

FERNANDO AMÁ STEPHAN

MODELAGEM E MONITORAMENTO DO FUTURO DE CÂMBIO POR SÉRIES DE  
TEMPO E GRÁFICOS DE CONTROLE

Trabalho de Formatura apresentado à  
Escola Politécnica da Universidade de São  
Paulo para obtenção do Diploma de  
Engenheiro de Produção.

São Paulo

2019



FERNANDO AMÁ STEPHAN

MODELAGEM E MONITORAMENTO DO FUTURO DE CÂMBIO POR SÉRIES DE  
TEMPO E GRÁFICOS DE CONTROLE

Trabalho de Formatura apresentado à  
Escola Politécnica da Universidade de São  
Paulo para obtenção do Diploma de  
Engenheiro de Produção.

Orientador: Profa. Dra. Linda Lee Ho

São Paulo

2019

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

#### Catálogo-na-publicação

Stephan, Fernando Amá  
Modelagem e monitoramento do futuro de câmbio por séries de tempo e  
gráficos de controle / F. A. Stephan -- São Paulo, 2019.  
140 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São  
Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.

1.Regressão 2.Modelos para processos estocásticos 3.Controle  
estatístico do processo I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica.  
Departamento de Engenharia de Produção II.t.

A todos que estiveram presentes e  
ajudaram a trilhar esta jornada



## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer primeiramente à professora orientadora Linda Lee Ho, que orientou o trabalho de maneira paciente e eficiente, e que por diversas vezes se prontificou a ajudar e a esclarecer dúvidas. Seu conhecimento extenso sobre o tema e sua dedicação foram fundamentais para que o trabalho fosse concluído.

Agradeço à minha família, em especial meus pais e meus irmãos, Rubens, Silvana, Victor e Bruno, pelos ensinamentos diários, pelo apoio constante e pelas oportunidades que me proporcionaram.

Aos colegas de trabalho do Merrill Lynch pelo universo de conhecimentos do mercado financeiro ao qual fui apresentado.

Agradeço também aos meus grandes amigos do Vértice, que desde então estiveram ao meu lado e me acompanharam nas maiores decisões que tive de tomar.

Por fim, meus sinceros agradecimentos a todos meus amigos e colegas da POLI, do CAEP (especialmente Cris e Osni), e de Darmstadt, que não somente estiveram presentes nos dias ruins, mas tornaram os bons dias ainda melhores.

Obrigado a todos que ajudaram e ajudam a escrever minha história.





*“You can’t connect the dots looking forward; you can only connect them looking backwards.  
So you have to trust that the dots will somehow connect in your future.”*

*(Steve Jobs)*



## RESUMO

Este trabalho propõe uma metodologia quantitativa para avaliar o primeiro futuro de câmbio USDBRL ao utilizar modelagem em séries de tempo e monitoramento através do uso de gráficos de controle. Uma ferramenta é desenvolvida para auxiliar na tomada de decisão de compra ou venda de ativo, de maneira a captar variações em seu valor e obter resultado financeiro. A metodologia começa com o uso de modelos autoregressivos do tipo ARIMA para ajustar a série temporal de ln-retornos. Em seguida, gráficos de controle com memória do tipo EWMA são empregados para monitorar a série. O desempenho dos gráficos é dado pelo comprimento médio da sequência, medido via simulação, até que o gráfico sinalize um processo fora de controle. Para tanto, são obtidos primeiramente os limites de controle do processo sob controle estatístico. Em seguida são gerados cenários com maior variabilidade dos resíduos, e os ARL são medidos. Finalmente, os gráficos são empregados na série original no intuito de quantificar o lucro. É realizada uma comparação de rentabilidade financeira de uma estratégia de compra simples do ativo com a que utiliza os critérios de decisão estabelecidos pelos gráficos de controle para comprar e vender. A estratégia desenvolvida apresentou resultados satisfatórios e superiores à compra simples.

**Palavras Chave:** futuro de câmbio, modelos de séries de tempo, ARIMA, gráficos de controle, monitoramento de processos.



