m$ .

O parâmetro  $n$  modula a distância em relação à média  $\mu_{t,k}$ , a partir da qual é definido que o *spread* se afastou suficientemente do seu ponto de equilíbrio e, portanto, é aberta uma posição no par, uma vez que é esperado que o nível do *spread* retorne ao valor de equilíbrio  $\mu_{t,k}$ .

Já o parâmetro  $m$  modula a tolerância admitida para manter essa posição aberta, caso o *spread* não caminhe em direção ao seu valor de equilíbrio.

Neste trabalho serão verificadas as combinações de  $n$  e  $m$  formadas a partir dos valores da tabela 2.

Tabela 2 – Valores dos parâmetros  $n$  e  $m$  utilizados nas simulações.

<b>n</b>	<b>m</b>
0,50	0,50
0,75	0,75
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
10	

### 3.10 Apuração dos resultados da simulação

O resultado da simulação da negociação de um par é composto pelo resultado financeiro obtido pela negociação do par, descontados os custos relacionados à sua negociação.

### 3.11 Resultado financeiro da negociação

O resultado financeiro  $P\&L_{t,t+k}^{neg}$ , proveniente da negociação de uma posição sobre um par de ativos A e B, composta por uma unidade do ativo A e  $\Delta$  unidades do ativo B, aberta no instante  $t$  e finalizada no instante  $t + k$ , é calculado por:

$$P\&L_{t,t+k}^{neg} = \alpha_t \left[ \left( p_{t+k}^A - p_t^A \right) - \Delta \left( p_{t+k}^B - p_t^B \right) \right] \quad (3.9)$$

onde a constante  $\alpha$  está ligada à direção da posição aberta no instante  $t_k$ . Caso tenha sido uma posição comprada no par,  $\alpha_t = 1$ . Caso tenha sido uma posição vendida no par,  $\alpha_t = -1$ .

### 3.12 Custos de negociação

#### 3.12.1 Corretagem

A negociação de uma posição em um par de ativos A e B, resulta na abertura de quatro ordens: duas na abertura e duas no fechamento da posição. Atualmente, as modalidades mais populares de tarifação praticadas pelas corretoras do mercado brasileiro

são *percentual sobre o volume financeiro operado e preço fixo por ordem*. Para este estudo, será considerada a modalidade de *preço fixo por ordem*. Assim, o custo de corretagem  $C_{t,t+k}^{corr}$  de uma posição sobre um par, aberta no instante  $t$  e finalizada no instante  $t + k$ , é calculado por:

$$C_{t,t+k}^{corr} = 4\phi \quad (3.10)$$

onde  $\phi$  é o preço de corretagem cobrado por ordem executada. Neste trabalho, serão utilizados os custos indicados na tabela 3, praticados por uma grande corretora brasileira.

Tabela 3 – Tarifas de corretagem para o mercado de ações, para a modalidade de cobrança por ordem executada.

Modalidade de negociação	Preço por ordem (em reais)
Day-trade	1,52
Swing-trade	2,25

### 3.12.2 Emolumentos cobrados pela Bolsa de Valores

A Bolsa de Valores de São Paulo, B3, cobra dos investidores um emolumento sobre o total financeiro das operações realizadas em sua plataforma. As tarifas variam de acordo com o perfil do investidor e do volume negociado.

O custo de emolumentos  $C_{t,t+k}^{emol}$  de uma posição sobre um par de ativos A e B, composta por uma unidade do ativo A e  $\Delta$  unidades do ativo B, aberta no instante  $t$  e finalizada no instante  $t + k$ , é calculado por:

$$C_{t,t+k}^{emol} = \lambda \left[ (p_t^A + p_{t+k}^A) + \Delta (p_t^B + p_{t+k}^B) \right] \quad (3.11)$$

onde  $\lambda$  é o percentual de emolumento cobrado pela Bolsa de Valores, sobre o total financeiro negociado.

Neste trabalho, será utilizado, de maneira conservadora, o maior valor atualmente aplicado pela B3 para essa finalidade. A relação completa dos valores vigentes praticados pela Bolsa de Valores de São Paulo, pode ser encontrada na tabela 4.

Tabela 4 – Emolumentos cobrados sobre a negociação de ações em sua plataforma, pela B3, a Bolsa de Valores São Paulo.

Tipo de Investidor	Taxa de Negociação	Taxa de Liquidação	Total
Pessoas físicas e demais investidores	0,004115%	0,027500%	0,031615%
Fundos e clubes de investimento locais	0,004115%	0,020000%	0,024115%

### 3.12.3 Venda a descoberto

A abertura de posição sobre um par implica uma *venda a descoberto* de um dos ativos que o compõe, isto é, vender esse ativo sem de fato o possuir no instante de venda.

Caso a posição não seja encerrada no mesmo dia em que foi aberta, serão considerados os custos referentes à contratação de uma operação de aluguel, a partir da qual aluga-se a mesma quantidade de ações, em valor absoluto, do ativo que foi vendido a descoberto, de modo a honrar a liquidação da operação de venda a descoberto.

O custo de aluguel  $C_{t,t+k}^{alug}$  sobre um ativo X, para o qual foram vendidas  $\Delta$  unidades na abertura de uma posição sobre um par, do qual X faz parte da composição, aberta no instante  $t$  e finalizada no instante  $t + k$ , é definido por:

$$C_{t,t+k}^{alug} = \eta(\Delta, p_t^X) + \Delta(p_t^X) \left[ (1 + \Psi_{corretora} + \Psi_{doador} + \Theta)^{\frac{du(t,t+k)}{252}} - 1 \right] \quad (3.12)$$

onde  $\Psi_{corretora}$  é o *spread do aluguel* cobrado pela corretora,  $\Psi_{doador}$  é o *spread do aluguel* cobrado pelo *doador* do papel e  $\Theta$  é a taxa anual de juros de referência da economia, e  $du(t, t+k)$  é o número de dias úteis entre a observação  $t$  e a observação  $t+k$ . Já a função  $\eta(\Delta, p_t^X)$ , refere-se à taxa de liquidação cobrada pela Bolsa de Valores sobre operações de aluguel de ativos, em função do volume alugado, definida por:

$$\eta(\Delta, p_t^X) = \max \left( 10 ; \Delta(p_t^X) \left[ (1 + \Psi_{emol})^{\frac{du(t,t+k)}{252}} - 1 \right] \right) \quad (3.13)$$

onde  $\Psi_{emol}$  é a taxa percentual de emolumento sobre liquidação do aluguel, cobrada pela Bolsa de Valores, e  $\Theta$  é a taxa anual de juros de referência da economia.

Neste trabalho,  $\Psi_{corretora}$  e  $\Psi_{doador}$  foram estimados de maneira conservadora, utilizando um valor acima do valor vigente praticado pelo mercado. Os valores utilizados de  $\Psi_{corretora}$ ,  $\Psi_{doador}$ ,  $\Psi_{emol}$  e  $\Theta$  estão listados na tabela 5.

Tabela 5 – Custos relacionados ao aluguel de ações.

Descrição	% ao ano
$\Psi_{corretora}$ : Taxa cobrada pela corretora	1,00
$\Psi_{doador}$ : Taxa de excesso de retorno cobrada pelo doador	1,00
$\Psi_{emol}$ : Taxa de liquidação cobrada pela Bolsa de Valores	0,25
$\Theta$ : Taxa de juros referencial da economia	6,40

### 3.12.4 Custo de carregamento

Custo de oportunidade do capital provisionado para a negociação dos ativos e pagamento de custos com emolumentos, aluguel e corretagem.

O custo de carregamento  $C_{t,t+k}^{carreg}$  de uma posição sobre um par de ativos A e B, composta por uma unidade do ativo A e  $\Delta$  unidades do ativo B, aberta no instante  $t$  e finalizada no instante  $t + k$ , é calculado por:

$$C_{t,t+k}^{carreg} = \max \left( 0 ; \left[ \alpha_t (p_t^A - \Delta p_t^B) + C_{t,t+k}^{C+E+A} \right] \left[ (1 + \Theta)^{\frac{du(t,t+k)}{252}} - 1 \right] \right) \quad (3.14)$$



onde  $C_{t,t+k}^{C+E+A} = C_{t,t+k}^{corr} + C_{t,t+k}^{emol} + C_{t,t+k}^{alug}$  e a constante  $\alpha$  está ligada à direção da posição aberta no instante  $t_k$ . Caso tenha sido uma posição comprada no par,  $\alpha_t = 1$ . Caso tenha sido uma posição vendida no par,  $\alpha_t = -1$ .

### 3.13 Resultado da estratégia

O resultado final de uma posição é definido pelo resultado da negociação do ativo, descontados os custos:

$$P\&L_{t,t+k}^{total} = P\&L_{t,t+k}^{neg} - C_{t,t+k}^{corr} - C_{t,t+k}^{emol} - C_{t,t+k}^{alug} - C_{t,t+k}^{carreg} \quad (3.15)$$

O resultado de negociação de um par ao longo de um *período de negociação* é a soma de todos os resultados de posições do par, negociadas sobre o período:

$$P\&L_{A,B} = \sum_{\omega} P\&L^{total} \quad (3.16)$$

onde  $\omega$  é o conjunto de todas as posições abertas no par, durante o período de negociação.

## 4 Resultados

A partir das séries de preços *negócio-a-negócio* de cinquenta e nove ações que compõem o índice *Ibovespa*, coletadas para o período entre 01/abr/2019 e 14/jun/2019, foi testada a eficiência da utilização do *expoente de Hurst* como critério de seleção de pares de ações que apresentem lucro, quando negociados através de simulação histórica, por meio de uma estratégia de reversão ao valor de equilíbrio.

Foram considerados três *períodos de formação*, representados pelos intervalos de 03/abr/2019 a 03/Mai/2019, 17/abr/2019 a 17/mai/2019 e 03/mai/2019 a 31/mai/2019, cada um composto por vinte dias úteis; seguidos de seus respectivos *períodos de negociação*, representados pelos intervalos de 6/mai/2019 a 17/mai/2019, 20/mai/2019 a 31/mai/2019 e 03/jun/2019 a 14/jun/2019, compostos por dez dias úteis cada.

Adotando o índice *Ibovespa* como referência do desempenho do mercado de ações brasileiro, verifica-se que o conjunto de *períodos de negociação* utilizado neste trabalho é composto por um período de queda do índice, de -6,27%, entre 6/mai/2019 e 17/mai/2019, e por dois períodos de alta do índice, o primeiro de 7.82%, entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, e o segundo de 1.04%, entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019.

Foi estimado o *expoente de Hurst* das séries de diferenças do *spread* de cada um dos 1.711 pares possíveis da amostra, a partir de cinco diferentes metodologias, para cada *período de formação* considerado. As metodologias utilizadas para realizar a estimação do *expoente de Hurst*, todas apresentadas na seção 3.5, foram: *Análise R/S clássica*, *Análise R/S modificada por Lo*, *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*, *Detrended Fluctuation Analysis* e *Análise V/S*.

Para cada *período de formação* e metodologia, foram selecionados os cinco pares de ações que apresentaram os menores valores para o *expoente de Hurst* estimado, respeitando a regra de que o limite superior de seu intervalo de confiança, calculado com significância de 1%, fosse menor que o valor crítico de 0,5, conforme apresentado nas tabelas da seção A.1.

Uma simulação histórica de negociação foi realizada para os pares selecionados com o objetivo de, a partir dos dados de mercado do *período de negociação* subsequente, simular o desempenho da negociação desses pares por meio de uma estratégia baseada em reversão ao valor de equilíbrio, apresentada na seção 3.8.7, e que consiste, basicamente, em aproveitar distorções momentâneas do *spread* em relação a um valor de equilíbrio, para obter lucro.

Para cada simulação da negociação realizada, cinco variáveis precisaram ser defini-

das: o par de ações; a abordagem utilizada para determinar a razão entre os preços das posições sobre o par; o tamanho  $k$  da janela sobre a qual serão calculados tanto a média de longo prazo, definida em (3.7), quanto o desvio padrão dos desvios da média, definido em (3.8); os tamanhos da faixa de negociação e de tolerância, modulados respectivamente pelos parâmetros  $n$  e  $m$ , apresentados na seção 3.9.

Por questão de coerência, foi escolhido um tamanho  $k$  igual ao tamanho do *período de negociação*, ou seja, de dez dias úteis. Já os outros parâmetros, foram escolhidos a partir das opções apresentadas ao longo do capítulo 3. Dentro desse universo, conforme ilustrado na figura 3, foram realizadas 8.400 simulações, de modo a verificar se os pares selecionados, por meio do critério de seleção abordado neste trabalho, apresentariam resultados consistentes de lucro para um ou mais conjuntos de parâmetros, ao longo dos três *períodos de negociação*. Os resultados serão apresentados a seguir.

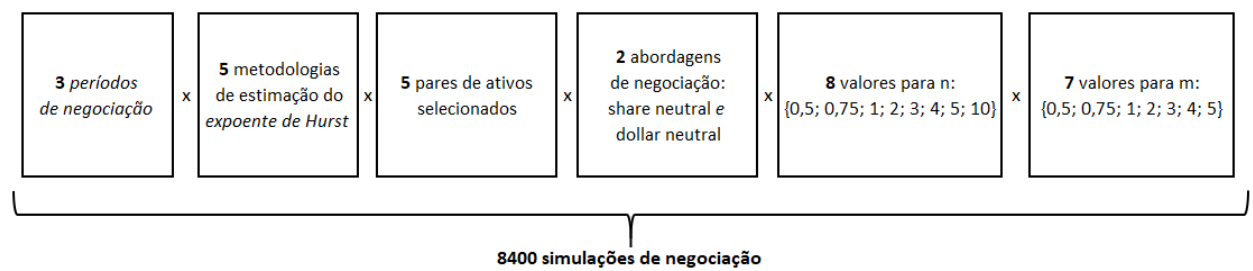


Figura 3 – Combinações de parâmetros utilizadas para a realização de *simulações históricas de negociação*.

Os totais de posições sobre pares de ativos, abertas nas simulações de negociação, são mostrados nas tabelas da seção A.2, tanto de maneira consolidada, por metodologia ao longo dos três *períodos de negociação*, quanto de maneira individual, por metodologia para cada período de negociação.

Inicialmente, serão verificados os resultados sob a perspectiva do percentual de acertos, definido pela proporção das posições que resultaram em lucro, em relação a todas as posições negociadas para os pares selecionados por meio de uma determinada metodologia, para o período em questão.

Quando não são contabilizados os custos, são observadas, para todas as metodologias consideradas, percentuais de acerto acima de 50%, para diversos conjuntos de parâmetros, conforme visto, de maneira consolidada e individualizada por metodologia e período, nas tabelas da seção A.3. Também é observado que o percentual de acertos aumenta, conforme aumentam os valores dos parâmetros  $n$  e  $m$ , referentes à amplitude da banda de negociação.

A interpretação desse condiz com o comportamento esperado para uma estratégia dessa natureza: supondo que o *spread* negociado de fato possua a propriedade de reversão

ao valor de equilíbrio, se a distância em relação a esse valor, necessária para a abertura de uma posição no par, é sub-dimensionada, isto é, possui uma amplitude pequena em relação à amplitude da variação do *spread*, em torno do seu valor de equilíbrio, maior será a chance de uma posição recém-aberta ser encerrada com prejuízo, antes que o nível do *spread* chegue ao seu *ponto máximo* e comece a reverter em direção ao seu valor de equilíbrio. Além disso, conforme aumenta-se a tolerância dessa posição, por meio do aumento do valor de  $m$ , aumenta-se a chance de mantê-la aberta, até que chegue o momento em o *spread* atinja o seu *ponto máximo*, aumentando, portanto, a chance de acerto da posição.

Quando não considerados os custos, as metodologias que apresentaram acertos maiores que 50%, para o maior número de combinações de parâmetros  $n$  e  $m$ , foram a *Análise R/S Clássica* e a *Análise R/S modificada por Lo*.

A faixa dos parâmetros  $n$  e  $m$  que concentra os melhores resultados é definida pelo produto cartesiano  $\{2 \leq n \leq 3\} \times \{2 \leq m \leq 5\}$ .

Quando são considerados os custos, isto é, a definição de um acerto passa a ser calculada pelo resultado da negociação do par, descontados todos os custos associados a ela, observa-se, que os resultados, para todas as metodologias e em todos os *períodos de negociação*, apresentam um comportamento similar ao descrito no parágrafo anterior, com uma ligeira diferença: o protagonismo do parâmetro  $n$ . Verificou-se que, quando não se consideravam os custos, o parâmetro  $m$  exercia um impacto maior sobre a quantidade de acertos. Ao se considerarem os custos, a amplitude da distância mínima para a abertura de posição no par passou a ser um fator decisivo na taxa de acertos da estratégia, uma vez que, mesmo acertando, o lucro obtido com um movimento de reversão à média de baixa amplitude pode não ser suficiente para pagar os custos fixos de negociação. Assim, conforme  $n$  aumenta, também aumentam as taxas de acertos. Isso é mostrado, de maneira consolidada e individualizada por período e metodologia, nas tabelas da seção A.4.

Assim, quando contabilizados os custos, as metodologias que apresentaram taxas de acerto maiores ou iguais a 50%, para o maior número de combinações de parâmetros  $n$  e  $m$ , continuaram sendo a *Análise R/S Clássica* e a *Análise R/S modificada por Lo*. A faixa dos parâmetros  $n$  e  $m$  que concentra os melhores resultados também continuou sendo a definida pelo produto cartesiano  $\{2 \leq n \leq 3\} \times \{2 \leq m \leq 5\}$ . O percentual de acerto para as simulações de estratégias que utilizaram uma abordagem *share neutral* foi muito semelhante ao daquelas que utilizaram a abordagem *dollar neutral*, de modo a não justificar uma comparação mais aprofundada.

O próximo passo será verificar o resultado financeiro das simulações para cada metodologia ao longo dos *períodos de negociação*, uma vez que o percentual de acertos, por si só, não é suficiente para definir se a negociação simulada dos pares foi lucrativa.

Em todas as simulações de negociação de um par de ativos A e B, foi utilizada a

seguinte proporção entre os ativos, para a realização de abertura ou fechamento de posição no par: cem quantidades do ativo A para cada cem multiplicado por  $\Delta$  quantidades do ativo B, onde  $\Delta$  varia de acordo com a abordagem da estratégia escolhida, podendo ser igual a um, quando utilizada a abordagem *share neutral*, ou igual à razão dos preços entre os ativos A e B, nesta ordem, quando utilizada a abordagem *dollar neutral*.

A escolha do valor cem, como quantidade de referência, decorre do fato de esse ser o tamanho do *lote mínimo* negociado no mercado *à vista* de ações da Bolsa de Valores de São Paulo, o que implica que as ordens enviadas para esse segmento precisam ter uma quantidade múltipla de cem ações. Isso não é um problema quando a abordagem *share neutral* é utilizada. Entretanto, para a abordagem *dollar neutral*, a quantidade utilizada para as ordens de negociação do ativo B acaba, na maioria das vezes, por não ser um múltiplo inteiro do *lote mínimo*, de modo que a utilização de um valor fracionário desse lote, para as quantidades das ordens do ativo B, foi uma simplificação utilizada na simulação. O principal motivo por trás da escolha em manter essa quantidade de referência com um valor pequeno, ao invés de utilizar, por exemplo, um valor múltiplo de cem, é aplicar uma estimativa de apuração de custos conservadora, diante da modalidade de cobrança de corretagem escolhida, de um valor fixo cobrado pelo envio de cada ordem, evitando, assim, que uma alavancagem sobre a quantidade dos ativos negociados mascare o impacto dos custos de corretagem. Sobre um possível questionamento a respeito da verossimilhança desses custos, calculados em função do número de ordens geradas pela estratégia, em detrimento de um percentual do volume financeiro negociado; ao calcular a razão entre os custos de corretagem e o volume financeiro negociado pelas simulações para um *período*, encontrou-se percentuais de corretagem que variam entre 0,07% e 0,15%, valores considerados factíveis em relação aos cobrados de investidores institucionais no mercado atual.

De maneira análoga ao que foi feito para apurar os resultados referentes ao percentual de acertos, os resultados financeiros das simulações, quando não são considerados os custos de negociação, são mostrados para cada metodologia, de forma consolidada para os três *períodos de negociação*, nas tabelas da seção A.5. A observação dos valores financeiros reforçam o que foi verificado ao analisar o comportamento dos resultados do percentual de acertos, de modo que melhores resultados são obtidos conforme se aumentam os parâmetros  $n$  e  $m$ . Novamente, não foi encontrada nenhuma diferença significativa entre os resultados das abordagens *share neutral* e *dollar neutral*. Além disso, chama a atenção o fato de que, ao cruzar os resultados dos níveis de acerto com os dos resultados financeiros, verifica-se a ocorrência de resultados financeiros positivos para conjuntos de parâmetros com valores mais elevados de  $n$ , cujo índice de acerto foi inferior a 50%, evidenciando a relevância da magnitude de reversão ao equilíbrio dos pares selecionados, por meio do critério abordado neste trabalho, perceptível mesmo quando a estratégia de negociação simulada possui taxa de acerto inferior a 50%.

Por fim, os resultados financeiros das simulações, quando considerados os custos de negociação, são mostrados nas tabelas da seção A.6. Diante desses resultados financeiros, agora contabilizados com os custos, é possível constatar que um percentual de acertos significativo não é suficiente para que a estratégia simulada seja lucrativa. Isso porque a quantidade de combinações de parâmetros de simulação que resultaram em lucro financeiro é drasticamente menor do que a quantidade de combinações de parâmetros de simulação que resultaram em percentuais de acertos. Ao cruzar as informações de todas as tabelas mostradas até agora, são facilmente encontrados casos de combinações de parâmetros cujas simulações forneceram percentuais de acertos superiores a 50%, quando não considerados os custos de negociação, mas que apresentaram prejuízo, quanto ao desempenho financeiro, quando contabilizados os custos. Mais uma vez não foram observadas diferenças significativas entre as abordagens *share neutral* e *dollar neutral*.

Entretanto, ao comparar os resultados consolidados, considerando os custos, das simulações de negociação realizadas para os pares de ativos selecionados a partir de cada uma das metodologias de estimação do *expoente de Hurst* utilizada neste trabalho, um fator comum foi facilmente identificado: com exceção dos resultados provenientes dos pares selecionados pela metodologia *Detrended Fluctuation Analysis*, os resultados consolidados observados para os pares selecionados pelas outras metodologias apresentaram, para a faixa de parâmetros  $n$  e  $m$  definida por  $\{n = 3\} \times \{2 \leq m \leq 5\}$ , lucro, conforme mostrado nas tabelas da seção A.6.

A análise do resultado obtido para cada metodologia, dentro de cada um dos *períodos de negociação*, revela que as simulações de negociação dos pares selecionados por meio da *Análise R/S Clássica* apresentaram lucro para todos os *períodos de negociação*, quando utilizados os parâmetros  $n$  e  $m$  dentro da faixa definida no parágrafo anterior; ou seja, foi encontrada uma faixa de parametrização para a qual a simulação da negociação de pares de ações, selecionados por uma metodologia baseada no *expoente de Hurst*, por meio de uma estratégia de reversão ao valor de equilíbrio, apresentou, em todas os períodos simulados, resultados positivos de lucro, inclusive quando considerados os custos de negociação.

Por outro lado, as outras três metodologias também apresentaram lucros em seus resultados consolidados, porém, não foi encontrada nenhuma combinação de parâmetros  $m$  e  $n$  que viabilizasse a obtenção consecutiva de lucro para os três períodos individualmente, ao contrário dos resultados encontrados para a *análise R/S Clássica*. Isso é mostrado nas tabelas da seção A.6, a partir das quais verifica-se que as três metodologias apresentaram prejuízo para todas as combinações de parâmetros  $n$  e  $m$  simuladas para o segundo *período de negociação*, de 20/mai/2019 a 31/mai/2019. Investigando-se como cada fator que compõe o resultado influenciou nesse prejuízo, verificou-se que, para diversas combinações de  $n$  e  $m$ , a perda foi causada por conta dos custos de negociação, que superaram os lucros,

mesmo quando estes apresentavam magnitude razoável. Dito isso, é interessante verificar se as metodologias acima apresentariam resultados melhores, caso fosse utilizada uma quantidade de referência maior que cem unidades para a abertura de posição sobre os pares, uma vez que o resultado da simulação, para os casos com um número razoável de acertos, beneficiar-se-ia do efeito de alavancagem proporcionado pelo aumento do volume financeiro negociado, pois os custos com corretagem, que são o componente de maior peso nos custos totais, manter-se-iam constantes, devido à modalidade de corretagem considerada, de valor fixo cobrado por ordem enviada. É importante ressaltar que tal aumento na quantidade negociada só surtiria efeito positivo caso os pares selecionados apresentassem, de fato, para o *período de negociação* em questão, propriedades de reversão ao valor de equilíbrio em sintonia com as características da estratégia de negociação simulada, uma vez que, caso contrário, os prejuízos seriam apenas amplificados.

Foram realizadas, novamente, todas as simulações de negociação para os pares selecionados pelas cinco metodologias, ao longo dos *três períodos de negociação*, agora utilizando uma quantidade de referência igual a mil unidades, ou seja, dez vezes maior que a anterior. Os resultados dessas simulações, já considerando os custos de negociação, estão listados nas tabelas da seção A.7. Quando comparados os resultados das simulações que utilizam uma quantidade de referência igual a mil com os resultados das simulações que utilizaram cem unidades, verifica-se, tanto um aumento notável na quantidade de cenários de simulação que apresentaram lucro, quanto a ocorrência de conjuntos de parâmetros  $m$  e  $n$  que fornecem resultados positivos consecutivos para a simulação de negociação ao longo dos três períodos considerados, agora também para as metodologias *Análise R/S modificada por Lo* e *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*.

Com o intuito de verificar se os resultados obtidos acima são frutos de alguma coincidência ou, até mesmo, de sorte, foi realizado um experimento no qual foram sorteados, um milhão de vezes, cinco pares de ativos, para os quais foram calculados os resultados de suas simulações de negociação. Ao comparar os resultados das simulações dos pares obtidos por meio de sorteios com os resultados dos pares obtidos a partir da metodologia de seleção apresentada neste trabalho, é possível afirmar, com 99% de confiança, que os resultados obtidos pela metodologia aqui apresentada são superiores à média dos resultados obtidos pela seleção de pares "ao acaso".



## 5 Conclusão

Este trabalho procurou verificar se o *expoente de Hurst* é uma medida eficiente para selecionar pares de ativos do mercado acionário brasileiro que apresentam lucro líquido ao serem negociados, via simulação histórica, por meio de uma estratégia de *pairs trading*. Para isso, foi utilizada uma metodologia de seleção de pares de ações inspirada em (REQUENA; SÁNCHEZ-GRANERO; SEGOVIA, 2017), que parte do princípio de que pares, cuja série de diferenças do *spread* apresenta a propriedade de *antipersistência*, mensurada por meio do *expoente de Hurst*, possuem chances de apresentarem bons resultados, ao serem negociados por meio de uma estratégia de reversão à média.

Foi utilizada uma base de dados formada pela série de preços *negócio a negócio*, de cinquenta e nove ativos que fazem parte da composição do índice *Ibovespa*. Devido aos espaçamentos irregulares entre as observações dos preços, inerente à natureza dessas séries, elas foram submetidas a um processo de discretização, com um intervalo de trinta segundos. A partir das séries de preços discretizadas, foram calculadas as séries dos *spreads* de preços, para todas as combinações possíveis de pares formados a partir dos ativos disponíveis na base de dados, sobre as quais serão estimados os *expoentes de Hurst*.

As metodologias utilizadas para estimar o *expoente de Hurst* ao longo da realização deste trabalho foram: *Análise R/S clássica*, *Análise R/S modificada por Lo*, *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*, *Detrended Fluctuation Analysis* e *Análise V/S*.

Para cada metodologia, foram realizadas três rodadas compostas por seleção e simulação histórica dos cinco pares que apresentaram maior grau de *antipersistência*, quantificado por meio da estimação do *expoente de Hurst* sobre as séries de diferenças dos seus *spreads* para um período de aproximadamente vinte dias, definido como *período de formação*. A simulação histórica de negociação de cada par selecionado foi realizada num período, definido como *de negociação*, composto pelos dez dias subsequentes ao seu respectivo *período de formação*. Para um mesmo par de ativos e *período de negociação*, foram realizadas diversas simulações, variando parâmetros relacionados à estratégia de *pairs trading* utilizada, como amplitude da banda de negociação e razão entre as quantidades dos ativos que compõem o par.

Quando não são considerados os custos de negociação, verifica-se que, para todas as metodologias de seleção, é encontrada, ao menos, uma combinação de parâmetros para a qual o resultado da estratégia de negociação, simulada para os pares por elas escolhidos, apresenta uma taxa média de acertos ligeiramente superior a 50%, ao longo dos três *períodos de negociação* considerados. É importante ressaltar que os *períodos de negociação* simulados compreendem tanto períodos de alta quanto de queda do mercado



acionário brasileiro, cujo desempenho é medido através da performance do índice *Ibovespa*. A metodologia de seleção de pares que proporcionou o melhor resultado, sob a perspectiva de acertos, foi a *Análise R/S Clássica*.

Sob o prisma dos resultados financeiros obtidos pelas simulações, ainda sem considerar os custos, é observado que combinações de parâmetros com maiores bandas de negociação, mesmo provendo taxas de acerto inferiores a 50%, apresentaram resultados financeiros positivos, o que conta a favor da eficácia da metodologia de seleção em encontrar pares cuja magnitude da reversão à média do *spread*, dentro do período considerado, seja expressivo.

A contabilização dos custos de negociação, nos resultados das simulações, inverte o cenário otimista observado até então. Os percentuais de acerto, que agora consideram os custos de negociação, são negativamente impactados em relação aos seus valores computados sem a contabilização desses custos; situação agravada pela apuração dos respectivos resultados financeiros, que passaram de lucro a prejuízo para a maior parte dos conjuntos de parâmetros simulados. Isso corrobora com (DO; FAFF, 2011), que afirma que o fator crucial na determinação da viabilidade da implementação de uma estratégia de *pairs trading* é o custo de negociação. Ainda assim, três metodologias se destacam, ao apresentar, para o mesmo conjunto de combinações de parâmetros de simulação, um resultado financeiro líquido positivo para o consolidado dos três períodos. São elas: a *Análise R/S Clássica*, a *Análise R/S modificada por Lo* e a *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*. O fato de essas metodologias apresentarem resultados líquidos positivos, apenas para um certo conjunto de parâmetros, comum entre as três, evidencia a importância do papel da parametrização do tamanho da banda de negociação na obtenção de resultados líquidos positivos, uma vez que é desejável obter a maior quantidade possível de acertos cujo lucro seja capaz de pagar o custo referente à negociação. Também chama a atenção o desempenho da simulação dos pares selecionados pela *Análise R/S Clássica*, que foram os únicos que obtiveram, para uma determinada parametrização, resultado financeiro líquido positivo em todos os períodos de simulação. Esta foi, portanto, a metodologia que apresentou os resultados mais consistentes quanto à obtenção de resultado líquido positivo ao longo deste estudo.

A análise dos custos apontou a corretagem como sua principal componente, de modo que o resultado das simulações, quando contabilizados os custos, são positivamente impactados ao serem recalculados com uma taxa menor de corretagem. Ao considerar a utilização de uma modalidade de cobrança de corretagem por ordem enviada, foi mostrado que, ao alavancar as quantidades dos ativos das posições negociadas para os pares selecionados pelo critério sugerido neste trabalho, é possível diluir o impacto do custo de corretagem, sobre o resultado da simulação de negociação, ao se aumentar o volume financeiro de cada ordem enviada. Ao realizar novamente todas as simulações de

negociação, agora utilizando um volume financeiro dez vezes maior que o anterior, foi obtido um maior número de conjuntos de parâmetros de negociação, para os quais se obteve resultado financeiro líquido positivo.

Por fim, dentro da amostra utilizada neste trabalho, verificou-se que a utilização do *expoente de Hurst* como critério de seleção de pares para negociação, por meio de uma estratégia de reversão à média, apresentou cenários com resultados positivos quanto à obtenção de retorno financeiro líquido, condicionado tanto a uma parametrização da estratégia de negociação, que permitiu que os ganhos obtidos pelos acertos fossem de magnitude suficiente para cobrir as perdas e custos de negociação, quanto à capacidade de o investidor reduzir os custos de corretagem. Portanto, os resultados encontrados neste trabalho sugerem a utilização do *expoente de Hurst* como uma alternativa a ser considerada na seleção de pares de ativos para estratégias de *pairs trading* intradiário no mercado de ações brasileiro.

Cabe ressaltar que a utilização, na definição da equação (3.2) para o spread, da diferença entre os preços e não entre os log-preços pode ter causado a redução do universo de pares selecionados pelo *expoente de Hurst*. O uso dos log-preços traz os preços originais para uma escala similar de variação e quando um dos preços do par for muito superior ao outro, o spread definido pelos preços acaba tornando-se praticamente o preço do ativo mais caro e provavelmente menos propenso a apresentar *antipersistência*.

# Referências

- ALDRIDGE, I. *High-Frequency Trading: A Practical Guide to Algorithmic Strategies and Trading Systems*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2009.
- ANIS, A. A.; LLOYD, E. H. The expected value of the adjusted rescaled hurst range of independent normal. *Biometrika*, v. 63, p. 111–116, 1976.
- BACHELIER, L. Théorie de la spéculation. *Annales scientifiques de l'É.N.S. 3<sup>e</sup> série*, v. 322, n. 17, 1900.
- BARABÁSI, A. L.; VICSEK, T. Multifractality of self-affine fractals. *Physical Review A*, v. 44, p. 2730–2733, 1991.
- BLACK, F.; SCHOLES, M. The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of financial economics*, v. 3, n. 1, p. 637–654, 1973.
- BLÁZQUEZ, M. C.; CRUZ, C. D. L. O. D. L.; ROMÁN, C. P. Pairs trading techniques: An empirical contrast. *European Research on Management and Business Economics*, v. 24, p. 160–167, 2018.
- BROWN, R. A brief account of microscopical observations made in the months of june, july and august, 1827, on the particles contained in the pollen of plants; and on the general existence of active molecules in organic and inorganic bodies. *The Philosophical Magazine*, v. 4, p. 161–173, 1828.
- CAJUEIRO, D. O.; TABAK, B. M. The rescaled variance statistic and the determination of the hurst exponent. *Mathematics and Computers in Simulation*, v. 70, p. 172—179, 2005.
- CEBALLOS, R. F.; LARGO, F. F. On the estimation of the hurst exponent using adjusted rescaled range analysis, detrended fluctuation analysis and variance time plot: A case of exponential distribution. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research*, v. 3, p. 424–434, 2017.
- DO, B.; FAFF, R. Are pairs trading profits robust to trading costs? *Journal of Financial Research*, v. 35, 2011.
- DO, B.; FAFF, R.; HAMZA, K. A new approach to modeling and estimation for pairs trading. 2006.
- EINSTEIN, A. Investigations on the theory of the brownian movement. 1905.
- ELLIOTT, R. J.; HOEK, J. V. D.; MALCOLM, W. P. Pairs trading. *Quantitative Finance*, v. 5, p. 271–276, 2005.
- ENGLE, R. F.; GRANGER, C. W. J. Co-integration and error correction: Representation, estimation, and testing. *Econometrica*, v. 55, p. 251–276, 1987.
- FAMA, E. F. Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *The Journal of Finance*, v. 25, n. 2, p. 383–417, 1969.