## **ABSTRACT**

This thesis proposes a quantitative methodology to evaluate the USDBRL First Future closing prices by using time series analysis and modeling and by monitoring its behavior via control charts. A tool is built as a way to assist the buy/sell decision by capturing price deviations and thus obtaining financial gain. The methodology starts with autoregressive ARIMA models to adjust the ln-returns time series. Afterwards, EWMA memory-type controls charts are employed to surveil the series. Chart performance is measured by the average run length, or how long it takes, on average, for the graphs to signal that a process is out of statistical control. To do so, the control limits are obtained for the process under control, then scenarios are generated in which the residues have greater variance, and the ARL for the out of control processes are measured. In the end, the control charts are utilized over the original time series in order to measure possible financial profits. Profitability is measured and compared between two strategies. In the first, the asset is bought and held until the end of the period, in the second, the decision criteria established by the control charts represent buy/sell signals. The strategy proposed by this paper had satisfactory and better results when compared to the first.

**Keywords:** FX Forwards, time series models, ARIMA, control charts, process surveillance.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Volume de câmbio nas operações do Primeiro Futuro .....	23
Figura 2: Série estacionária (exemplo) .....	26
Figura 3: Distribuição normal padrão .....	29
Figura 4: Gráfico Q-Q Plot de aderência à distribuição normal.....	30
Figura 5: Exemplo de Histograma. Fonte: Morettin e Toloi (2006).....	38
Figura 6: Exemplo de um gráfico de Pareto. Fonte: Montgomery (2004).....	39
Figura 7: Exemplo de um Diagrama de causa-e-efeito. Fonte: Montgomery (2004).....	39
Figura 8: Exemplo de diagrama da concentração de defeito. Fonte: Montgomery (2004).....	40
Figura 9: Exemplo de diagrama de dispersão. Fonte: Montgomery (2004).....	41
Figura 10: Exemplo de gráfico de controle estatístico de processo. Fonte: Montgomery (2004) .....	41
Figura 11: Fluxograma para escolha de gráfico de controle em processos univariados. Fonte: Montgomery (2004) .....	50
Figura 12: Panorama geral dos passos da metodologia do trabalho .....	51
Figura 13: Exemplo série temporal EURBRL.....	52
Figura 14: Efeito da rolagem no vencimento do derivativo .....	53
Figura 15: Exemplo série temporal de retornos EURBRL .....	54
Figura 16: Fluxograma do algoritmo para simulação para determinar limites de controle .....	61
Figura 17: Fluxograma do algoritmo para simulação dos ARL fora de controle .....	63
Figura 18: Gráfico dos preços históricos de fechamento do FF USDBRL .....	68
Figura 19: Representação gráfica dos ln-retornos $Z_t$ .....	70
Figura 20: Histograma dos ln-retornos .....	71
Figura 21: Q-Q Plot dos ln-retornos .....	72
Figura 22: Gráfico das funções respectivas de autocorrelação e autocorrelação parcial.....	73
Figura 23: Q-Q Plot dos resíduos .....	76
Figura 24: Funções de autocorrelação e autocorrelação parcial dos resíduos.....	77
Figura 25: Representação gráfica do teste Box-Pierce-Ljung .....	77
Figura 26: Comparação de valores da série de ln-retornos original com o modelo ajustado ..	78
Figura 27: Gráfico de controle com os limites de controle calculados.....	79
Figura 28: Gráfico de controle para determinação de $ARL_1$ .....	80
Figura 29: Aplicação do gráfico de controle EWMA na base de dados ( $\lambda = 0.5$ ) .....	82
Figura 30: Aplicação do gráfico de controle EWMA na base de dados ( $\lambda = 0.7$ ) .....	82

Figura 31: Comparação de rentabilidades para as estratégias escolhidas .....	85
--	----



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Medidas estatísticas da série original .....	68
Tabela 2: Medidas estatísticas da série de ln-retornos.....	69
Tabela 3: Estimação dos parâmetros do modelo completo .....	74
Tabela 4: Estimação dos parâmetros do modelo reduzido .....	75
Tabela 5: Limites de controle simulados para processo sob controle.....	79
Tabela 6: <i>ARL</i> 1 obtidos para os processos fora de controle .....	80



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADF: *Augmented Dickey-Fuller test*