- FELLER, W. The asymptotic distribution of the range of sums of independent random variables. *Ann. Math. Stat.*, v. 22, p. 27–432, 1951.
- GATEV, E.; GOETZMANN, W. N.; ROUWENHORST, K. G. Pairs trading: Performance of a relative-value arbitrage rule. *NBER Working Papers 7032*, National Bureau of Economic Research Inc., 1999.
- GENÇAY, R. et al. *An Introduction to High-Frequency Finance*. [S.l.]: Academic Press, 2001.
- GREENE, M. T.; FIELITZ, B. D. Long-term dependence in common stocks returns. *Journal of Financial Economics*, v. 4, p. 339–349, 1977.
- HURST, H. E. Long term storage capacity of reservoirs. *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, v. 116, p. 770–799, 1951.
- LO, A. W. Long-term memory in stocks market. *Econometrica*, v. 59, p. 1279–1313, 1991.
- MANDELBROT, B. B. Statistical methodology for non-periodic cycles: From the covariance to r/s analysis. *Annals of Economic and Social Measurement*, v. 1, p. 252–290, 1972.
- MANDELBROT, B. B.; FISHER, A.; CAVET, L. A multifractal model of asset returns. 1997.
- MANDELBROT, B. B.; WALLIS, J. R. Noah, joseph, and operational hydrology. *WATER RESOURCES RESEARCH*, v. 4, p. 909–918, 1968.
- MANDELBROT, B. B.; WALLIS, J. R. Computer experiments with fractional gaussian noises. averages and variance - part 1. *WATER RESOURCES RESEARCH*, v. 5, p. 228–241, 1969.
- MANDELBROT, B. B.; WALLIS, J. R. Computer experiments with fractional gaussian noises. averages and variance - part 2. *WATER RESOURCES RESEARCH*, v. 5, p. 242–259, 1969.
- MANDELBROT, B. B.; WALLIS, J. R. Computer experiments with fractional gaussian noises. averages and variance - part 3. *WATER RESOURCES RESEARCH*, v. 5, p. 260–267, 1969.
- MANDELBROT, B. B.; WALLIS, J. R. Robustness of the rescaled range r/s in the measurement of noncyclic long run statistical dependence. *WATER RESOURCES RESEARCH*, v. 5, p. 967–988, 1969.
- MERTON, R. C. Theory of rational option pricing. *The Bell Journal of Economics and Management Science*, v. 3, n. 1, p. 141–183, 1973.
- NEWKEY, W. K.; WEST, K. D. A simple, positive semi-definite, heteroskedasticity autocorrelation consistent covariance matrix. *Econometrica*, v. 55, p. 703–708, 1987.
- PENG, C. et al. Long-range anticorrelations and non-gaussian behavior of the heartbeat. *Physical Review Letters*, v. 70, p. 1343–1346, 1993.
- PETERS, E. E. *Fractal Market Analysis*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 1994.

- REQUENA, J. P. R.; SÁNCHEZ-GRANERO, M. A.; SEGOVIA, J. E. T. Introducing hurst exponent in pairs trading. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, v. 448, p. 39–45, 2017.
- ROSS, S. A. The arbitrage theory of capital asset pricing. *Journal of Economic Theory*, v. 13, p. 341–360, 1976.
- VIDYAMURTHY, G. *Pairs Trading: Quantitative Methods Analysis*. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2004.
- WANG, J.; ROSTOKER, C.; WAGNER, A. A high performance pair trading application. *Journal of financial economics*, p. 167–179, 2009.
- WERON, R. Estimating long range dependence: finite sample properties and confidence intervals. 2001.
- WIENER, N. Differential space. *Journal of Mathematical Physics*, v. 2, n. 1, p. 131–174, 1923.

## Apêndices

# APÊNDICE A – Tabelas

## A.1 Expoente de Hurst

Estimação do *expoente de Hurst* pela *Análise R/S Clássica*.

Tabela 6 – Trinta pares com os menores *expoentes de Hurst*, estimados, por meio da *Análise R/S Clássica*, para o período de formação de 03/abr/2019 a 03/mai/2019, correspondente ao período de negociação de 05/mai/2019 a 17/mai/2019.

Posição	Ativo A	Ativo B	Sub-setor - Ativo A	Sub-setor - Ativo B	Expoente de Hurst
1	IGTA3	MULT3	Exploração de Imóveis	Exploração de Imóveis	0,421317
2	EQTL3	RADL3	Energia Elétrica	Comércio e Distribuição	0,424684
3	ELET6	GOLL4	Energia Elétrica	Transporte	0,426451
4	BBDC3	CYRE3	Intermediários Financeiros	Construção Civil	0,426591
5	BBDC3	ITUB4	Intermediários Financeiros	Intermediários Financeiros	0,432387
6	IGTA3	LREN3	Exploração de Imóveis	Comércio	0,434342
7	GOAU4	ITSA4	Siderurgia e Metalurgia	Intermediários Financeiros	0,434709
8	BBDC3	TIMP3	Intermediários Financeiros	Telecomunicações	0,435365
9	GGBR4	GOAU4	Siderurgia e Metalurgia	Siderurgia e Metalurgia	0,437256
10	BRML3	MULT3	Exploração de Imóveis	Exploração de Imóveis	0,437604
11	ABEV3	BBDC3	Bebidas	Intermediários Financeiros	0,439051
12	BBDC3	HYPE3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,441989
13	ELET6	IGTA3	Energia Elétrica	Exploração de Imóveis	0,442374
14	CYRE3	MRFG3	Construção Civil	Alimentos Processados	0,443406
15	ITUB4	RADL3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,444463
16	BBDC3	ITSA4	Intermediários Financeiros	Intermediários Financeiros	0,447850
17	BBDC3	RADL3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,448685
18	ABEV3	HYPE3	Bebidas	Comércio e Distribuição	0,449222
19	AZUL4	GOLL4	Transporte	Transporte	0,449375
20	B3SA3	RADL3	Serviços Financeiros Diversos	Comércio e Distribuição	0,450160
21	GGBR4	HYPE3	Siderurgia e Metalurgia	Comércio e Distribuição	0,452930
22	LREN3	RADL3	Comércio	Comércio e Distribuição	0,454217
23	HYPE3	ITSA4	Comércio e Distribuição	Intermediários Financeiros	0,454603
24	BBAS3	RADL3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,455844
25	ELET3	ELET6	Energia Elétrica	Energia Elétrica	0,456672
26	CCRO3	ECOR3	Transporte	Transporte	0,456727
27	HYPE3	MULT3	Comércio e Distribuição	Exploração de Imóveis	0,457348
28	ITSA4	USIM5	Intermediários Financeiros	Siderurgia e Metalurgia	0,458061
29	GOLL4	IGTA3	Transporte	Exploração de Imóveis	0,459120
30	CYRE3	ITUB4	Construção Civil	Intermediários Financeiros	0,459163

Tabela 7 – Trinta pares com os menores *expoentes de Hurst*, estimados, por meio da *Análise R/S Clássica*, para o período de formação de 17/abr/2019 a 17/mai/2019, correspondente ao período de negociação de 20/mai/2019 a 31/mai/2019.

Posição	Ativo A	Ativo B	Sub-setor - Ativo A	Sub-setor - Ativo B	Expoente de Hurst
1	GGBR4	GOAU4	Siderurgia e Metalurgia	Siderurgia e Metalurgia	0,404613
2	ELET3	ELET6	Energia Elétrica	Energia Elétrica	0,425171
3	ITUB4	RADL3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,425223
4	ITUB4	VIVT4	Intermediários Financeiros	Telecomunicações	0,434087
5	ELET6	EQTL3	Energia Elétrica	Energia Elétrica	0,434661
6	BBAS3	RADL3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,436319
7	BBDC3	RADL3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,440519
8	CCRO3	CMIG4	Transporte	Energia Elétrica	0,442301
9	PETR4	PETR4	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,442896
10	GOAU4	USIM5	Siderurgia e Metalurgia	Siderurgia e Metalurgia	0,444212
11	CCRO3	ECOR3	Transporte	Transporte	0,446486
12	LREN3	RADL3	Comércio	Comércio e Distribuição	0,449796
13	ITSA4	ITUB4	Intermediários Financeiros	Intermediários Financeiros	0,450372
14	CCRO3	GGBR4	Transporte	Siderurgia e Metalurgia	0,451738
15	RADL3	VIVT4	Comércio e Distribuição	Telecomunicações	0,451942
16	MULT3	PETR4	Exploração de Imóveis	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,452161
17	B3SA3	RADL3	Serviços Financeiros Diversos	Comércio e Distribuição	0,452424
18	ELET3	EQTL3	Energia Elétrica	Energia Elétrica	0,456062
19	IGTA3	MULT3	Exploração de Imóveis	Exploração de Imóveis	0,456252
20	CCRO3	GOAU4	Transporte	Siderurgia e Metalurgia	0,456582
21	BBDC3	ITUB4	Intermediários Financeiros	Intermediários Financeiros	0,457182
22	CCRO3	ITUB4	Transporte	Intermediários Financeiros	0,458418
23	TAEE11	TIMP3	Energia Elétrica	Telecomunicações	0,458501
24	AZUL4	BBAS3	Transporte	Intermediários Financeiros	0,459176
25	EGIE3	RADL3	Energia Elétrica	Comércio e Distribuição	0,459650
26	ELET6	RADL3	Energia Elétrica	Comércio e Distribuição	0,460861
27	ITUB4	WEGE3	Intermediários Financeiros	Máquinas e Equipamentos	0,461495
28	PETR4	VIVT4	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Telecomunicações	0,462167
29	FLRY3	MULT3	Análises e Diagnósticos	Exploração de Imóveis	0,462933
30	CSAN3	EQTL3	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Energia Elétrica	0,463618



Tabela 8 – Trinta pares com os menores *expoentes de Hurst*, estimados, por meio da *Análise R/S Clássica*, para o período de formação de 17/abr/2019 a 17/mai/2019, correspondente ao período de negociação de 20/mai/2019 a 31/mai/2019.

Posição	Ativo A	Ativo B	Sub-setor - Ativo A	Sub-setor - Ativo B	Expoente de Hurst
1	ELET3	ELET6	Energia Elétrica	Energia Elétrica	0,397500
2	IGTA3	RADL3	Exploração de Imóveis	Comércio e Distribuição	0,416554
3	BRML3	USIM5	Exploração de Imóveis	Siderurgia e Metalurgia	0,419901
4	CCRO3	RAIL3	Transporte	Transporte	0,429211
5	BRML3	LAME4	Exploração de Imóveis	Comércio	0,429255
6	B3SA3	RADL3	Serviços Financeiros Diversos	Comércio e Distribuição	0,431230
7	ENBR3	FLRY3	Energia Elétrica	Análises e Diagnósticos	0,434676
8	LREN3	RADL3	Comércio	Comércio e Distribuição	0,435364
9	LAME4	RAIL3	Comércio	Transporte	0,435416
10	RADL3	VIVT4	Comércio e Distribuição	Telecomunicações	0,439211
11	PETR3	PETR4	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,439396
12	ECOR3	GOAU4	Transporte	Siderurgia e Metalurgia	0,440084
13	ITSA4	WEGE3	Intermediários Financeiros	Máquinas e Equipamentos	0,440094
14	BBAS3	RADL3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,440155
15	B3SA3	PETR3	Serviços Financeiros Diversos	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,440558
16	BBDC3	RADL3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,440771
17	B3SA3	VIVT4	Serviços Financeiros Diversos	Telecomunicações	0,441711
18	BRML3	ECOR3	Exploração de Imóveis	Transporte	0,446782
19	ITSA4	RAIL3	Intermediários Financeiros	Transporte	0,447693
20	CCRO3	ECOR3	Transporte	Transporte	0,449628
21	CYRE3	TAE11	Construção Civil	Energia Elétrica	0,452176
22	AZUL4	BBAS3	Transporte	Intermediários Financeiros	0,452989
23	MRVE3	TAE11	Construção Civil	Energia Elétrica	0,454447
24	B3SA3	IGTA3	Serviços Financeiros Diversos	Exploração de Imóveis	0,454469
25	ECOR3	TIMP3	Transporte	Telecomunicações	0,454729
26	ECOR3	RAIL3	Transporte	Transporte	0,454789
27	ITSA4	LAME4	Intermediários Financeiros	Comércio	0,455186
28	GGBR4	GOAU4	Siderurgia e Metalurgia	Siderurgia e Metalurgia	0,455274
29	ITUB4	VIVT4	Intermediários Financeiros	Telecomunicações	0,455625
30	ELET6	UGPA3	Energia Elétrica	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,455635

## Estimação do expoente de Hurst *Análise R/S modificada por Lo.*

Tabela 9 – Trinta pares com os menores *expoentes de Hurst*, estimados, por meio da *Análise R/S modificada por Lo*, para o período de formação de 03/abr/2019 a 03/mai/2019, correspondente ao período de negociação de 05/mai/2019 a 17/mai/2019.

Posição	Ativo A	Ativo B	Sub-setor - Ativo A	Sub-setor - Ativo B	Expoente de Hurst
1	ELET3	IGTA3	Energia Elétrica	Exploração de Imóveis	0,406104
2	HYPE3	WEGE3	Comércio e Distribuição	Máquinas e Equipamentos	0,423957
3	EQTL3	RADL3	Energia Elétrica	Comércio e Distribuição	0,424273
4	ELET6	GOLL4	Energia Elétrica	Transporte	0,424764
5	BBDC3	CYRE3	Intermediários Financeiros	Construção Civil	0,425232
6	ITSA4	QUAL3	Intermediários Financeiros	Análises e Diagnósticos	0,426625
7	ELET3	UGPA3	Energia Elétrica	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,427353
8	BBDC3	TIMP3	Intermediários Financeiros	Telecomunicações	0,428775
9	RADL3	VIVT4	Comércio e Distribuição	Telecomunicações	0,432196
10	CYRE3	MRFG3	Construção Civil	Alimentos Processados	0,432443
11	BBDC3	QUAL3	Intermediários Financeiros	Análises e Diagnósticos	0,432462
12	HYPE3	LAME4	Comércio e Distribuição	Comércio	0,434445
13	ABEV3	BBDC3	Bebidas	Intermediários Financeiros	0,435644
14	ITUB4	RADL3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,436807
15	IGTA3	LREN3	Exploração de Imóveis	Comércio	0,436968
16	MRFG3	QUAL3	Alimentos Processados	Análises e Diagnósticos	0,437454
17	ELET6	IGTA3	Energia Elétrica	Exploração de Imóveis	0,437554
18	BBDC3	ITUB4	Intermediários Financeiros	Intermediários Financeiros	0,438802
19	IGTA3	UGPA3	Exploração de Imóveis	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,439103
20	ELET6	UGPA3	Energia Elétrica	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,441614
21	ENBR3	SUZB3	Energia Elétrica	Madeira e Papel	0,441699
22	IGTA3	MULT3	Exploração de Imóveis	Exploração de Imóveis	0,442444
23	BBDC3	ITSA4	Intermediários Financeiros	Intermediários Financeiros	0,442512
24	BBDC3	HYPE3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,442797
25	B3SA3	RADL3	Serviços Financeiros Diversos	Comércio e Distribuição	0,443642
26	CMIG4	ITSA4	Energia Elétrica	Intermediários Financeiros	0,443899
27	ELET3	LREN3	Energia Elétrica	Comércio	0,444388
28	BBDC3	RADL3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,444457
29	EGIE3	IGTA3	Energia Elétrica	Exploração de Imóveis	0,444618
30	BBDC3	CIEL3	Intermediários Financeiros	Serviços Financeiros Diversos	0,445123

Tabela 10 – Trinta pares com os menores *expoentes de Hurst*, estimados, por meio da *Análise R/S modificada por Lo*, para o período de formação de 17/abr/2019 a 17/mai/2019, correspondente ao período de negociação de 20/mai/2019 a 31/mai/2019.

Posição	Ativo A	Ativo B	Sub-setor - Ativo A	Sub-setor - Ativo B	Expoente de Hurst
1	ITUB4	RADL3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,413163
2	GGBR4	GOAU4	Siderurgia e Metalurgia	Siderurgia e Metalurgia	0,419804
3	ITUB4	VIVT4	Intermediários Financeiros	Telecomunicações	0,426889
4	BBDC3	RADL3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,428685
5	BBAS3	RADL3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,429112
6	BBDC3	VIVT4	Intermediários Financeiros	Telecomunicações	0,429420
7	ELET6	VIVT4	Energia Elétrica	Telecomunicações	0,433909
8	KROT3	VIVT4	Diversos	Telecomunicações	0,434202
9	TAE11	VIVT4	Energia Elétrica	Telecomunicações	0,435684
10	MRVE3	TAE11	Construção Civil	Energia Elétrica	0,436017
11	ELET6	EQTL3	Energia Elétrica	Energia Elétrica	0,436209
12	CSAN3	ELET3	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Energia Elétrica	0,437327
13	LREN3	RADL3	Comércio	Comércio e Distribuição	0,439486
14	CCRO3	CMIG4	Transporte	Energia Elétrica	0,440541
15	RADL3	VIVT4	Comércio e Distribuição	Telecomunicações	0,441528
16	CMIG4	ITUB4	Energia Elétrica	Intermediários Financeiros	0,442114
17	ENBR3	VIVT4	Energia Elétrica	Telecomunicações	0,443766
18	B3SA3	RADL3	Serviços Financeiros Diversos	Comércio e Distribuição	0,443776
19	AZUL4	CSAN3	Transporte	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,443934
20	ITUB4	KROT3	Intermediários Financeiros	Diversos	0,443985
21	MULT3	PETR4	Exploração de Imóveis	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,444175
22	LAME4	RADL3	Comércio	Comércio e Distribuição	0,444209
23	TIMP3	VIVT4	Telecomunicações	Telecomunicações	0,444414
24	ELET6	LREN3	Energia Elétrica	Comércio	0,444844
25	ELET6	RADL3	Energia Elétrica	Comércio e Distribuição	0,445455
26	ITSA4	ITUB4	Intermediários Financeiros	Intermediários Financeiros	0,446578
27	TAE11	TIMP3	Energia Elétrica	Telecomunicações	0,446654
28	GGBR4	VIVT4	Siderurgia e Metalurgia	Telecomunicações	0,447086
29	CSAN3	GOLL4	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Transporte	0,447342
30	RADL3	WEGE3	Comércio e Distribuição	Máquinas e Equipamentos	0,448166

Tabela 11 – Trinta pares com os menores *expoentes de Hurst*, estimados, por meio da *Análise R/S modificada por Lo*, para o período de formação de 17/abr/2019 a 17/mai/2019, correspondente ao período de negociação de 20/mai/2019 a 31/mai/2019.

Posição	Ativo A	Ativo B	Sub-setor - Ativo A	Sub-setor - Ativo B	Expoente de Hurst
1	IGTA3	RADL3	Exploração de Imóveis	Comércio e Distribuição	0,411114
2	FLRY3	GGBR4	Análises e Diagnósticos	Siderurgia e Metalurgia	0,418088
3	CSAN3	PETR4	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,418142
4	ELET3	ELET6	Energia Elétrica	Energia Elétrica	0,421446
5	CSAN3	UGPA3	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,426452
6	BRML3	USIM5	Exploração de Imóveis	Siderurgia e Metalurgia	0,426470
7	ITSA4	WEGE3	Intermediários Financeiros	Máquinas e Equipamentos	0,427033
8	B3SA3	RADL3	Serviços Financeiros Diversos	Comércio e Distribuição	0,427828
9	CSAN3	RENT3	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Diversos	0,429334
10	HYPE3	RADL3	Comércio e Distribuição	Comércio e Distribuição	0,430037
11	CSAN3	ITUB4	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Intermediários Financeiros	0,431921
12	CCRO3	RAIL3	Transporte	Transporte	0,432308
13	PETR3	RENT3	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Diversos	0,432744
14	CMIG4	ECOR3	Energia Elétrica	Transporte	0,432946
15	GOAU4	RAIL3	Siderurgia e Metalurgia	Transporte	0,433571
16	RADL3	VIVT4	Comércio e Distribuição	Telecomunicações	0,434117
17	B3SA3	VIVT4	Serviços Financeiros Diversos	Telecomunicações	0,435157
18	LAME4	RAIL3	Comércio	Transporte	0,435784
19	ELET6	GGBR4	Energia Elétrica	Siderurgia e Metalurgia	0,436085
20	BBAS3	RADL3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,436339
21	BBDC3	RADL3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,436601
22	LREN3	RADL3	Comércio	Comércio e Distribuição	0,436605
23	CSAN3	PETR3	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,437258
24	ENBR3	FLRY3	Energia Elétrica	Análises e Diagnósticos	0,438134
25	RAIL3	TIMP3	Transporte	Telecomunicações	0,438155
26	BBDC3	VIVT4	Intermediários Financeiros	Telecomunicações	0,439383
27	B3SA3	PETR3	Serviços Financeiros Diversos	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,439604
28	CSAN3	GGBR4	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Siderurgia e Metalurgia	0,439808
29	CIEL3	TAEE11	Serviços Financeiros Diversos	Energia Elétrica	0,440086
30	CCRO3	GOAU4	Transporte	Siderurgia e Metalurgia	0,440496

### Estimação do *expoente de Hurst* pela *Detrended Fluctuation Analysis*.

Tabela 12 – Trinta pares com os menores *expoentes de Hurst*, estimados, por meio da *Detrended Fluctuation Analysis*, para o *período de formação* de 03/abr/2019 a 03/mai/2019, correspondente ao *período de negociação* de 05/mai/2019 a 17/mai/2019.

Posição	Ativo A	Ativo B	Sub-setor - Ativo A	Sub-setor - Ativo B	Expoente de Hurst
1	QUAL3	RAIL3	Análises e Diagnósticos	Transporte	0,354428
2	CIEL3	MRFG3	Serviços Financeiros Diversos	Alimentos Processados	0,358679
3	EQTL3	RADL3	Energia Elétrica	Comércio e Distribuição	0,372902
4	IGTA3	UGPA3	Exploração de Imóveis	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,375897
5	BBDC3	TIMP3	Intermediários Financeiros	Telecomunicações	0,378147
6	ABEV3	QUAL3	Bebidas	Análises e Diagnósticos	0,379209
7	GOAU4	ITSA4	Siderurgia e Metalurgia	Intermediários Financeiros	0,385094
8	HYPE3	LAME4	Comércio e Distribuição	Comércio	0,386113
9	ELET6	GOLL4	Energia Elétrica	Transporte	0,390520
10	BBDC3	ITUB4	Intermediários Financeiros	Intermediários Financeiros	0,391354
11	BBDC3	CYRE3	Intermediários Financeiros	Construção Civil	0,392288
12	GGBR4	GOAU4	Siderurgia e Metalurgia	Siderurgia e Metalurgia	0,392503
13	BBDC3	QUAL3	Intermediários Financeiros	Análises e Diagnósticos	0,392883
14	ABEV3	BBDC3	Bebidas	Intermediários Financeiros	0,394057
15	BRML3	MULT3	Exploração de Imóveis	Exploração de Imóveis	0,397299
16	CYRE3	RAIL3	Construção Civil	Transporte	0,397614
17	BBDC3	HYPE3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,403927
18	EGIE3	LREN3	Energia Elétrica	Comércio	0,404633
19	BRML3	GGBR4	Exploração de Imóveis	Siderurgia e Metalurgia	0,405468
20	GGBR4	ITSA4	Siderurgia e Metalurgia	Intermediários Financeiros	0,405487
21	BBDC3	ITSA4	Intermediários Financeiros	Intermediários Financeiros	0,407519
22	CYRE3	ITUB4	Construção Civil	Intermediários Financeiros	0,407793
23	IGTA3	MULT3	Exploração de Imóveis	Exploração de Imóveis	0,408032
24	ELET3	UGPA3	Energia Elétrica	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,409203
25	ITUB4	TAEE11	Intermediários Financeiros	Energia Elétrica	0,409994
26	CYRE3	MRFG3	Construção Civil	Alimentos Processados	0,411725
27	EGIE3	RADL3	Energia Elétrica	Comércio e Distribuição	0,411801
28	RADL3	VIVT4	Comércio e Distribuição	Telecomunicações	0,411989
29	ELET3	IGTA3	Energia Elétrica	Exploração de Imóveis	0,412371
30	BBDC3	EMBR3	Intermediários Financeiros	Material de Transporte	0,412781

Tabela 13 – Trinta pares com os menores *expoentes de Hurst*, estimados, por meio da *Detrended Fluctuation Analysis*, para o período de formação de 17/abr/2019 a 17/mai/2019, correspondente ao período de negociação de 20/mai/2019 a 31/mai/2019.

Posição	Ativo A	Ativo B	Sub-setor - Ativo A	Sub-setor - Ativo B	Expoente de Hurst
1	CCRO3	CMIG4	Transporte	Energia Elétrica	0,313259
2	GGBR4	GOAU4	Siderurgia e Metalurgia	Siderurgia e Metalurgia	0,366286
3	CCRO3	GGBR4	Transporte	Siderurgia e Metalurgia	0,370249
4	ELET6	RADL3	Energia Elétrica	Comércio e Distribuição	0,389850
5	IGTA3	MULT3	Exploração de Imóveis	Exploração de Imóveis	0,390323
6	MULT3	PETR4	Exploração de Imóveis	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,390632
7	MRVE3	TAE11	Construção Civil	Energia Elétrica	0,394047
8	JBSS3	TAE11	Alimentos Processados	Energia Elétrica	0,395009
9	BBDC3	RADL3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,395078
10	ELET3	ELET6	Energia Elétrica	Energia Elétrica	0,395629
11	IGTA3	SMLS3	Exploração de Imóveis	Diversos	0,396866
12	ELET6	SANB11	Energia Elétrica	Intermediários Financeiros	0,398192
13	CCRO3	LAME4	Transporte	Comércio	0,398574
14	BBAS3	RADL3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,398598
15	ELET6	EQTL3	Energia Elétrica	Energia Elétrica	0,398920
16	EMBR3	LAME4	Material de Transporte	Comércio	0,399086
17	GOAU4	USIM5	Siderurgia e Metalurgia	Siderurgia e Metalurgia	0,399664
18	ELET3	EQTL3	Energia Elétrica	Energia Elétrica	0,399818
19	ITUB4	WEGE3	Intermediários Financeiros	Máquinas e Equipamentos	0,400926
20	LREN3	SANB11	Comércio	Intermediários Financeiros	0,401136
21	TAE11	VIVT4	Energia Elétrica	Telecomunicações	0,401729
22	CCRO3	USIM5	Transporte	Siderurgia e Metalurgia	0,402602
23	ELET3	RADL3	Energia Elétrica	Comércio e Distribuição	0,402800
24	TIMP3	VIVT4	Telecomunicações	Telecomunicações	0,402804
25	RADL3	SANB11	Comércio e Distribuição	Intermediários Financeiros	0,402853
26	ELET6	IGTA3	Energia Elétrica	Exploração de Imóveis	0,403229
27	ITUB4	RADL3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,403349
28	AZUL4	CSAN3	Transporte	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,403604
29	BBAS3	EQTL3	Intermediários Financeiros	Energia Elétrica	0,403722
30	LAME4	VIVT4	Comércio	Telecomunicações	0,404035

Tabela 14 – Trinta pares com os menores *expoentes de Hurst*, estimados, por meio da *Detrended Fluctuation Analysis*, para o período de formação de 17/abr/2019 a 17/mai/2019, correspondente ao período de negociação de 20/mai/2019 a 31/mai/2019.

Posição	Ativo A	Ativo B	Sub-setor - Ativo A	Sub-setor - Ativo B	Expoente de Hurst
1	ENBR3	FLRY3	Energia Elétrica	Análises e Diagnósticos	0,318203
2	ENBR3	UGPA3	Energia Elétrica	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,341398
3	CCRO3	CMIG4	Transporte	Energia Elétrica	0,349204
4	FLRY3	RAIL3	Análises e Diagnósticos	Transporte	0,355955
5	BRML3	USIM5	Exploração de Imóveis	Siderurgia e Metalurgia	0,368659
6	BRML3	ECOR3	Exploração de Imóveis	Transporte	0,371925
7	ELET3	ELET6	Energia Elétrica	Energia Elétrica	0,374213
8	CCRO3	GGBR4	Transporte	Siderurgia e Metalurgia	0,375424
9	IGTA3	RADL3	Exploração de Imóveis	Comércio e Distribuição	0,384303
10	FLRY3	GGBR4	Análises e Diagnósticos	Siderurgia e Metalurgia	0,384333
11	RAIL3	UGPA3	Transporte	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,386118
12	BRML3	LAME4	Exploração de Imóveis	Comércio	0,388800
13	CMIG4	ECOR3	Energia Elétrica	Transporte	0,389507
14	LREN3	RADL3	Comércio	Comércio e Distribuição	0,394574
15	CMIG4	ENBR3	Energia Elétrica	Energia Elétrica	0,395515
16	ITSA4	LAME4	Intermediários Financeiros	Comércio	0,396371
17	MRVE3	TAEE11	Construção Civil	Energia Elétrica	0,397231
18	B3SA3	RENT3	Serviços Financeiros Diversos	Diversos	0,397819
19	ABEV3	FLRY3	Bebidas	Análises e Diagnósticos	0,398518
20	GOAU4	RAIL3	Siderurgia e Metalurgia	Transporte	0,398622
21	CYRE3	TAEE11	Construção Civil	Energia Elétrica	0,399870
22	CSAN3	PETR4	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,400430
23	CMIG4	GOAU4	Energia Elétrica	Siderurgia e Metalurgia	0,402444
24	B3SA3	RADL3	Serviços Financeiros Diversos	Comércio e Distribuição	0,404070
25	B3SA3	BBDC3	Serviços Financeiros Diversos	Intermediários Financeiros	0,404278
26	B3SA3	LREN3	Serviços Financeiros Diversos	Comércio	0,405336
27	LAME4	WEGE3	Comércio	Máquinas e Equipamentos	0,405987
28	CCRO3	LAME4	Transporte	Comércio	0,406055
29	PETR3	PETR4	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,406152
30	CCRO3	ECOR3	Transporte	Transporte	0,407028

## Estimação do expoente de Hurst pela Análise R/S modificada por Ceballos e Largo.

Tabela 15 – Trinta pares com os menores *expoentes de Hurst*, estimados, por meio da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*, para o período de formação de 03/abr/2019 a 03/mai/2019, correspondente ao período de negociação de 05/mai/2019 a 17/mai/2019.

Posição	Ativo A	Ativo B	Sub-setor - Ativo A	Sub-setor - Ativo B	Expoente de Hurst
1	ELET3	IGTA3	Energia Elétrica	Exploração de Imóveis	0,380005
2	IGTA3	MULT3	Exploração de Imóveis	Exploração de Imóveis	0,383304
3	EQTL3	RADL3	Energia Elétrica	Comércio e Distribuição	0,389091
4	HYPE3	WEGE3	Comércio e Distribuição	Máquinas e Equipamentos	0,389448
5	ELET6	GOLL4	Energia Elétrica	Transporte	0,390616
6	BBDC3	CYRE3	Intermediários Financeiros	Construção Civil	0,392059
7	GOAU4	ITSA4	Siderurgia e Metalurgia	Intermediários Financeiros	0,392329
8	BBDC3	ITUB4	Intermediários Financeiros	Intermediários Financeiros	0,393834
9	HYPE3	LAME4	Comércio e Distribuição	Comércio	0,394591
10	GGBR4	GOAU4	Siderurgia e Metalurgia	Siderurgia e Metalurgia	0,395166
11	ITSA4	QUAL3	Intermediários Financeiros	Análises e Diagnósticos	0,397670
12	IGTA3	LREN3	Exploração de Imóveis	Comércio	0,398278
13	BRML3	MULT3	Exploração de Imóveis	Exploração de Imóveis	0,399438
14	RADL3	VIVT4	Comércio e Distribuição	Telecomunicações	0,400542
15	BBDC3	TIMP3	Intermediários Financeiros	Telecomunicações	0,400604
16	LREN3	UGPA3	Comércio	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,402623
17	ABEV3	BBDC3	Bebidas	Intermediários Financeiros	0,404276
18	HYPE3	QUAL3	Comércio e Distribuição	Análises e Diagnósticos	0,404833
19	IGTA3	UGPA3	Exploração de Imóveis	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,405071
20	BBDC3	QUAL3	Intermediários Financeiros	Análises e Diagnósticos	0,405318
21	ELET6	IGTA3	Energia Elétrica	Exploração de Imóveis	0,406727
22	CYRE3	MRFG3	Construção Civil	Alimentos Processados	0,406944
23	BBDC3	HYPE3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,407087
24	EQTL3	SANB11	Energia Elétrica	Intermediários Financeiros	0,407521
25	LREN3	MULT3	Comércio	Exploração de Imóveis	0,407834
26	ITUB4	RADL3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,408255
27	MRFG3	QUAL3	Alimentos Processados	Análises e Diagnósticos	0,408266
28	BRDT3	EGIE3	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Energia Elétrica	0,408364
29	HYPE3	UGPA3	Comércio e Distribuição	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,409239
30	EGIE3	IGTA3	Energia Elétrica	Exploração de Imóveis	0,409945



Tabela 16 – Trinta pares com os menores *expoentes de Hurst*, estimados, por meio da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*, para o período de formação de 17/abr/2019 a 17/mai/2019, correspondente ao período de negociação de 20/mai/2019 a 31/mai/2019.

Posição	Ativo A	Ativo B	Sub-setor - Ativo A	Sub-setor - Ativo B	Expoente de Hurst
1	GGBR4	GOAU4	Siderurgia e Metalurgia	Siderurgia e Metalurgia	0,363095
2	ELET3	ELET6	Energia Elétrica	Energia Elétrica	0,383027
3	ITUB4	RADL3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,389911
4	ITUB4	VIVT4	Intermediários Financeiros	Telecomunicações	0,398111
5	PETR3	PETR4	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,398585
6	ELET6	EQTL3	Energia Elétrica	Energia Elétrica	0,399161
7	GOAU4	USIM5	Siderurgia e Metalurgia	Siderurgia e Metalurgia	0,400807
8	BBAS3	RADL3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,401223
9	BBDC3	VIVT4	Intermediários Financeiros	Telecomunicações	0,402663
10	CCRO3	CMIG4	Transporte	Energia Elétrica	0,404671
11	BBDC3	RADL3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,405035
12	CCRO3	ECOR3	Transporte	Transporte	0,405631
13	ELET6	VIVT4	Energia Elétrica	Telecomunicações	0,409868
14	CYRE3	ITUB4	Construção Civil	Intermediários Financeiros	0,410767
15	ITSA4	ITUB4	Intermediários Financeiros	Intermediários Financeiros	0,411686
16	ITUB4	KROT3	Intermediários Financeiros	Diversos	0,412856
17	CCRO3	GGBR4	Transporte	Siderurgia e Metalurgia	0,413415
18	LREN3	RADL3	Comércio	Comércio e Distribuição	0,413977
19	GGBR4	USIM5	Siderurgia e Metalurgia	Siderurgia e Metalurgia	0,414092
20	KROT3	VIVT4	Diversos	Telecomunicações	0,414605
21	TAEE11	VIVT4	Energia Elétrica	Telecomunicações	0,414739
22	ELET6	SANB11	Energia Elétrica	Intermediários Financeiros	0,414809
23	MULT3	PETR4	Exploração de Imóveis	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,415683
24	CYRE3	RADL3	Construção Civil	Comércio e Distribuição	0,416070
25	IGTA3	PETR3	Exploração de Imóveis	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,416346
26	RADL3	VIVT4	Comércio e Distribuição	Telecomunicações	0,416395
27	CCRO3	GOAU4	Transporte	Siderurgia e Metalurgia	0,416485
28	B3SA3	RADL3	Serviços Financeiros Diversos	Comércio e Distribuição	0,416561
29	BBDC3	ENBR3	Intermediários Financeiros	Energia Elétrica	0,416604
30	EQTL3	RADL3	Energia Elétrica	Comércio e Distribuição	0,416757

Tabela 17 – Trinta pares com os menores *expoentes de Hurst*, estimados, por meio da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*, para o período de formação de 17/abr/2019 a 17/mai/2019, correspondente ao período de negociação de 20/mai/2019 a 31/mai/2019.