AIC: Critério de Informação de Akaike

AR: Modelo de Auto Regressão

ARMA: Modelo de Auto Regressão e Médias Móveis

ARIMA: Modelo de Auto Regressão Integrado de Médias Móveis

ARL: *Average Run Length*

BM&F: Bolsa de Mercadorias e Futuros

CEP: Controle Estatístico de Processos

CMN: Conselho Monetário Nacional

CMS: Comprimento Médio da Sequência

CUSUM: *Cumulative Sum*

DF: *Dickey-Fuller test*

EUA: Estados Unidos da América

EWMA: Exponentially Weighted Moving Average

FAC: Função de Autocorrelação

FACP: Função de Autocorrelação parcial

FACV: Função de Autocovariância

FF: *First Future*

LC: Linha Central

LIC: Limite Inferior de Controle

LSC: Limite Superior de Controle

MA: Modelo de médias móveis (Moving Average)

MMEP: Médias Móveis Exponencialmente Ponderadas

VBA: *Visual Basic Application*



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1</b>	<b>Contexto .....</b>	<b>15</b>
1.1.1	A empresa.....	15
<b>1.2</b>	<b>Definição do problema.....</b>	<b>16</b>
<b>1.3</b>	<b>Relevância .....</b>	<b>17</b>
<b>1.4</b>	<b>Objetivo.....</b>	<b>18</b>
<b>1.5</b>	<b>Estrutura do trabalho.....</b>	<b>19</b>
<b>1.6</b>	<b>Softwares empregados no desenvolvimento do trabalho .....</b>	<b>19</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>21</b>
<b>2.1</b>	<b>O mercado cambial no Brasil e o USDBRL.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2</b>	<b>Análise de Séries Temporais .....</b>	<b>24</b>
2.2.1	Estacionariedade .....	25
2.2.2	Normalidade .....	28
2.2.3	Independência.....	31
2.2.4	Retornos .....	33
2.2.5	Alguns modelos de séries temporais ARIMA.....	35
<b>2.3</b>	<b>Controle Estatístico de Processos .....</b>	<b>37</b>
2.3.1	Gráficos de Controle .....	42
2.3.2	Tipos de Gráficos de Controle de Shewhart .....	45
2.3.3	Gráficos de controle com memória .....	47

2.3.4	Escolha do gráfico de controle .....	49
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>51</b>
3.1	Coleta de dados.....	52
3.2	Ajuste da série.....	52
3.3	Avaliação dos critérios.....	54
3.4	Identificação e estimação do modelo de séries de tempo.....	55
3.5	Ajuste do modelo e diagnóstico .....	56
3.6	Determinação dos limites de controle .....	58
3.7	Obtenção dos ARL fora de controle.....	62
3.8	Avaliação dos resultados e comparação.....	64
<b>4</b>	<b>APLICAÇÃO NO MONITORAMENTO DO FUTURO DE CÂMBIO .....</b>	<b>67</b>
4.1	Coleta de dados.....	67
4.2	Ajuste da série.....	68
4.3	Avaliação dos critérios.....	69
4.4	Identificação e estimação do modelo de séries de tempo.....	73
4.5	Ajuste do modelo e diagnóstico .....	75
4.6	Determinação dos limites de controle .....	78
4.7	Obtenção dos ARL fora de controle.....	79
4.8	Avaliação dos resultados e comparação.....	80
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>87</b>
5.1	Desenvolvimento do trabalho .....	87

<b>5.2</b>	<b>Resultados obtidos .....</b>	<b>87</b>
<b>5.3</b>	<b>Dificuldades encontradas e sugestões propostas.....</b>	<b>88</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>91</b>
	<b>APÊNDICE A: CÓDIGO PARA CONSTRUÇÃO DO MODELO DE PREVISÃO .....</b>	<b>95</b>
	<b>APÊNDICE B: CÓDIGO PARA SIMULAÇÃO DOS LIMITES DE CONTROLE .....</b>	<b>97</b>
	<b>APÊNDICE C: CÓDIGO PARA SIMULAÇÃO DOS ARL FORA DE CONTROLE.</b>	<b>101</b>
	<b>APÊNDICE D: VALORES CRÍTICOS DA ESTATÍSTICA W DE SHAPIRO-WILK</b>	<b>105</b>
	<b>ANEXO A: Preços de fechamento diários do Primeiro Futuro .....</b>	<b>107</b>
	<b>ANEXO B: Preços de fechamento do segundo futuro nas passagens de mês .....</b>	<b>139</b>





## **1 INTRODUÇÃO**

Este primeiro capítulo do Trabalho de Formatura traz o contexto em que o trabalho está inserido, em seguida define-se o problema e apresentam-se as motivações e a relevância. Por fim são explicitados seu objetivo e como o trabalho se estrutura.