Posição	Ativo A	Ativo B	Sub-setor - Ativo A	Sub-setor - Ativo B	Expoente de Hurst
1	ELET3	ELET6	Energia Elétrica	Energia Elétrica	0,356279
2	BRML3	USIM5	Exploração de Imóveis	Siderurgia e Metalurgia	0,381302
3	IGTA3	RADL3	Exploração de Imóveis	Comércio e Distribuição	0,382630
4	FLRY3	GGBR4	Análises e Diagnósticos	Siderurgia e Metalurgia	0,389983
5	BRML3	LAME4	Exploração de Imóveis	Comércio	0,390939
6	B3SA3	LREN3	Serviços Financeiros Diversos	Comércio	0,392399
7	CCRO3	CMIG4	Transporte	Energia Elétrica	0,393092
8	CCRO3	RAIL3	Transporte	Transporte	0,393209
9	PETR3	PETR4	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,395206
10	B3SA3	RADL3	Serviços Financeiros Diversos	Comércio e Distribuição	0,396838
11	ENBR3	FLRY3	Energia Elétrica	Análises e Diagnósticos	0,398476
12	ECOR3	GOAU4	Transporte	Siderurgia e Metalurgia	0,398621
13	LAME4	RAIL3	Comércio	Transporte	0,399009
14	GOAU4	RAIL3	Siderurgia e Metalurgia	Transporte	0,400528
15	LREN3	RADL3	Comércio	Comércio e Distribuição	0,400861
16	ITSA4	WEGE3	Intermediários Financeiros	Máquinas e Equipamentos	0,401345
17	CCRO3	GOAU4	Transporte	Siderurgia e Metalurgia	0,402826
18	HYPE3	RADL3	Comércio e Distribuição	Comércio e Distribuição	0,404331
19	RADL3	VIVT4	Comércio e Distribuição	Telecomunicações	0,404728
20	PETR4	RENT3	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Diversos	0,405101
21	B3SA3	PETR3	Serviços Financeiros Diversos	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,405349
22	BBAS3	RADL3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,405444
23	BBDC3	RADL3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,405985
24	PETR3	RENT3	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Diversos	0,406501
25	RAIL3	TIMP3	Transporte	Telecomunicações	0,406559
26	B3SA3	VIVT4	Serviços Financeiros Diversos	Telecomunicações	0,406682
27	LAME4	WEGE3	Comércio	Máquinas e Equipamentos	0,407116
28	BRML3	RAIL3	Exploração de Imóveis	Transporte	0,407259
29	BRML3	ECOR3	Exploração de Imóveis	Transporte	0,407598
30	CCRO3	ECOR3	Transporte	Transporte	0,409223

## Estimação do *expoente de Hurst* pela *Análise V/S*.

Tabela 18 – Trinta pares com os menores *expoentes de Hurst*, estimados, por meio da *Análise V/S*, para o período de formação de 03/abr/2019 a 03/mai/2019, correspondente ao período de negociação de 05/mai/2019 a 17/mai/2019.

Posição	Ativo A	Ativo B	Sub-setor - Ativo A	Sub-setor - Ativo B	Expoente de Hurst
1	ELET6	GOLL4	Energia Elétrica	Transporte	0,344068
2	BBDC3	ITUB4	Intermediários Financeiros	Intermediários Financeiros	0,362217
3	ELET6	IGTA3	Energia Elétrica	Exploração de Imóveis	0,368560
4	GOAU4	ITSA4	Siderurgia e Metalurgia	Intermediários Financeiros	0,370939
5	GGBR4	GOAU4	Siderurgia e Metalurgia	Siderurgia e Metalurgia	0,373031
6	AZUL4	GOLL4	Transporte	Transporte	0,376392
7	RADL3	VIVT4	Comércio e Distribuição	Telecomunicações	0,376624
8	B3SA3	RADL3	Serviços Financeiros Diversos	Comércio e Distribuição	0,377218
9	BBDC3	ITSA4	Intermediários Financeiros	Intermediários Financeiros	0,377740
10	EGIE3	RADL3	Energia Elétrica	Comércio e Distribuição	0,379129
11	CSAN3	RADL3	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Comércio e Distribuição	0,379762
12	IGTA3	MULT3	Exploração de Imóveis	Exploração de Imóveis	0,381152
13	ELET3	GOLL4	Energia Elétrica	Transporte	0,383266
14	ELET6	LREN3	Energia Elétrica	Comércio	0,384260
15	RADL3	SANB11	Comércio e Distribuição	Intermediários Financeiros	0,384392
16	CYRE3	MRFG3	Construção Civil	Alimentos Processados	0,385028
17	EGIE3	IGTA3	Energia Elétrica	Exploração de Imóveis	0,385547
18	ELET6	UGPA3	Energia Elétrica	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,385875
19	BBDC3	USIM5	Intermediários Financeiros	Siderurgia e Metalurgia	0,386314
20	CSAN3	EQTL3	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Energia Elétrica	0,388029
21	B3SA3	EQTL3	Serviços Financeiros Diversos	Energia Elétrica	0,389048
22	ITUB4	RADL3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,392274
23	B3SA3	BBAS3	Serviços Financeiros Diversos	Intermediários Financeiros	0,393079
24	GOLL4	IGTA3	Transporte	Exploração de Imóveis	0,393461
25	JBSS3	RADL3	Alimentos Processados	Comércio e Distribuição	0,394929
26	HYPE3	MULT3	Comércio e Distribuição	Exploração de Imóveis	0,395621
27	ENBR3	RADL3	Energia Elétrica	Comércio e Distribuição	0,395638
28	BRML3	MULT3	Exploração de Imóveis	Exploração de Imóveis	0,396568
29	EGIE3	MULT3	Energia Elétrica	Exploração de Imóveis	0,397930
30	BBDC3	GOAU4	Intermediários Financeiros	Siderurgia e Metalurgia	0,398538

Tabela 19 – Trinta pares com os menores *expoentes de Hurst*, estimados, por meio da *Análise V/S*, para o período de formação de 17/abr/2019 a 17/mai/2019, correspondente ao período de negociação de 20/mai/2019 a 31/mai/2019.

Posição	Ativo A	Ativo B	Sub-setor - Ativo A	Sub-setor - Ativo B	Expoente de Hurst
1	ELET6	RADL3	Energia Elétrica	Comércio e Distribuição	0,350825
2	RADL3	SANB11	Comércio e Distribuição	Intermediários Financeiros	0,356248
3	CCRO3	CMIG4	Transporte	Energia Elétrica	0,365047
4	BBAS3	RADL3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,365832
5	MULT3	PETR4	Exploração de Imóveis	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	0,366748
6	BBDC3	RADL3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,368975
7	ELET3	RADL3	Energia Elétrica	Comércio e Distribuição	0,373606
8	IGTA3	MULT3	Exploração de Imóveis	Exploração de Imóveis	0,378359
9	B3SA3	RADL3	Serviços Financeiros Diversos	Comércio e Distribuição	0,381781
10	CCRO3	GGBR4	Transporte	Siderurgia e Metalurgia	0,382224
11	MRVE3	TAEE11	Construção Civil	Energia Elétrica	0,384631
12	TAEE11	VIVT4	Energia Elétrica	Telecomunicações	0,384894
13	BBAS3	ELET6	Intermediários Financeiros	Energia Elétrica	0,384994
14	ELET3	EQTL3	Energia Elétrica	Energia Elétrica	0,385957
15	AZUL4	GOLL4	Transporte	Transporte	0,387068
16	CCRO3	ECOR3	Transporte	Transporte	0,390130
17	RADL3	VIVT4	Comércio e Distribuição	Telecomunicações	0,390441
18	ITUB4	VIVT4	Intermediários Financeiros	Telecomunicações	0,391227
19	BBAS3	EQTL3	Intermediários Financeiros	Energia Elétrica	0,391418
20	EMBR3	VIVT4	Material de Transporte	Telecomunicações	0,392230
21	CCRO3	GOAU4	Transporte	Siderurgia e Metalurgia	0,392328
22	ELET3	ELET6	Energia Elétrica	Energia Elétrica	0,392574
23	BRAP4	RADL3	Mineração	Comércio e Distribuição	0,394192
24	PETR3	RADL3	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Comércio e Distribuição	0,394194
25	ELET6	LREN3	Energia Elétrica	Comércio	0,394374
26	CSAN3	RADL3	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Comércio e Distribuição	0,394448
27	CSAN3	ELET3	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Energia Elétrica	0,394565
28	CSAN3	EQTL3	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Energia Elétrica	0,395086
29	AZUL4	ELET3	Transporte	Energia Elétrica	0,395216
30	RAIL3	VIVT4	Transporte	Telecomunicações	0,395774

Tabela 20 – Trinta pares com os menores *expoentes de Hurst*, estimados, por meio da *Análise V/S*, para o *período de formação* de 17/abr/2019 a 17/mai/2019, correspondente ao *período de negociação* de 20/mai/2019 a 31/mai/2019.

Posição	Ativo A	Ativo B	Sub-setor - Ativo A	Sub-setor - Ativo B	Exp. de Hurst
1	ELET3	ELET6	Energia Elétrica	Energia Elétrica	0,351271
2	B3SA3	BBDC3	Serviços Financeiros Diversos	Intermediários Financeiros	0,352348
3	BRML3	LAME4	Exploração de Imóveis	Comércio	0,363175
4	LREN3	RADL3	Comércio	Comércio e Distribuição	0,365517
5	AZUL4	BBAS3	Transporte	Intermediários Financeiros	0,369836
6	AZUL4	GOLL4	Transporte	Transporte	0,369933
7	MRVE3	TAEE11	Construção Civil	Energia Elétrica	0,371403
8	B3SA3	RADL3	Serviços Financeiros Diversos	Comércio e Distribuição	0,372742
9	BRML3	USIM5	Exploração de Imóveis	Siderurgia e Metalurgia	0,372779
10	BBAS3	RADL3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,377674
11	CMIG4	ENBR3	Energia Elétrica	Energia Elétrica	0,377743
12	CYRE3	TAEE11	Construção Civil	Energia Elétrica	0,378610
13	LAME4	WEGE3	Comércio	Máquinas e Equipamentos	0,379375
14	CMIG4	TAEE11	Energia Elétrica	Energia Elétrica	0,381041
15	VIVT4	WEGE3	Telecomunicações	Máquinas e Equipamentos	0,381090
16	ITSA4	LAME4	Intermediários Financeiros	Comércio	0,381293
17	ITUB4	VIVT4	Intermediários Financeiros	Telecomunicações	0,381386
18	BBDC3	RADL3	Intermediários Financeiros	Comércio e Distribuição	0,383580
19	ECOR3	GOAU4	Transporte	Siderurgia e Metalurgia	0,384201
20	LAME4	RAIL3	Comércio	Transporte	0,384253
21	ENBR3	FLRY3	Energia Elétrica	Análises e Diagnósticos	0,384769
22	RAIL3	TIMP3	Transporte	Telecomunicações	0,384939
23	ECOR3	RAIL3	Transporte	Transporte	0,385279
24	ABEV3	FLRY3	Bebidas	Análises e Diagnósticos	0,385574
25	CCRO3	RAIL3	Transporte	Transporte	0,386888
26	IGTA3	MULT3	Exploração de Imóveis	Exploração de Imóveis	0,387625
27	ITSA4	WEGE3	Intermediários Financeiros	Máquinas e Equipamentos	0,388150
28	ELET6	RENT3	Energia Elétrica	Diversos	0,388854
29	TAEE11	VIVT4	Energia Elétrica	Telecomunicações	0,390196
30	B3SA3	IGTA3	Serviços Financeiros Diversos	Exploração de Imóveis	0,391047

## A.2 Posições abertas sobre pares de ativos em simulações de negociação

Consolidação, por metodologia de seleção de pares, do total das posições, abertas sobre pares de ativos selecionados pela metodologia em questão, para os três *períodos de negociação*, compreendidos entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019.

Tabela 21 – Total de posições abertas para os pares selecionados através da *Análise R/S Clássica* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019.

Análise R/S Clássica - 06/mai/2019 a 14/jun/2019							
n	m						
	0,50	0,75	1	2	3	4	5
0,50	1.613	1.610	1.263	434	223	164	155
0,75	1.550	1.205	829	342	137	96	95
1	1.189	829	709	308	93	73	70
2	312	277	268	54	34	31	31
3	86	58	39	19	16	16	16
4	15	4	6	3	3	3	3
5	4	1	1	1	1	1	1
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 22 – Total de posições abertas para os pares selecionados através da *Análise R/S modificada por Lo* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019.

Análise R/S Lo - 06/mai/2019 a 14/jun/2019							
n	m						
	0,50	0,75	1	2	3	4	5
0,50	1.506	1.371	946	430	208	136	136
0,75	1.316	892	739	318	118	83	83
1	883	747	693	254	82	66	66
2	323	265	219	47	31	31	31
3	85	48	29	13	13	13	13
4	1	1	1	1	1	1	1
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 23 – Total de posições abertas para os pares selecionados através da *Detrended Fluctuation Analysis* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019.

DFA - 06/mai/2019 a 14/jun/2019							
n	m						
	0,50	0,75	1	2	3	4	5
0,50	930	957	913	356	113	92	83
0,75	935	891	921	221	109	61	59
1	880	910	748	167	73	52	48
2	303	189	146	52	31	27	27
3	46	62	37	16	12	12	12
4	16	5	7	3	3	3	3
5	6	2	2	2	2	2	2
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 24 – Total de posições abertas para os pares selecionados através da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019.

Análise R/S Ceballos e Largo - 06/mai/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m		4	5
				2	3		
<b>0,50</b>	1.795	1.826	1.395	472	235	171	162
<b>0,75</b>	1.761	1.332	851	341	138	97	96
<b>1</b>	1.303	823	598	290	91	71	68
<b>2</b>	342	275	252	54	34	31	31
<b>3</b>	89	56	37	17	14	14	14
<b>4</b>	15	4	6	3	3	3	3
<b>5</b>	4	1	1	1	1	1	1
<b>10</b>	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 25 – Total de posições abertas para os pares selecionados através da *Análise V/S* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019.

Análise V/S - 06/mai/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m		4	5
				2	3		
<b>0,50</b>	1.310	1.429	1.223	475	197	124	121
<b>0,75</b>	1.385	1.180	974	355	101	79	78
<b>1</b>	1.161	955	778	257	66	62	59
<b>2</b>	381	304	226	35	31	28	28
<b>3</b>	91	38	22	18	15	15	15
<b>4</b>	5	3	5	2	2	2	2
<b>5</b>	1	1	1	1	1	1	1
<b>10</b>	-	-	-	-	-	-	-

Total de posições abertas, sobre os pares de ativos selecionados pela *Análise R/S Clássica*, ao longo de cada *período de negociação*.

Tabela 26 – Total de posições abertas entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019 para os pares selecionados por meio da *Análise R/S Clássica*.

06/mai/2019 a 17/mai/2019							
n	m						
	0,50	0,75	1	2	3	4	5
0,50	375	358	297	122	52	30	30
0,75	348	287	301	99	50	21	21
1	293	323	305	80	34	18	18
2	103	89	73	28	12	12	12
3	28	36	23	7	7	7	7
4	1	1	1	1	1	1	1
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 27 – Total de posições abertas entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019 para os pares selecionados por meio da *Análise R/S Clássica*.

20/mai/2019 a 31/mai/2019							
n	m						
	0,50	0,75	1	2	3	4	5
0,50	781	738	491	163	92	75	75
0,75	709	463	273	114	48	47	47
1	449	259	188	89	33	33	33
2	99	78	67	11	11	11	11
3	21	5	4	4	4	4	4
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 28 – Total de posições abertas entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019 para os pares selecionados por meio da *Análise R/S Clássica*.

03/jun/2019 a 14/jun/2019							
n	m						
	0,50	0,75	1	2	3	4	5
0,50	457	514	475	149	79	59	50
0,75	493	455	255	129	39	28	27
1	447	247	216	139	26	22	19
2	110	110	128	15	11	8	8
3	37	17	12	8	5	5	5
4	14	3	5	2	2	2	2
5	4	1	1	1	1	1	1
10	-	-	-	-	-	-	-



Total de posições abertas, sobre os pares de ativos selecionados pela *Análise R/S modificada por Lo*, ao longo de cada *período de negociação*.

Tabela 29 – Total de posições abertas entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019 para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Lo*.

06/mai/2019 a 17/mai/2019							
n	0,50	0,75	m				
			1	2	3	4	5
0,50	341	322	233	106	46	25	25
0,75	314	225	213	105	47	18	18
1	230	235	198	67	31	15	15
2	91	98	63	27	11	11	11
3	27	35	22	6	6	6	6
4	1	1	1	1	1	1	1
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 30 – Total de posições abertas entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019 para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Lo*.

20/mai/2019 a 31/mai/2019							
n	0,50	0,75	m				
			1	2	3	4	5
0,50	512	472	309	150	79	55	55
0,75	450	287	257	96	39	33	33
1	282	252	264	90	28	28	28
2	106	74	74	12	12	12	12
3	28	10	4	4	4	4	4
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 31 – Total de posições abertas entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019 para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Lo*.

03/jun/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	m				
			1	2	3	4	5
0,50	653	577	404	174	83	56	56
0,75	552	380	269	117	32	32	32
1	371	260	231	97	23	23	23
2	126	93	82	8	8	8	8
3	30	3	3	3	3	3	3
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Total de posições abertas, sobre os pares de ativos selecionados pela *Detrended Fluctuation Analysis*, ao longo de cada *período de negociação*.

Tabela 32 – Total de posições abertas entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019 para os pares selecionados por meio da *DFA*.

06/mai/2019 a 17/mai/2019							
n	m						
	0,50	0,75	1	2	3	4	5
0,50	334	289	264	99	45	31	31
0,75	283	258	257	71	54	27	27
1	252	251	330	51	37	21	21
2	78	55	41	27	11	11	11
3	18	31	20	4	4	4	4
4	1	1	1	1	1	1	1
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 33 – Total de posições abertas entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019 para os pares selecionados por meio da *DFA*.

20/mai/2019 a 31/mai/2019							
n	m						
	0,50	0,75	1	2	3	4	5
0,50	436	466	356	159	40	32	32
0,75	454	344	384	76	21	20	20
1	339	379	220	60	15	15	15
2	134	63	52	7	7	7	7
3	13	6	5	5	5	5	5
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 34 – Total de posições abertas entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019 para os pares selecionados por meio da *DFA*.

03/jun/2019 a 14/jun/2019							
n	m						
	0,50	0,75	1	2	3	4	5
0,50	160	202	293	98	28	29	20
0,75	198	289	280	74	34	14	12
1	289	280	198	56	21	16	12
2	91	71	53	18	13	9	9
3	15	25	12	7	3	3	3
4	15	4	6	2	2	2	2
5	6	2	2	2	2	2	2
10	-	-	-	-	-	-	-

Total de posições abertas, sobre os pares de ativos selecionados pela *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*, ao longo de cada período de negociação.

Tabela 35 – Total de posições abertas entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019 para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*.

06/mai/2019 a 17/mai/2019							
n	0,50	0,75	m				
			1	2	3	4	5
0,50	396	419	303	134	55	33	33
0,75	407	291	262	114	50	21	21
1	286	258	180	74	33	17	17
2	110	103	67	27	11	11	11
3	27	35	22	6	6	6	6
4	1	1	1	1	1	1	1
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 36 – Total de posições abertas entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019 para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*.

20/mai/2019 a 31/mai/2019							
n	0,50	0,75	m				
			1	2	3	4	5
0,50	817	826	592	154	95	79	79
0,75	794	561	326	101	49	48	48
1	545	310	188	76	32	32	32
2	87	65	56	12	12	12	12
3	19	4	3	3	3	3	3
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 37 – Total de posições abertas entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019 para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*.

03/jun/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	m				
			1	2	3	4	5
0,50	582	581	500	184	85	59	50
0,75	560	480	263	126	39	28	27
1	472	255	230	140	26	22	19
2	145	107	129	15	11	8	8
3	43	17	12	8	5	5	5
4	14	3	5	2	2	2	2
5	4	1	1	1	1	1	1
10	-	-	-	-	-	-	-

Total de posições abertas, sobre os pares de ativos selecionados pela *Análise V/S*, ao longo de cada *período de negociação*.

Tabela 38 – Total de posições abertas entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019 para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

06/mai/2019 a 17/mai/2019							
n	m						
	0,50	0,75	1	2	3	4	5
0,50	424	506	377	67	43	30	30
0,75	500	371	270	56	27	24	24
1	367	266	227	40	20	20	20
2	43	38	26	6	6	6	6
3	15	5	2	2	2	2	2
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 39 – Total de posições abertas entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019 para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

20/mai/2019 a 31/mai/2019							
n	m						
	0,50	0,75	1	2	3	4	5
0,50	377	389	318	171	72	41	38
0,75	376	305	310	139	43	26	25
1	300	305	201	74	24	23	20
2	144	125	66	16	15	12	12
3	40	24	10	9	6	6	6
4	4	2	4	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 40 – Total de posições abertas entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019 para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

03/jun/2019 a 14/jun/2019							
n	m						
	0,50	0,75	1	2	3	4	5
0,50	509	534	528	237	82	53	53
0,75	509	504	394	160	31	29	29
1	494	384	350	143	22	19	19
2	194	141	134	13	10	10	10
3	36	9	10	7	7	7	7
4	1	1	1	1	1	1	1
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

### A.3 Percentual de acerto das posições abertas sobre pares de ativos em simulações de negociação.

Consolidação, por metodologia de seleção de pares, do percentual médio de acerto das posições, abertas sobre pares de ativos selecionados pela metodologia em questão, para todos os *períodos de negociação* simulados, quando não são considerados os custos de negociação, utilizando a abordagem *dollar neutral*.

Tabela 41 – Percentual médio de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S clássica*.

Análise R/S Clássica - Período de 06/mai/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	11,90%	11,65%	13,59%	34,27%	60,96%	81,06%	85,33%
0,75	8,65%	9,80%	14,28%	27,82%	63,07%	83,27%	83,05%
1	8,08%	11,70%	13,62%	25,84%	67,11%	81,99%	84,30%
2	12,60%	13,17%	15,72%	52,89%	72,98%	75,63%	75,63%
3	19,58%	42,95%	55,92%	82,74%	88,57%	88,57%	88,57%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 42 – Percentual médio de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Lo*.

Análise R/S modificada por Lo - Período de 06/mai/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	12,19%	13,19%	17,45%	28,97%	54,52%	80,32%	80,32%
0,75	10,28%	13,12%	16,29%	23,88%	60,94%	75,57%	75,57%
1	11,82%	14,63%	13,16%	25,61%	65,67%	77,14%	77,14%
2	10,91%	12,45%	16,80%	59,57%	77,53%	77,53%	77,53%
3	15,50%	52,38%	65,91%	86,11%	86,11%	86,11%	86,11%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 43 – Percentual médio de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *DFA*.

Detrended Fluctuation Analysis - Período de 06/mai/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	10,56%	11,06%	10,89%	23,09%	56,97%	67,72%	73,93%
0,75	9,29%	8,92%	9,32%	24,56%	47,44%	71,21%	71,60%
1	7,92%	8,33%	7,69%	24,25%	53,78%	68,73%	71,51%
2	10,97%	12,58%	14,30%	40,04%	58,67%	61,81%	61,81%
3	22,48%	29,45%	38,33%	57,62%	65,56%	65,56%	65,56%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 44 – Percentual médio de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*.

Análise R/S Ceballos e Largo - Período de 06/mai/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	10,25%	10,58%	12,52%	32,92%	59,23%	79,36%	83,63%
0,75	7,52%	8,68%	13,19%	27,64%	61,11%	79,46%	79,24%
1	7,06%	10,75%	13,88%	25,14%	64,40%	77,53%	79,85%
2	11,52%	12,66%	14,76%	52,90%	73,48%	76,14%	76,14%
3	15,31%	40,52%	54,80%	81,94%	87,78%	87,78%	87,78%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 45 – Percentual médio de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

Análise V/S - Período de 06/mai/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	10,50%	10,71%	12,47%	27,60%	53,24%	76,44%	78,17%
0,75	8,17%	9,63%	11,82%	23,88%	67,38%	75,53%	76,40%
1	8,18%	10,23%	9,08%	26,69%	68,69%	71,61%	74,65%
2	10,79%	11,50%	17,03%	65,87%	68,89%	72,78%	72,78%
3	14,17%	42,50%	66,67%	76,72%	84,13%	84,13%	84,13%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Percentual de acerto das posições abertas, sobre os pares de ativos selecionados pela *Análise R/S Clássica*, ao longo de cada *período de negociação*, quando não são considerados os custos de negociação, utilizando a abordagem *dollar neutral*.

Tabela 46 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S Clássica*.

06/mai/2019 a 17/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	10,67%	11,45%	12,12%	24,59%	50,00%	80,00%	80,00%
0,75	9,20%	9,41%	10,96%	21,21%	36,00%	76,19%	76,19%
1	8,19%	9,60%	9,18%	21,25%	41,18%	77,78%	77,78%
2	14,56%	16,85%	19,18%	39,29%	91,67%	91,67%	91,67%
3	21,43%	19,44%	26,09%	85,71%	85,71%	85,71%	85,71%
4	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 47 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S Clássica*.

20/mai/2019 a 31/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	14,08%	13,96%	18,33%	46,01%	77,17%	92,00%	92,00%
0,75	10,86%	13,61%	20,51%	42,11%	91,67%	91,49%	91,49%
1	11,14%	16,60%	22,87%	40,45%	90,91%	90,91%	90,91%
2	14,14%	15,38%	19,40%	72,73%	72,73%	72,73%	72,73%
3	23,81%	80,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 48 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S Clássica*.

03/jun/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	10,94%	9,53%	10,32%	32,21%	55,70%	71,19%	84,00%
0,75	5,88%	6,37%	11,37%	20,16%	61,54%	82,14%	81,48%
1	4,92%	8,91%	8,80%	15,83%	69,23%	77,27%	84,21%
2	9,09%	7,27%	8,59%	46,67%	54,55%	62,50%	62,50%
3	13,51%	29,41%	41,67%	62,50%	80,00%	80,00%	80,00%
4	14,29%	66,67%	40,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%
5	25,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
10	-	-	-	-	-	-	-

Percentual de acerto das posições abertas, sobre os pares de ativos selecionados pela *Análise R/S modificada por Lo*, ao longo de cada *período de negociação*, quando não são considerados os custos de negociação, utilizando a abordagem *dollar neutral*.

Tabela 49 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Lo*.

06/mai/2019 a 17/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	8,80%	7,76%	11,16%	21,70%	41,30%	68,00%	68,00%
0,75	6,37%	8,89%	12,68%	15,24%	29,79%	66,67%	66,67%
1	7,39%	10,64%	9,60%	20,90%	32,26%	66,67%	66,67%
2	13,19%	12,24%	20,63%	37,04%	90,91%	90,91%	90,91%
3	22,22%	17,14%	22,73%	83,33%	83,33%	83,33%	83,33%
4	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 50 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Lo*.

20/mai/2019 a 31/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	15,82%	17,58%	24,60%	35,33%	62,03%	85,45%	85,45%
0,75	13,78%	19,16%	19,46%	33,33%	71,79%	78,79%	78,79%
1	18,09%	18,65%	18,18%	32,22%	82,14%	82,14%	82,14%
2	13,21%	17,57%	17,57%	66,67%	66,67%	66,67%	66,67%
3	14,29%	40,00%	75,00%	75,00%	75,00%	75,00%	75,00%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 51 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Lo*.

03/jun/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	11,94%	14,21%	16,58%	29,89%	60,24%	87,50%	87,50%
0,75	10,69%	11,32%	16,73%	23,08%	81,25%	81,25%	81,25%
1	9,97%	14,62%	11,69%	23,71%	82,61%	82,61%	82,61%
2	6,35%	7,53%	12,20%	75,00%	75,00%	75,00%	75,00%
3	10,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-



Percentual de acerto das posições abertas, sobre os pares de ativos selecionados pela *Detrended Fluctuation Analysis*, ao longo de cada *período de negociação*, quando não são considerados os custos de negociação, utilizando a abordagem *dollar neutral*.

Tabela 52 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *DFA*.

06/mai/2019 a 17/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	13,17%	13,15%	13,64%	31,31%	55,56%	77,42%	77,42%
0,75	12,01%	12,02%	15,18%	35,21%	42,59%	81,48%	81,48%
1	10,32%	13,15%	8,48%	33,33%	43,24%	76,19%	76,19%
2	16,67%	18,18%	21,95%	29,63%	72,73%	72,73%	72,73%
3	16,67%	9,68%	10,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%
4	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 53 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *DFA*.

20/mai/2019 a 31/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	11,01%	13,09%	14,61%	22,64%	72,50%	84,38%	84,38%
0,75	10,79%	11,63%	8,85%	26,32%	76,19%	75,00%	75,00%
1	10,32%	7,92%	9,55%	23,33%	80,00%	80,00%	80,00%
2	7,46%	11,11%	9,62%	57,14%	57,14%	57,14%	57,14%
3	30,77%	66,67%	80,00%	80,00%	80,00%	80,00%	80,00%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 54 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *DFA*.

03/jun/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	7,50%	6,93%	4,44%	15,31%	42,86%	41,38%	60,00%
0,75	5,05%	3,11%	3,93%	12,16%	23,53%	57,14%	58,33%
1	3,11%	3,93%	5,05%	16,07%	38,10%	50,00%	58,33%
2	8,79%	8,45%	11,32%	33,33%	46,15%	55,56%	55,56%
3	20,00%	12,00%	25,00%	42,86%	66,67%	66,67%	66,67%
4	13,33%	50,00%	33,33%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%
5	33,33%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
10	-	-	-	-	-	-	-

Percentual de acerto das posições abertas, sobre os pares de ativos selecionados pela *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*, ao longo de cada *período de negociação*, quando não são considerados os custos de negociação, utilizando a abordagem *dollar neutral*.

Tabela 55 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*.

06/mai/2019 a 17/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	10,10%	11,22%	12,21%	23,88%	49,09%	75,76%	75,76%
0,75	8,60%	8,93%	10,69%	17,54%	32,00%	66,67%	66,67%
1	7,69%	9,30%	11,67%	18,92%	33,33%	64,71%	64,71%
2	12,73%	13,59%	17,91%	37,04%	90,91%	90,91%	90,91%
3	18,52%	17,14%	22,73%	83,33%	83,33%	83,33%	83,33%
4	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 56 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*.

20/mai/2019 a 31/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	11,87%	11,74%	15,54%	49,35%	76,84%	91,14%	91,14%
0,75	8,44%	11,05%	17,48%	45,54%	89,80%	89,58%	89,58%
1	8,62%	13,55%	21,28%	40,79%	90,63%	90,63%	90,63%
2	14,94%	16,92%	17,86%	75,00%	75,00%	75,00%	75,00%
3	15,79%	75,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 57 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*.

03/jun/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	8,76%	8,78%	9,80%	25,54%	51,76%	71,19%	84,00%
0,75	5,54%	6,04%	11,41%	19,84%	61,54%	82,14%	81,48%
1	4,87%	9,41%	8,70%	15,71%	69,23%	77,27%	84,21%
2	6,90%	7,48%	8,53%	46,67%	54,55%	62,50%	62,50%
3	11,63%	29,41%	41,67%	62,50%	80,00%	80,00%	80,00%
4	14,29%	66,67%	40,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%
5	25,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
10	-	-	-	-	-	-	-

Percentual de acerto das posições abertas, sobre os pares de ativos selecionados pela *Análise V/S*, ao longo de cada *período de negociação*, quando não são considerados os custos de negociação, utilizando a abordagem *dollar neutral*.

Tabela 58 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

06/mai/2019 a 17/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	9,43%	6,72%	12,47%	38,81%	58,14%	76,67%	76,67%
0,75	5,80%	11,32%	14,44%	37,50%	74,07%	75,00%	75,00%
1	10,35%	13,16%	10,13%	42,50%	75,00%	75,00%	75,00%
2	16,28%	18,42%	26,92%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
3	13,33%	40,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 59 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

20/mai/2019 a 31/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	10,08%	14,91%	14,15%	21,64%	43,06%	65,85%	71,05%
0,75	12,23%	10,82%	11,61%	17,27%	44,19%	65,38%	68,00%
1	9,33%	10,49%	9,95%	25,68%	58,33%	60,87%	70,00%
2	10,42%	10,40%	18,18%	43,75%	46,67%	58,33%	58,33%
3	12,50%	20,83%	40,00%	44,44%	66,67%	66,67%	66,67%
4	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 60 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

03/jun/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	11,98%	10,49%	10,80%	22,36%	58,54%	86,79%	86,79%
0,75	6,48%	6,75%	9,39%	16,88%	83,87%	86,21%	86,21%
1	4,86%	7,03%	7,14%	11,89%	72,73%	78,95%	78,95%
2	5,67%	5,67%	5,97%	53,85%	60,00%	60,00%	60,00%
3	16,67%	66,67%	60,00%	85,71%	85,71%	85,71%	85,71%
4	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Consolidação, por metodologia de seleção de pares, do percentual médio de acerto das posições, abertas sobre pares de ativos selecionados pela metodologia em questão, para todos os *períodos de negociação* simulados, quando não são considerados os custos de negociação, utilizando a abordagem *share neutral*.

Tabela 61 – Percentual médio de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S clássica*.

Análise R/S Clássica - Período de 06/mai/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	8,92%	8,82%	11,30%	33,09%	61,74%	80,96%	85,33%
0,75	5,74%	7,47%	11,10%	26,49%	64,14%	83,19%	83,06%
1	5,58%	8,17%	10,33%	22,79%	66,15%	77,44%	79,75%
2	10,31%	11,24%	12,58%	58,95%	76,26%	78,91%	78,91%
3	16,81%	42,03%	55,92%	73,81%	77,14%	77,14%	77,14%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 62 – Percentual médio de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Lo*.

Análise R/S modificada por Lo - Período de 06/mai/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	8,57%	9,26%	13,26%	28,34%	55,77%	81,53%	81,53%
0,75	6,12%	8,83%	10,78%	23,41%	64,03%	77,82%	77,82%
1	7,08%	8,51%	8,88%	21,95%	65,79%	73,89%	73,89%
2	9,29%	11,32%	13,54%	70,68%	85,61%	85,61%	85,61%
3	14,27%	51,43%	74,24%	88,89%	88,89%	88,89%	88,89%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 63 – Percentual médio de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *DFA*.

Detrended Fluctuation Analysis - Período de 06/mai/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	7,72%	7,75%	8,04%	20,82%	56,52%	67,65%	73,34%
0,75	5,78%	5,98%	5,96%	22,75%	49,02%	72,87%	73,27%
1	4,80%	4,83%	5,82%	24,34%	53,36%	68,10%	70,87%
2	7,65%	10,92%	14,30%	36,51%	53,91%	57,05%	57,05%
3	22,48%	29,45%	40,00%	57,62%	65,56%	65,56%	65,56%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 64 – Percentual médio de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*.

Análise R/S Ceballos e Largo - Período de 06/mai/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	8,29%	8,12%	10,50%	32,00%	59,93%	78,63%	82,80%
0,75	5,18%	6,71%	10,52%	27,26%	61,98%	79,76%	79,59%
1	4,84%	7,62%	10,92%	23,99%	63,15%	73,14%	75,21%
2	9,70%	12,21%	14,68%	62,47%	81,82%	84,47%	84,47%
3	15,31%	40,52%	56,31%	77,78%	81,11%	81,11%	81,11%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 65 – Percentual médio de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

Análise V/S - Período de 06/mai/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	8,42%	7,84%	9,24%	26,57%	54,63%	78,88%	80,80%
0,75	5,21%	6,30%	7,69%	23,88%	69,86%	79,62%	80,64%
1	4,81%	5,92%	7,51%	26,69%	68,56%	71,30%	74,56%
2	8,92%	10,09%	15,24%	65,38%	67,78%	72,22%	72,22%
3	14,17%	42,50%	70,00%	75,66%	84,92%	84,92%	84,92%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Percentual de acerto das posições abertas, sobre os pares de ativos selecionados pela *Análise R/S Clássica*, ao longo de cada *período de negociação*, quando não são considerados os custos de negociação, utilizando a abordagem *share neutral*.

Tabela 66 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S Clássica*.

06/mai/2019 a 17/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	7,47%	7,82%	9,76%	22,95%	50,00%	76,67%	76,67%
0,75	5,46%	6,97%	6,64%	18,18%	32,00%	66,67%	66,67%
1	5,80%	5,26%	5,57%	18,75%	35,29%	61,11%	61,11%
2	11,65%	12,36%	15,07%	39,29%	83,33%	83,33%	83,33%
3	17,86%	16,67%	26,09%	71,43%	71,43%	71,43%	71,43%
4	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 67 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S Clássica*.

20/mai/2019 a 31/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	9,22%	9,89%	14,87%	44,79%	78,26%	93,33%	93,33%
0,75	6,49%	9,94%	16,85%	40,35%	93,75%	93,62%	93,62%
1	7,13%	12,36%	17,55%	35,96%	93,94%	93,94%	93,94%
2	11,11%	14,10%	16,42%	90,91%	90,91%	90,91%	90,91%
3	19,05%	80,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 68 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S Clássica*.

03/jun/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	10,07%	8,75%	9,26%	31,54%	56,96%	72,88%	86,00%
0,75	5,27%	5,49%	9,80%	20,93%	66,67%	89,29%	88,89%
1	3,80%	6,88%	7,87%	13,67%	69,23%	77,27%	84,21%
2	8,18%	7,27%	6,25%	46,67%	54,55%	62,50%	62,50%
3	13,51%	29,41%	41,67%	50,00%	60,00%	60,00%	60,00%
4	14,29%	66,67%	40,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%
5	25,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
10	-	-	-	-	-	-	-

Percentual de acerto das posições abertas, sobre os pares de ativos selecionados pela *Análise R/S modificada por Lo*, ao longo de cada *período de negociação*, quando não são considerados os custos de negociação, utilizando a abordagem *share neutral*.