### **1.1 Contexto**

O presente trabalho de formatura foi desenvolvido juntamente com a realização do estágio supervisionado do aluno em uma instituição do setor financeiro, a saber, o banco de investimento Bank of America Merrill Lynch Banco Múltiplo S.A., que será descrito na subseção 1.1.1.

O projeto foi pensado em suprir uma necessidade percebida no trabalho, que é uma análise metodológica do valor do câmbio futuro no Brasil. Para isto buscou empregar conceitos-chave da Engenharia de Produção utilizados no âmbito das Finanças. Primeiramente, o uso da Estatística para analisar séries temporais, assunto que não foi amplamente discutido durante a graduação. O objetivo aqui foi desenvolver um modelo de previsão para o câmbio futuro e aplicar conceitos do Controle da Qualidade para monitorar o comportamento dos parâmetros do câmbio futuro para tomada de decisões.

Após definir o problema e as ferramentas adequadas para atacá-lo, o trabalho busca avaliar se o modelo possui desempenho satisfatório e se as previsões geradas por ele são suficientes para resolver o problema.

#### **1.1.1 A empresa**

O banco de investimento norte-americano com ramo no Brasil, Bank of America Merrill Lynch Banco Múltiplo S.A. é a instituição em que o aluno está realizando seu estágio, e onde está sendo realizado este trabalho de formatura.

O Bank of America Merrill Lynch é um banco americano multinacional de investimentos e serviços financeiros, com presença global em mais de 35 países. É uma instituição originada da compra do Merrill Lynch & Co. pelo Bank of America Corporation durante a crise de 2008. Enquanto o Merrill Lynch possuía um foco voltado para a área de banco de investimentos, o Bank of America consolidava-se sob o mercado de varejo. Após a

compra, o Bank of America Merrill Lynch ampliou sua força no mercado corporativo e manteve a atuação dentro do segmento varejista nos EUA.

No Brasil, o Banco estabeleceu-se com o nome Bank of America Merrill Lynch Banco Múltiplo S.A.. O Banco aqui oferece serviços voltados para fusão e aquisição de empresas e mercado de capitais (dívidas e ações) em sua parte de banco de investimentos, além de atuar no ramo de banco corporativo, fornecendo empréstimos, serviços financeiros e de tesouraria, mesas de operações, análise e gerenciamento de risco e crédito e área de pesquisa.

O aluno estagia na parte de vendas (*Sales*) da mesa de operações de câmbio e renda fixa, pertencente à tesouraria do Banco. A mesa deve ser capaz de absorver as demandas dos clientes corporativos e fornecer liquidez e moeda mediante necessidades por determinados ativos ou estruturas. Enquanto a parte de *Sales* é responsável por agir sob demanda do cliente, essa compra ou venda gera uma exposição a determinado ativo, que deve ser mitigada ou gerenciada pelos operadores (*Traders*) da mesa. Os *Traders* então acessam o mercado, em nome do banco, protegendo-se da exposição gerada com a operação feita com os clientes. Os *Traders* podem ainda assumir o risco, tomando posições de compra ou venda em seus portfólios no intuito de obter lucro com a previsão de movimentação dos preços no mercado, numa atitude especulativa.

O Banco, portanto, é um agente intermediário que permite que clientes sejam capazes de acessar determinados produtos financeiros; como há a exposição a risco de mercado e de crédito das contrapartes, o Banco cobra uma margem (*Spread*) por tomar esses riscos, cobrando do cliente para fornecer liquidez e assim obtendo lucro.

O estágio faz com que o aluno explore áreas de Economia e Finanças que, embora tratadas de maneira teórica num curso de Engenharia, devem, no dia-a-dia do estágio, ser analisadas sob uma ótica mais analítica e prática, aplicando as ciências exatas e o raciocínio lógico no âmbito da realidade financeira e contábil das empresas.

## **1.2 Definição do problema**

O presente trabalho foca na vertente que pretende gerir os ativos comprados ou vendidos e avalia o lucro obtido com a mudança nos valores a mercado. A mesa é capaz de utilizar fundos da tesouraria para realizar tal transação, assumindo uma posição e tomando o risco da volatilidade do ativo.

O sucesso de uma operação ocorre mediante a maximização do valor do lucro, obtido quando o operador realiza uma operação de compra e o valor do ativo aumenta, ou realiza-se uma operação em que o *Trader* fica vendido enquanto o valor do ativo reduz. É interessante conseguir monitorar o que deve acontecer com os ativos no futuro, para que seja possível tomar uma posição com êxito e de maneira inteligente.

Estimar o movimento do valor de ativos financeiros é um tema tratado na bibliografia sob diversas metodologias. No caso do presente trabalho, são utilizados métodos estatísticos para prever o valor do futuro de câmbio e uso de ferramentas e estudos de controle de processos para auxiliar a decisão de compra ou venda do ativo.

### 1.3 Relevância

O trabalho foi motivado por ser um tema que aproxima os interesses pessoais e profissionais do aluno. O câmbio é um produto financeiro simples, mas cuja análise traz algumas peculiaridades que chamaram a atenção do aluno que, por sua vez, visualizou uma oportunidade de aprimorar seus conhecimentos no assunto.

Dentre as principais variáveis que afetam uma economia, como juros, inflação e moeda, o valor da paridade de câmbio entre duas moedas é uma das com as quais a população tem mais contato no dia-a-dia, e um dos termômetros mais simples para entender o balanço e a progressão do desenvolvimento entre duas economias. No exemplo do dólar-real, que compara as moedas do dólar dos EUA (USD) contra o Real brasileiro (BRL), um aumento do valor do câmbio (USDBRL) indica no geral um fortalecimento do dólar e/ou um enfraquecimento do real, o que implica uma diminuição do poder de compra e uma percepção de piora da economia brasileira.

A relevância do valor do câmbio no cenário econômico brasileiro é evidente. Com um cenário global de tensões econômicas com a guerra comercial, em que os EUA impõem tarifas contra importações vindo da China, um país emergente, aumentam-se as incertezas dos valores de ativos em outros países emergentes. Brasil, México, Turquia, Argentina e África do Sul são alguns dos exemplos que mais acabam sendo indiretamente afetados pela volatilidade macroeconômica.

Neste caso, pode ocorrer uma percepção de aumento do chamado risco-país, que mede o mínimo risco que se tem com um investimento feito em determinado país. Todo tipo de investimento possui risco, e eles são limitados pelo risco-país, determinado pela condição e

estruturas do governo e de seu Banco Central. Se a percepção de tal risco aumenta com a incerteza global e se os investimentos em países emergentes não apresentarem retorno suficiente para acompanhar este risco, o resultado é uma diminuição dos investimentos e da presença de capital no país, sobretudo estrangeiro. No Brasil a moeda é uma porta de entrada (e saída) facilmente acessível ao mercado, tendo em vista sua grande liquidez e disponibilidade e seu pequeno preço de carregio – conceito que será explicado na seção 2.1 – e a incerteza acaba tendo um impacto direto no valor do câmbio. Ainda, o ativo hoje não somente é utilizado para transformar Reais em moeda estrangeira e vice-versa, como também para operações de derivativos e proteções (*hedge*) de posições de investidores em outros ativos.

Unindo a situação acima descrita ao interesse profissional do autor deste trabalho em mercado financeiro, mostrou-se lógico o estudo de uma metodologia capaz de avaliar o câmbio, particularmente o seu valor futuro.

#### **1.4 Objetivo**

Este trabalho tem como primeiro objetivo unir os conceitos aprendidos em Estatística durante o curso de Engenharia de Produção à análise de séries temporais, embasados por um conhecimento obtido no estágio a respeito do mercado financeiro, para construir um modelo de previsão do valor do futuro de câmbio a partir de uma série histórica de dados de fechamento. No caso, o ativo a ser utilizado é o Primeiro Futuro (*First Future*, ou FF) de câmbio dólar-real, que é tratado em profundidade na seção 2.1.