Tabela 69 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Lo*.

06/mai/2019 a 17/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	7,04%	7,14%	9,44%	19,81%	41,30%	68,00%	68,00%
0,75	5,41%	7,11%	7,98%	13,33%	27,66%	61,11%	61,11%
1	5,65%	5,96%	6,57%	16,42%	29,03%	53,33%	53,33%
2	10,99%	10,20%	15,87%	37,04%	81,82%	81,82%	81,82%
3	18,52%	14,29%	22,73%	66,67%	66,67%	66,67%	66,67%
4	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 70 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Lo*.

20/mai/2019 a 31/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	10,55%	11,44%	17,48%	35,33%	64,56%	89,09%	89,09%
0,75	7,33%	11,50%	12,84%	31,25%	76,92%	84,85%	84,85%
1	9,93%	11,11%	10,98%	27,78%	85,71%	85,71%	85,71%
2	11,32%	16,22%	16,22%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
3	14,29%	40,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 71 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Lo*.

03/jun/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	8,12%	9,19%	12,87%	29,89%	61,45%	87,50%	87,50%
0,75	5,62%	7,89%	11,52%	25,64%	87,50%	87,50%	87,50%
1	5,66%	8,46%	9,09%	21,65%	82,61%	82,61%	82,61%
2	5,56%	7,53%	8,54%	75,00%	75,00%	75,00%	75,00%
3	10,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Percentual de acerto das posições abertas, sobre os pares de ativos selecionados pela *Detrended Fluctuation Analysis*, ao longo de cada *período de negociação*, quando não são considerados os custos de negociação, utilizando a abordagem *share neutral*.

Tabela 72 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *DFA*.

06/mai/2019 a 17/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	8,38%	10,38%	10,98%	29,29%	57,78%	80,65%	80,65%
0,75	8,83%	9,30%	9,73%	32,39%	42,59%	81,48%	81,48%
1	7,14%	7,57%	6,06%	35,29%	48,65%	80,95%	80,95%
2	11,54%	16,36%	21,95%	33,33%	72,73%	72,73%	72,73%
3	16,67%	9,68%	15,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%
4	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 73 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *DFA*.

20/mai/2019 a 31/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	6,65%	6,44%	8,71%	18,87%	72,50%	84,38%	84,38%
0,75	3,96%	5,52%	4,95%	23,68%	80,95%	80,00%	80,00%
1	4,13%	3,69%	6,36%	21,67%	73,33%	73,33%	73,33%
2	3,73%	7,94%	9,62%	42,86%	42,86%	42,86%	42,86%
3	30,77%	66,67%	80,00%	80,00%	80,00%	80,00%	80,00%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 74 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *DFA*.

03/jun/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	8,13%	6,44%	4,44%	14,29%	39,29%	37,93%	55,00%
0,75	4,55%	3,11%	3,21%	12,16%	23,53%	57,14%	58,33%
1	3,11%	3,21%	5,05%	16,07%	38,10%	50,00%	58,33%
2	7,69%	8,45%	11,32%	33,33%	46,15%	55,56%	55,56%
3	20,00%	12,00%	25,00%	42,86%	66,67%	66,67%	66,67%
4	13,33%	50,00%	33,33%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%
5	33,33%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
10	-	-	-	-	-	-	-



Percentual de acerto das posições abertas, sobre os pares de ativos selecionados pela *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*, ao longo de cada período de negociação, quando não são considerados os custos de negociação, utilizando a abordagem *share neutral*.

Tabela 75 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*.

06/mai/2019 a 17/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	7,83%	7,64%	9,90%	21,64%	49,09%	72,73%	72,73%
0,75	5,16%	6,53%	7,63%	15,79%	30,00%	61,90%	61,90%
1	5,24%	6,20%	8,33%	18,92%	30,30%	52,94%	52,94%
2	9,09%	10,68%	16,42%	40,74%	90,91%	90,91%	90,91%
3	18,52%	17,14%	27,27%	83,33%	83,33%	83,33%	83,33%
4	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 76 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*.

20/mai/2019 a 31/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	9,30%	9,32%	13,01%	49,35%	78,95%	93,67%	93,67%
0,75	5,92%	8,38%	14,42%	44,55%	91,84%	91,67%	91,67%
1	5,69%	10,00%	17,02%	39,47%	93,75%	93,75%	93,75%
2	13,79%	18,46%	21,43%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
3	15,79%	75,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 77 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*.

03/jun/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	7,73%	7,40%	8,60%	25,00%	51,76%	69,49%	82,00%
0,75	4,46%	5,21%	9,51%	21,43%	64,10%	85,71%	85,19%
1	3,60%	6,67%	7,39%	13,57%	65,38%	72,73%	78,95%
2	6,21%	7,48%	6,20%	46,67%	54,55%	62,50%	62,50%
3	11,63%	29,41%	41,67%	50,00%	60,00%	60,00%	60,00%
4	14,29%	66,67%	40,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%
5	25,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
10	-	-	-	-	-	-	-

Percentual de acerto das posições abertas, sobre os pares de ativos selecionados pela *Análise V/S*, ao longo de cada *período de negociação*, quando não são considerados os custos de negociação, utilizando a abordagem *share neutral*.

Tabela 78 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

06/mai/2019 a 17/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	6,60%	5,34%	7,43%	37,31%	58,14%	76,67%	76,67%
0,75	4,40%	6,20%	8,15%	37,50%	77,78%	79,17%	79,17%
1	5,18%	6,77%	7,93%	42,50%	75,00%	75,00%	75,00%
2	13,95%	15,79%	23,08%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
3	13,33%	40,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 79 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

20/mai/2019 a 31/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	9,02%	9,00%	11,01%	20,47%	47,22%	73,17%	78,95%
0,75	6,12%	7,54%	8,06%	17,27%	51,16%	76,92%	80,00%
1	24,33%	25,74%	23,13%	33,78%	45,83%	50,00%	55,00%
2	6,00%	6,56%	9,45%	25,68%	62,50%	65,22%	75,00%
3	7,64%	8,80%	16,67%	50,00%	53,33%	66,67%	66,67%
4	12,50%	20,83%	50,00%	55,56%	83,33%	83,33%	83,33%
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 80 – Percentual de acertos, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

03/jun/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	9,63%	9,18%	9,28%	21,94%	58,54%	86,79%	86,79%
0,75	5,11%	5,16%	6,85%	16,88%	80,65%	82,76%	82,76%
1	3,24%	4,43%	5,14%	11,89%	68,18%	73,68%	73,68%
2	5,15%	5,67%	5,97%	46,15%	50,00%	50,00%	50,00%
3	16,67%	66,67%	60,00%	71,43%	71,43%	71,43%	71,43%
4	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

#### A.4 Percentual de acerto das posições abertas sobre pares de ativos selecionados através do critério baseado no *expoente de Hurst*, quando são considerados os custos de negociação.

Consolidação, por metodologia de seleção de pares, do percentual médio de acerto das posições, abertas sobre pares de ativos selecionados pela metodologia em questão, para todos os *períodos de negociação* simulados, quando são considerados os custos de transação, utilizando abordagem *dollar neutral*.

Tabela 81 – Percentual médio de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S clássica*.

Análise R/S Clássica - Período de 06/mai/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	3,91%	4,14%	5,31%	12,91%	25,23%	34,23%	36,22%
0,75	3,40%	4,65%	6,39%	13,46%	29,18%	40,40%	40,80%
1	4,38%	6,13%	7,64%	16,44%	40,81%	50,34%	52,49%
2	7,48%	8,68%	10,11%	35,40%	46,72%	50,13%	50,13%
3	15,91%	32,47%	32,25%	48,81%	53,81%	53,81%	53,81%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 82 – Percentual médio de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Lo*.

Análise R/S modificada por Lo - Período de 06/mai/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	5,03%	5,64%	8,34%	15,68%	30,30%	44,14%	44,14%
0,75	4,06%	6,30%	7,30%	13,93%	32,60%	42,33%	42,33%
1	5,75%	6,54%	7,15%	17,08%	41,58%	49,61%	49,61%
2	7,82%	9,59%	11,91%	43,21%	57,58%	57,58%	57,58%
3	13,12%	33,65%	29,80%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 83 – Percentual médio de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *DFA*.

Detrended Fluctuation Analysis - Período de 06/mai/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	5,83%	5,86%	6,00%	15,69%	36,83%	42,26%	48,06%
0,75	4,60%	4,77%	5,05%	16,10%	25,55%	42,03%	44,01%
1	3,89%	4,08%	4,12%	16,19%	24,09%	35,50%	38,97%
2	7,04%	9,45%	11,57%	30,34%	45,75%	50,31%	50,31%
3	19,91%	22,82%	22,22%	39,52%	52,22%	52,22%	52,22%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 84 – Percentual médio de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada* por *Ceballos e Largo*.

Análise R/S Ceballos e Largo - Período de 06/mai/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	3,47%	3,67%	4,88%	11,28%	23,72%	32,35%	34,34%
0,75	2,82%	3,85%	5,60%	11,89%	26,25%	36,51%	36,90%
1	3,69%	5,50%	8,05%	16,40%	38,58%	47,95%	50,10%
2	7,10%	8,90%	11,29%	34,20%	46,97%	50,38%	50,38%
3	11,55%	28,32%	25,51%	41,67%	46,67%	46,67%	46,67%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 85 – Percentual médio de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

Análise V/S - Período de 06/mai/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	4,69%	4,63%	5,52%	13,88%	27,88%	37,95%	39,36%
0,8	3,18%	3,85%	4,75%	11,55%	30,41%	32,91%	33,53%
1	3,43%	4,35%	5,26%	15,70%	34,90%	35,54%	37,28%
2	6,45%	7,59%	11,17%	44,07%	45,56%	49,44%	49,44%
3	13,24%	37,41%	56,67%	59,79%	63,49%	63,49%	63,49%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Percentual de acerto das posições abertas, sobre os pares de ativos selecionados pela *Análise R/S Clássica*, ao longo de cada *período de negociação*, quando são considerados os custos de negociação, utilizando a abordagem *dollar neutral*.

Tabela 86 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S Clássica*.

06/mai/2019 à 17/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	5,60%	5,87%	8,08%	18,85%	40,38%	63,33%	63,33%
0,75	4,02%	5,92%	5,65%	16,16%	26,00%	57,14%	57,14%
1	5,12%	4,64%	4,59%	17,50%	29,41%	55,56%	55,56%
2	9,71%	11,24%	13,70%	25,00%	58,33%	58,33%	58,33%
3	17,86%	13,89%	21,74%	71,43%	71,43%	71,43%	71,43%
4	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 87 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S Clássica*.

20/mai/2019 a 31/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	3,07%	3,25%	4,28%	9,82%	16,30%	17,33%	17,33%
0,75	3,53%	5,18%	8,42%	14,91%	33,33%	31,91%	31,91%
1	5,35%	8,88%	12,77%	22,47%	54,55%	54,55%	54,55%
2	9,09%	10,26%	11,94%	54,55%	54,55%	54,55%	54,55%
3	19,05%	60,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 88 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S Clássica*.

03/jun/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	3,06%	3,31%	3,58%	10,07%	18,99%	22,03%	28,00%
0,75	2,64%	2,86%	5,10%	9,30%	28,21%	32,14%	33,33%
1	2,68%	4,86%	5,56%	9,35%	38,46%	40,91%	47,37%
2	3,64%	4,55%	4,69%	26,67%	27,27%	37,50%	37,50%
3	10,81%	23,53%	25,00%	25,00%	40,00%	40,00%	40,00%
4	7,14%	33,33%	20,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%
5	25,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
10	-	-	-	-	-	-	-

Percentual de acerto das posições abertas, sobre os pares de ativos selecionados pela *Análise R/S modificada por Lo*, ao longo de cada *período de negociação*, quando são considerados os custos de negociação, utilizando a abordagem *dollar neutral*.

Tabela 89 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Lo*.

06/mai/2019 a 17/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	5,87%	6,21%	9,44%	19,81%	39,13%	64,00%	64,00%
0,75	4,14%	6,67%	7,04%	13,33%	21,28%	50,00%	50,00%
1	5,65%	5,53%	6,57%	17,91%	22,58%	46,67%	46,67%
2	10,99%	11,22%	17,46%	29,63%	72,73%	72,73%	72,73%
3	22,22%	14,29%	22,73%	83,33%	83,33%	83,33%	83,33%
4	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 90 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Lo*.

20/mai/2019 a 31/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	5,08%	5,51%	8,41%	14,00%	24,05%	30,91%	30,91%
0,75	4,22%	6,97%	7,78%	15,63%	35,90%	36,36%	36,36%
1	6,74%	7,54%	7,95%	18,89%	50,00%	50,00%	50,00%
2	8,49%	12,16%	12,16%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%
3	7,14%	20,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 91 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Lo*.

03/jun/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	4,13%	5,20%	7,18%	13,22%	27,71%	37,50%	37,50%
0,75	3,80%	5,26%	7,06%	12,82%	40,63%	40,63%	40,63%
1	4,85%	6,54%	6,93%	14,43%	52,17%	52,17%	52,17%
2	3,97%	5,38%	6,10%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%
3	10,00%	66,67%	66,67%	66,67%	66,67%	66,67%	66,67%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Percentual de acerto das posições abertas, sobre os pares de ativos selecionados pela *Detrended Fluctuation Analysis*, ao longo de cada *período de negociação*, quando são considerados os custos de negociação, utilizando a abordagem *dollar neutral*.

Tabela 92 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *DFA*.

06/mai/2019 a 17/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	8,08%	9,34%	10,61%	27,27%	53,33%	74,19%	74,19%
0,75	7,77%	8,91%	9,34%	30,99%	35,19%	70,37%	70,37%
1	7,14%	7,17%	5,15%	29,41%	35,14%	61,90%	61,90%
2	11,54%	16,36%	19,51%	25,93%	63,64%	63,64%	63,64%
3	16,67%	6,45%	10,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%
4	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 93 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *DFA*.

20/mai/2019 a 31/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	2,52%	2,79%	3,65%	7,55%	25,00%	25,00%	25,00%
0,75	1,98%	2,62%	2,60%	9,21%	23,81%	20,00%	20,00%
1	1,77%	1,85%	3,18%	6,67%	13,33%	13,33%	13,33%
2	2,99%	6,35%	5,77%	42,86%	42,86%	42,86%	42,86%
3	23,08%	50,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 94 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *DFA*.

03/jun/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	6,88%	5,45%	3,75%	12,24%	32,14%	27,59%	45,00%
0,75	4,04%	2,77%	3,21%	8,11%	17,65%	35,71%	41,67%
1	2,77%	3,21%	4,04%	12,50%	23,81%	31,25%	41,67%
2	6,59%	5,63%	9,43%	22,22%	30,77%	44,44%	44,44%
3	20,00%	12,00%	16,67%	28,57%	66,67%	66,67%	66,67%
4	6,67%	25,00%	16,67%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%
5	33,33%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
10	-	-	-	-	-	-	-

Percentual de acerto das posições abertas, sobre os pares de ativos selecionados pela *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*, ao longo de cada *período de negociação*, quando são considerados os custos de negociação, utilizando a abordagem *dollar neutral*.

Tabela 95 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*.

06/mai/2019 a 17/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	6,06%	5,97%	8,58%	17,91%	41,82%	63,64%	63,64%
0,75	3,69%	5,50%	6,11%	12,28%	24,00%	52,38%	52,38%
1	4,90%	5,43%	7,22%	16,22%	27,27%	52,94%	52,94%
2	8,18%	9,71%	14,93%	25,93%	63,64%	63,64%	63,64%
3	14,81%	11,43%	18,18%	66,67%	66,67%	66,67%	66,67%
4	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 96 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*.

20/mai/2019 a 31/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	1,96%	2,30%	2,87%	7,79%	10,53%	11,39%	11,39%
0,75	2,64%	3,57%	6,13%	13,86%	26,53%	25,00%	25,00%
1	3,85%	6,77%	11,70%	23,68%	50,00%	50,00%	50,00%
2	10,34%	12,31%	14,29%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%
3	10,53%	50,00%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 97 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*.

03/jun/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	2,41%	2,75%	3,20%	8,15%	18,82%	22,03%	28,00%
0,75	2,14%	2,50%	4,56%	9,52%	28,21%	32,14%	33,33%
1	2,33%	4,31%	5,22%	9,29%	38,46%	40,91%	47,37%
2	2,76%	4,67%	4,65%	26,67%	27,27%	37,50%	37,50%
3	9,30%	23,53%	25,00%	25,00%	40,00%	40,00%	40,00%
4	7,14%	33,33%	20,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%
5	25,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
10	-	-	-	-	-	-	-



Percentual de acerto das posições abertas, sobre os pares de ativos selecionados pela *Análise V/S*, ao longo de cada *período de negociação*, quando são considerados os custos de negociação, utilizando a abordagem *dollar neutral*.

Tabela 98 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

06/mai/2019 a 17/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	2,12%	1,98%	2,65%	16,42%	25,58%	30,00%	30,00%
0,75	1,40%	1,89%	3,33%	14,29%	29,63%	25,00%	25,00%
1	2,18%	3,76%	4,41%	22,50%	35,00%	35,00%	35,00%
2	9,30%	10,53%	15,38%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%
3	13,33%	40,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 99 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

20/mai/2019 a 31/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	8,22%	7,97%	9,75%	16,37%	36,11%	53,66%	57,89%
0,75	5,59%	6,89%	7,10%	12,23%	32,56%	46,15%	48,00%
1	5,67%	5,90%	7,96%	16,22%	33,33%	34,78%	40,00%
2	6,94%	8,00%	13,64%	43,75%	46,67%	58,33%	58,33%
3	12,50%	16,67%	20,00%	22,22%	33,33%	33,33%	33,33%
4	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 100 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

03/jun/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	3,73%	3,93%	4,17%	8,86%	21,95%	30,19%	30,19%
0,75	2,55%	2,78%	3,81%	8,13%	29,03%	27,59%	27,59%
1	2,43%	3,39%	3,43%	8,39%	36,36%	36,84%	36,84%
2	3,09%	4,26%	4,48%	38,46%	40,00%	40,00%	40,00%
3	13,89%	55,56%	50,00%	57,14%	57,14%	57,14%	57,14%
4	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Consolidação, por metodologia de seleção de pares, do percentual médio de acerto das posições, abertas sobre pares de ativos selecionados pela metodologia em questão, para todos os *períodos de negociação* simulados, quando são considerados os custos de transação, utilizando abordagem *share neutral*.