Em seguida, o modelo é avaliado segundo a ótica do Controle Estatístico de Processos (CEP). O foco neste passo é usar ferramentas como gráficos de controle no intuito de monitorar a evolução do modelo para fornecer um critério de decisão para compra ou venda de um lote de ativo.

Em função da constante mudança e volatilidade dos preços do câmbio, é importante ressaltar a necessidade de uma atualização do modelo e dos respectivos limites de controle dos gráficos de controle para garantir uma série e um estudo mais aderente. Com o passar do tempo, os novos dados históricos que surgirão podem e devem ser incluídos na análise e isso pode acarretar uma mudança no modelo, inclusive em seus parâmetros, e consequentemente pode alterar os critérios de tomada de decisão.

## 1.5 Estrutura do trabalho

O presente trabalho de formatura foi estruturado iniciando-se com o capítulo INTRODUÇÃO, que traz de forma geral alguns conceitos-chave tratados ao longo do trabalho. Nesta etapa, o contexto e a motivação por trás do tema são apresentados, o problema é definido e os objetivos do trabalho são trazidos.

Os capítulos seguintes são apresentados abaixo, assim como uma breve descrição de cada um:

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: reúne trabalhos que trazem informações pertinentes aos assuntos tratados e estrutura uma base teórica para os temas, a saber, o mercado cambial no Brasil, modelos de séries temporais e Controle Estatístico de Processos;

3. METODOLOGIA: apresenta a metodologia proposta para desenvolver o modelo e resolver o problema;

4. APLICAÇÃO NO MONITORAMENTO DO FUTURO DE CÂMBIO: aplica a metodologia em um caso real, com base em dados históricos;

5. CONCLUSÃO: traz os resultados obtidos, o desempenho do modelo, as limitações e sugestões para trabalhos posteriores.

## 1.6 Softwares empregados no desenvolvimento do trabalho

Sobretudo, três softwares foram utilizados ao longo do desenvolvimento do trabalho: Excel (juntamente com sua ferramenta *Visual Basic Application*, VBA), o R através do programa R Studio e o Terminal Bloomberg.

O Excel é uma das ferramentas do pacote Microsoft Office e permite o uso de planilhas para realizar cálculos, armazenar e organizar dados. Integrada ao sistema do Excel está a interface do VBA, linguagem macro de programação que pode ser utilizada para montar rotinas e programar determinadas análises. No caso, as ferramentas foram utilizadas em conjunto para tratar os dados de forma mais visual e realizar as simulações na geração dos gráficos de controle.

O R Studio é um software de interface gráfica do ambiente de desenvolvimento em R, uma linguagem de programação feita para tratar dados, realizar cálculos, computar estatísticas

e gerar gráficos. Trata-se de um *freeware*, ou seja, um software posto gratuitamente à disposição dos usuários. A programação em R foi utilizada neste trabalho para construir o modelo de previsão bem como para planejar os gráficos de controle.

Por fim, o terminal Bloomberg é uma plataforma que fornece informações financeiras em tempo real, que inclui dados econômicos de todos os mercados do mundo, notícias e *headlines* importantes, séries históricas de diversos ativos, dentre outras funções. O software foi utilizado neste trabalho sobretudo para obtenção dos dados relacionados ao valor do Primeiro Futuro do câmbio.

No capítulo 4 do trabalho são apresentados os algoritmos empregados para construir os códigos de programação no R Studio e no VBA, suficientes para construir o modelo de previsão e para estimar os parâmetros dos gráficos de controle. O código em R feito para ajustes da série, realização de testes e estimação dos parâmetros encontra-se no apêndice A, enquanto que nos apêndices B e C estão os códigos em VBA para determinação dos limites de controle e obtenção do ARL fora de controle, nesta ordem.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Este capítulo traz uma revisão bibliográfica dos principais temas abordados no trabalho, tais como o mercado cambial no Brasil, um breve resumo sobre a análise de séries temporais e o Controle Estatístico de Processos.

### **2.1 O mercado cambial no Brasil e o USDBRL**

O intuito deste capítulo é realizar uma breve descrição do funcionamento do mercado cambial brasileiro para, ao fim, definir e apresentar o ativo, ou simplesmente o instrumento financeiro escolhido para análise no restante do trabalho.

França (2010) apresenta um histórico deste mercado, cujas raízes datam da década de 1930, em que o país deixou o padrão ouro. Boa parte da regulamentação cambial por trás das operações ainda remete à legislação criada na época. A Autoridade Cambial à época era o Banco Central, e posteriormente a posição ficou à cargo do Conselho Monetário Nacional (CMN). A partir de 1999, o mercado de câmbio tornou-se puramente flutuante, sendo determinado pela questão de oferta e demanda.

Atualmente, ainda segundo França (2010), dois fatores são os mais importantes no molde do mercado de ativos e derivativos atrelados ao câmbio: a não conversibilidade da moeda e a existência de dois mercados para negociação do dólar à vista.

Arida (2004) e Garcia e Urban (2005) descrevem a questão da não conversibilidade do Real como a impossibilidade de realização de transações financeiras no Brasil liquidando em moeda diferente do Real. Isso implica, dentre outros aspectos, que o mercado não é aberto, que todas as operações de câmbio devem ser registradas no Banco Central (e deve ser emitido um contrato de câmbio associado à transação), e que não é permitido ter contas em moeda estrangeira dentro do Brasil, nem contas em Real fora do país.

Existem dois mercados para negociação de câmbio, o Primário e o Secundário. No Primário, há de fato a entrada ou saída de moeda estrangeira no país; é o caso de transações feitas entre instituições financeiras e seus clientes (por exemplo, importadores ou exportadores). No mercado Secundário, a moeda estrangeira sai do ativo de um banco para outro, o que caracteriza operações interbancárias. Enquanto as operações do mercado Primário estão relacionadas à necessidade de liquidar operações comerciais e financeiras, as do mercado Secundário buscam zerar posições causadas pelas exposições com transações no Primário.

Quando um Banco fecha uma operação com o cliente, no entanto, a zeragem de exposição e risco não costuma ocorrer no mercado Secundário. Ao invés de utilizar o câmbio à vista, a trava é feita no mercado futuro de moeda estrangeira, já que esse mercado possui mais liquidez (Garcia e Urban, 2005). Além disso, como essas operações são feitas no mercado de futuros da Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F), há no geral uma menor burocracia para registro e liquidação, o que caracteriza uma transação mais atrativa e simples.

No mercado futuro da BM&F, as moedas estrangeiras no Brasil costumam ser operadas em suas formas de derivativos, os chamados *Non-Deliverable Forwards*. Estes derivativos funcionam sem que haja de fato a liquidação física de moedas: o valor da taxa fechada do derivativo é comparado com uma taxa referência, publicada pelo Banco Central, no dia anterior ao vencimento. Essa diferença, multiplicada pelo valor em moeda estrangeira da operação, fornece a quantia em Reais que o cliente deve pagar (ou receber) no vencimento. No entanto, na prática, estes derivativos são fechados quase simultaneamente com operações casadas de câmbio, em que o operador é capaz de transformar sua posição líquida em um valor em Reais ou na moeda de sua escolha e então liquidar a operação com o cliente. Portanto, o produto é transferido a um câmbio à vista e é considerado aqui como um ativo financeiro.

Neste trabalho, conforme exposto acima, para efeitos de simplificação e empregando uma abordagem semelhante à Ventura e Garcia (2012), ao se referir a um futuro de determinada moeda, entende-se um câmbio, com uma taxa travada hoje, em que a troca de moeda ocorre em uma data posterior. As operações de paridade USDBRL são as mais comuns no mercado brasileiro de câmbio e, portanto, trataremos a seguir do dólar futuro.

O dólar futuro pode ser negociado com vencimento para virtualmente qualquer dia útil dentro de 10 anos, no entanto, a preferência costuma ser dada para o valor do Primeiro Futuro (*First Future*, ou FF) de USDBRL, que significa o dólar futuro com vencimento no primeiro dia útil do mês seguinte. As razões estão relacionadas com a maior liquidez desta data dentre todos os vencimentos (operações ficam concentradas majoritariamente no FF) e relacionadas com o carregamento (*carry*) relativamente baixo da operação. O *carry* é o diferencial percentual, ajustado pelo período, entre o valor do futuro numa data  $t$  e o valor do câmbio à vista, chamado de dólar *spot*, cuja liquidação é em dois dias úteis do dia do fechamento do câmbio (ou D+2). Essencialmente, o *carry* é considerado o custo de se fechar uma operação de dólar futuro. Temos, portanto:



$$carry(t) = \frac{Futuro USDBRL_t - Spot}{Spot} \cdot \frac{dc}{360}$$

dado  $dc$  o número de dias corridos entre a data  $D+2$  e a data futura  $t$ . O fator 360 é o ajuste do período considerando 360 dias corridos em um ano.