Tabela 101 – Percentual médio de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S clássica*.

Análise R/S Clássica - Período de 06/mai/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	4,30%	4,36%	5,85%	14,01%	25,43%	34,54%	35,56%
0,75	3,54%	4,99%	6,86%	14,67%	31,02%	44,28%	43,45%
1	4,46%	6,23%	7,55%	16,20%	39,77%	50,17%	50,57%
2	7,82%	9,11%	10,61%	43,04%	58,33%	58,71%	58,71%
3	15,91%	40,07%	51,69%	69,64%	70,48%	70,48%	70,48%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 102 – Percentual médio de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Lo*.

Análise R/S modificada por Lo - Período de 06/mai/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	5,49%	6,02%	9,06%	16,92%	31,76%	45,88%	45,88%
0,75	4,26%	6,62%	7,44%	14,37%	34,50%	45,13%	45,13%
1	5,95%	6,68%	7,11%	16,95%	42,40%	51,58%	51,58%
2	8,08%	9,70%	11,83%	47,38%	61,74%	61,74%	61,74%
3	14,27%	40,32%	53,28%	69,44%	69,44%	69,44%	69,44%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 103 – Percentual médio de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *DFA*.

Detrended Fluctuation Analysis - Período de 06/mai/2019 a 14/jun/2019							
0,50	5,85%	5,51%	5,85%	15,84%	35,75%	43,09%	46,19%
0,75	4,67%	4,86%	5,05%	17,42%	29,34%	47,74%	47,35%
1	3,86%	4,08%	4,53%	18,61%	29,70%	42,98%	44,37%
2	7,29%	9,45%	12,38%	28,66%	46,59%	48,58%	48,58%
3	22,48%	29,45%	31,67%	50,95%	58,89%	58,89%	58,89%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 104 – Percentual médio de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*.

Análise R/S Ceballos e Largo - Período de 06/mai/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	3,87%	3,82%	5,14%	12,44%	23,40%	31,59%	32,61%
0,75	3,07%	4,27%	6,26%	13,79%	28,76%	40,18%	39,34%
1	3,82%	5,74%	8,12%	16,61%	36,25%	45,39%	45,55%
2	7,40%	9,22%	11,78%	39,44%	55,81%	55,05%	55,05%
3	14,54%	38,56%	52,02%	73,61%	74,44%	74,44%	74,44%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 105 – Percentual médio de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

Análise V/S - Período de 06/mai/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	5,02%	4,98%	5,83%	15,07%	29,89%	40,98%	42,46%
0,75	3,51%	4,21%	5,10%	13,54%	35,96%	39,51%	40,18%
1	3,81%	4,75%	6,40%	20,15%	45,73%	46,56%	48,95%
2	5,90%	6,45%	9,88%	33,87%	34,44%	37,78%	37,78%
3	13,24%	37,41%	56,67%	59,79%	63,49%	63,49%	63,49%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Percentual de acerto das posições abertas, sobre os pares de ativos selecionados pela *Análise R/S Clássica*, ao longo de cada *período de negociação*, quando são considerados os custos de negociação, utilizando a abordagem *share neutral*.

Tabela 106 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S Clássica*.

06/mai/2019 a 17/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	6,13%	6,15%	8,08%	18,03%	38,46%	60,00%	60,00%
0,75	4,31%	6,27%	6,31%	17,17%	32,00%	66,67%	66,67%
1	5,12%	4,95%	5,25%	17,50%	32,35%	61,11%	61,11%
2	9,71%	11,24%	13,70%	32,14%	75,00%	75,00%	75,00%
3	17,86%	16,67%	21,74%	71,43%	71,43%	71,43%	71,43%
4	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 107 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S Clássica*.

20/mai/2019 a 31/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	3,71%	4,20%	6,52%	15,95%	23,91%	26,67%	26,67%
0,75	3,67%	5,83%	9,16%	17,54%	35,42%	34,04%	34,04%
1	5,57%	8,88%	12,77%	22,47%	48,48%	48,48%	48,48%
2	10,10%	11,54%	13,43%	63,64%	63,64%	63,64%	63,64%
3	19,05%	80,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 108 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S Clássica*.

03/jun/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	3,06%	2,72%	2,95%	8,05%	13,92%	16,95%	20,00%
0,75	2,64%	2,86%	5,10%	9,30%	25,64%	32,14%	29,63%
1	2,68%	4,86%	4,63%	8,63%	38,46%	40,91%	42,11%
2	3,64%	4,55%	4,69%	33,33%	36,36%	37,50%	37,50%
3	10,81%	23,53%	33,33%	37,50%	40,00%	40,00%	40,00%
4	14,29%	66,67%	40,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%
5	25,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
10	-	-	-	-	-	-	-

Percentual de acerto das posições abertas, sobre os pares de ativos selecionados pela *Análise R/S modificada por Lo*, ao longo de cada *período de negociação*, quando são considerados os custos de negociação, utilizando a abordagem *share neutral*.

Tabela 109 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Lo*.

06/mai/2019 a 17/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	5,57%	5,90%	9,01%	17,92%	36,96%	60,00%	60,00%
0,75	4,14%	6,67%	7,04%	12,38%	25,53%	55,56%	55,56%
1	5,65%	5,53%	6,57%	16,42%	25,81%	53,33%	53,33%
2	9,89%	10,20%	15,87%	29,63%	72,73%	72,73%	72,73%
3	18,52%	14,29%	18,18%	66,67%	66,67%	66,67%	66,67%
4	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 110 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Lo*.

20/mai/2019 a 31/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	7,23%	7,84%	11,97%	21,33%	35,44%	47,27%	47,27%
0,75	5,56%	8,71%	9,34%	18,75%	43,59%	45,45%	45,45%
1	8,16%	8,73%	8,71%	20,00%	53,57%	53,57%	53,57%
2	10,38%	13,51%	13,51%	75,00%	75,00%	75,00%	75,00%
3	14,29%	40,00%	75,00%	75,00%	75,00%	75,00%	75,00%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 111 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Lo*.

03/jun/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	3,68%	4,33%	6,19%	11,49%	22,89%	30,36%	30,36%
0,75	3,08%	4,47%	5,95%	11,97%	34,38%	34,38%	34,38%
1	4,04%	5,77%	6,06%	14,43%	47,83%	47,83%	47,83%
2	3,97%	5,38%	6,10%	37,50%	37,50%	37,50%	37,50%
3	10,00%	66,67%	66,67%	66,67%	66,67%	66,67%	66,67%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Percentual de acerto das posições abertas, sobre os pares de ativos selecionados pela *Detrended Fluctuation Analysis*, ao longo de cada *período de negociação*, quando são considerados os custos de negociação, utilizando a abordagem *share neutral*.

Tabela 112 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *DFA*.

06/mai/2019 a 17/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	8,08%	9,34%	10,61%	28,28%	53,33%	74,19%	74,19%
0,75	7,77%	8,91%	9,34%	30,99%	37,04%	70,37%	70,37%
1	6,75%	7,17%	5,45%	33,33%	40,54%	71,43%	71,43%
2	11,54%	16,36%	21,95%	29,63%	72,73%	72,73%	72,73%
3	16,67%	9,68%	10,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%
4	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 113 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *DFA*.

20/mai/2019 a 31/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	3,21%	3,22%	4,21%	10,06%	32,50%	34,38%	34,38%
0,75	2,20%	2,91%	2,60%	13,16%	33,33%	30,00%	30,00%
1	2,06%	1,85%	4,09%	10,00%	20,00%	20,00%	20,00%
2	3,73%	6,35%	5,77%	28,57%	28,57%	28,57%	28,57%
3	30,77%	66,67%	60,00%	60,00%	60,00%	60,00%	60,00%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 114 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *DFA*.

03/jun/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	6,25%	3,96%	2,73%	9,18%	21,43%	20,69%	30,00%
0,75	4,04%	2,77%	3,21%	8,11%	17,65%	42,86%	41,67%
1	2,77%	3,21%	4,04%	12,50%	28,57%	37,50%	41,67%
2	6,59%	5,63%	9,43%	27,78%	38,46%	44,44%	44,44%
3	20,00%	12,00%	25,00%	42,86%	66,67%	66,67%	66,67%
4	13,33%	50,00%	33,33%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%
5	33,33%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
10	-	-	-	-	-	-	-

Percentual de acerto das posições abertas, sobre os pares de ativos selecionados pela *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*, ao longo de cada *período de negociação*, quando são considerados os custos de negociação, utilizando a abordagem *share neutral*.

Tabela 115 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*.

06/mai/2019 a 17/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	6,31%	5,97%	8,25%	17,16%	38,18%	57,58%	57,58%
0,75	3,93%	5,84%	6,87%	14,04%	28,00%	57,14%	57,14%
1	4,90%	5,81%	7,78%	17,57%	27,27%	52,94%	52,94%
2	9,09%	10,68%	16,42%	33,33%	81,82%	81,82%	81,82%
3	18,52%	17,14%	22,73%	83,33%	83,33%	83,33%	83,33%
4	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 116 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*.

20/mai/2019 a 31/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	3,06%	3,27%	4,56%	13,64%	17,89%	20,25%	20,25%
0,75	3,15%	4,46%	7,36%	17,82%	32,65%	31,25%	31,25%
1	4,22%	7,10%	12,23%	23,68%	46,88%	46,88%	46,88%
2	10,34%	12,31%	14,29%	58,33%	58,33%	58,33%	58,33%
3	15,79%	75,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 117 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*.

03/jun/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	2,23%	2,24%	2,60%	6,52%	14,12%	16,95%	20,00%
0,75	2,14%	2,50%	4,56%	9,52%	25,64%	32,14%	29,63%
1	2,33%	4,31%	4,35%	8,57%	34,62%	36,36%	36,84%
2	2,76%	4,67%	4,65%	26,67%	27,27%	25,00%	25,00%
3	9,30%	23,53%	33,33%	37,50%	40,00%	40,00%	40,00%
4	14,29%	66,67%	40,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%
5	25,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
10	-	-	-	-	-	-	-

Percentual de acerto das posições abertas, sobre os pares de ativos selecionados pela *Análise V/S*, ao longo de cada *período de negociação*, quando são considerados os custos de negociação, utilizando a abordagem *share neutral*.

Tabela 118 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

06/mai/2019 a 17/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	2,83%	2,77%	3,45%	19,40%	30,23%	36,67%	36,67%
0,75	2,20%	2,96%	4,07%	19,64%	40,74%	37,50%	37,50%
1	3,54%	4,89%	6,61%	32,50%	55,00%	55,00%	55,00%
2	6,98%	7,89%	11,54%	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%
3	13,33%	40,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 119 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

20/mai/2019 a 31/mai/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	8,49%	8,23%	10,06%	16,96%	37,50%	56,10%	60,53%
0,75	5,59%	6,89%	7,42%	12,23%	34,88%	50,00%	52,00%
1	5,67%	6,23%	9,45%	20,27%	45,83%	47,83%	55,00%
2	7,64%	7,20%	13,64%	37,50%	40,00%	50,00%	50,00%
3	12,50%	16,67%	20,00%	22,22%	33,33%	33,33%	33,33%
4	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
10	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 120 – Percentual de acertos, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

03/jun/2019 a 14/jun/2019							
n	0,50	0,75	1	m 2	3	4	5
0,50	3,73%	3,93%	3,98%	8,86%	21,95%	30,19%	30,19%
0,75	2,75%	2,78%	3,81%	8,75%	32,26%	31,03%	31,03%
1	2,23%	3,13%	3,14%	7,69%	36,36%	36,84%	36,84%
2	3,09%	4,26%	4,48%	30,77%	30,00%	30,00%	30,00%
3	13,89%	55,56%	50,00%	57,14%	57,14%	57,14%	57,14%
4	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-



A.5 Resultado financeiro das posições abertas sobre pares de ativos selecionados através do critério baseado no *expoente de Hurst*, quando não são considerados os custos.

Consolidação, por metodologia de seleção de pares, do resultado financeiro das posições, abertas sobre pares de ativos selecionados pela metodologia em questão, para todos os *períodos de negociação* simulados, quando não são considerados os custos de transação, utilizando abordagem *dollar neutral*.

Tabela 121 – Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S Clássica*.

[illegible]

Tabela 122 – Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Lo*.

[illegible]

Tabela 123 – Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *DFA*.

[illegible]

Tabela 124 – Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*.

[illegible]

Tabela 125 – Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

[illegible]











Consolidação, por metodologia de seleção de pares, do resultado financeiro das posições, abertas sobre pares de ativos selecionados pela metodologia em questão, para todos os *períodos de negociação* simulados, quando não são considerados os custos de transação, utilizando abordagem *share neutral*.

Tabela 141 – Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S Clássica*.

[illegible]

Tabela 142 – Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Lo*.

[illegible]

Tabela 143 – Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da DFA.

[illegible]



Tabela 144 – Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*.

[illegible]

Tabela 145 – Resultado financeiro, em reais, desconsiderando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

[illegible]











A.6 Resultado financeiro das posições abertas sobre pares de ativos selecionados através do critério baseado no *expoente de Hurst*, quando são considerados os custos.

Consolidação, por metodologia de seleção de pares, do resultado financeiro das posições, abertas sobre pares de ativos selecionados pela metodologia em questão, para todos os *períodos de negociação* simulados, quando são considerados os custos de transação, utilizando abordagem *dollar neutral*.

Tabela 161 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S Clássica*.

[illegible]

Tabela 162 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Lo*.

[illegible]

Tabela 163 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *DFA*.

[illegible]

Tabela 164 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*.

[illegible]

Tabela 165 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

[illegible]













Consolidação, por metodologia de seleção de pares, do resultado financeiro das posições, abertas sobre pares de ativos selecionados pela metodologia em questão, para todos os *períodos de negociação* simulados, quando são considerados os custos de transação, utilizando abordagem *share neutral*.

Tabela 181 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S Clássica*.

[illegible]

Tabela 182 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Lo*.

[illegible]

Tabela 183 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *DFA*.

[illegible]

Tabela 184 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*.

[illegible]

Tabela 185 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

[illegible]









Resultado financeiro das posições abertas, sobre os pares de ativos selecionados pela *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*, ao longo de cada *período de negociação*, quando são considerados os custos de negociação, utilizando a abordagem *share neutral*.

Tabela 195 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*.

[illegible]

Tabela 196 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*.

[illegible]

Tabela 197 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*.

[illegible]



A.7 Resultado financeiro das posições abertas sobre pares de ativos selecionados através do critério baseado no *expoente de Hurst*, utilizando uma quantidade de referência de mil unidades.

Consolidação, por metodologia de seleção de pares, do resultado financeiro das posições, abertas sobre pares de ativos selecionados pela metodologia em questão, para todos os *períodos de negociação* simulados, considerados os custos, utilizando abordagem *dollar neutral* e quantidade de referência de mil unidades.

Tabela 201 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* e quantidade de referência de mil unidades entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S Clássica*.

[illegible]

Tabela 202 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* e quantidade de referência de mil unidades entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Lo*.

[illegible]

Tabela 203 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* e quantidade de referência de mil unidades entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *DFA*.

[illegible]

Tabela 204 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* e quantidade de referência de mil unidades entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*.

[illegible]

Tabela 205 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* e quantidade de referência de mil unidades entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

[illegible]











Resultado financeiro das posições abertas, sobre os pares de ativos selecionados pela *Análise V/S*, ao longo de cada *período de negociação*, considerados os custos, utilizando a abordagem *dollar neutral* e quantidade de referência de mil unidades.

Tabela 218 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* e quantidade de referência de mil unidades entre 06/mai/2019 e 17/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

[illegible]

Tabela 219 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* e quantidade de referência de mil unidades entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

[illegible]

Tabela 220 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *dollar neutral* e quantidade de referência de mil unidades entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

[illegible]

Consolidação, por metodologia de seleção de pares, do resultado financeiro das posições, abertas sobre pares de ativos selecionados pela metodologia em questão, para todos os *períodos de negociação* simulados, considerados os custos, utilizando abordagem *share neutral* e quantidade de referência de mil unidades.

Tabela 221 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* e quantidade de referência de mil unidades entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S Clássica*.

Análise R/S Clássica - Período de 06/mai/2019 a 14/jun/2019							
0,50	-120.574,93	-119.931,80	-83.666,44	-22.146,39	-6.562,72	-1.387,64	-1.126,54
0,75	-117.022,85	-81.361,00	-55.457,29	-16.703,93	-3.549,03	1.144,48	1.139,09
1	-80.481,14	-55.664,54	-51.136,00	-16.462,00	-647,36	2.133,06	2.386,99
2	-17.915,35	-14.966,97	-15.962,40	-612,84	1.992,25	2.243,97	2.243,97
3	1.191,57	2.225,39	3.798,38	6.403,23	6.654,95	6.654,95	6.654,95
4	-1.139,47	-698,83	-958,15	-704,22	-704,22	-704,22	-704,22
5	21,34	195,49	195,49	195,49	195,49	195,49	195,49
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela 222 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* e quantidade de referência de mil unidades entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Lo*.

[illegible]

Tabela 223 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* e quantidade de referência de mil unidades entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *DFA*.

[illegible]

Tabela 224 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* e quantidade de referência de mil unidades entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise R/S modificada por Ceballos e Largo*.

[illegible]

Tabela 225 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* e quantidade de referência de mil unidades entre 06/mai/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

[illegible]











Resultado financeiro das posições abertas, sobre os pares de ativos selecionados pela *Análise V/S*, ao longo de cada *período de negociação*, considerados os custos, utilizando a abordagem *share neutral* e quantidade de referência de mil unidades.

Tabela 238 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* e quantidade de referência de mil unidades entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

[illegible]

Tabela 239 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* e quantidade de referência de mil unidades entre 20/mai/2019 e 31/mai/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

[illegible]

Tabela 240 – Resultado financeiro, em reais, considerando os custos, das posições abertas com abordagem *share neutral* e quantidade de referência de mil unidades entre 03/jun/2019 e 14/jun/2019, para os pares selecionados por meio da *Análise V/S*.

[illegible]