Ainda conforme Ventura e Garcia, (2012), em razão da maior liquidez e da dinâmica do mercado, portanto, o FF é considerado a referência de preço no mercado e é nele que se forma a taxa de câmbio. O valor do câmbio à vista *spot* USDBRL com o qual estamos mais habituados no dia-a-dia é determinado subtraindo do valor do FF um diferencial de pontos, popularmente conhecido como o “Casado”, em um processo de arbitragem. Figura 1 ilustra o volume diário, em USD, de operações de câmbio no Primeiro Futuro, entre setembro de 2018 e setembro de 2019. Trata-se de um volume diário médio entre 15 e 20 bilhões de USD durante o último ano. É interessante notar também que, em todo último dia útil do mês, o volume transacionado fica visivelmente reduzido, tendo em vista que é o dia da rolagem do vencimento, em que os contratos passam a ser efetivados para o Segundo Futuro, já antecipando a passagem para o próximo mês. Este assunto será revisitado na seção 3.2 em que se realiza o ajuste e tratamento de dados.

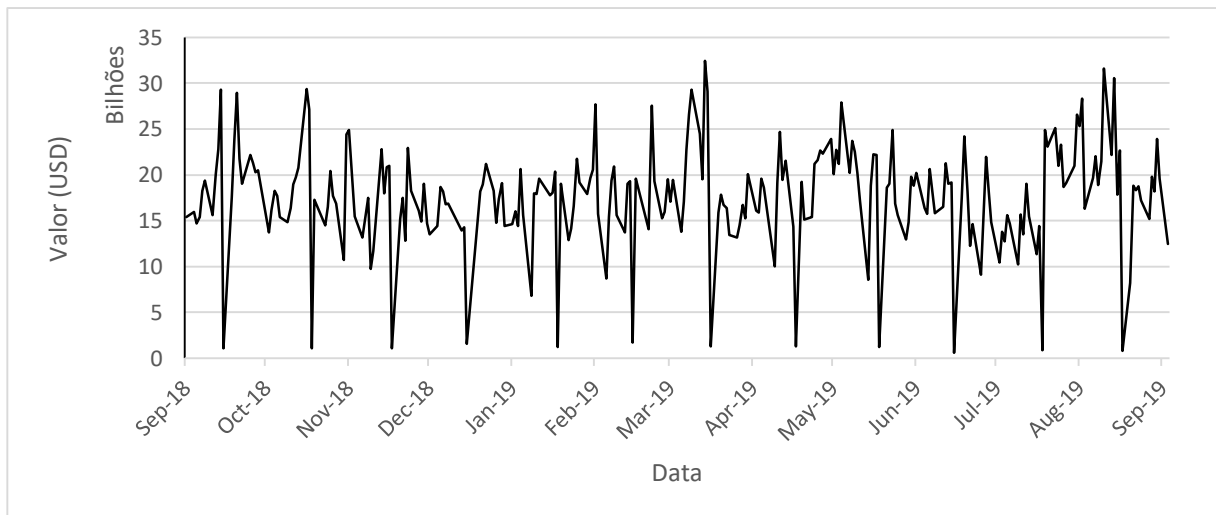


Figura 1: Volume de câmbio nas operações do Primeiro Futuro

Tendo em vista o cenário acima descrito, optou-se por utilizar o Primeiro Futuro USDBRL como ativo financeiro a ser analisado. A posição comprada ou vendida neste ativo será representada por 1 lote deste produto, o que equivale a USD 50.000.

## 2.2 Análise de Séries Temporais

Morettin e Toloí (2006) descrevem uma série temporal como “qualquer conjunto de observações ordenadas no tempo”. Um índice diário da Bolsa de Valores pode ser entendido como uma série temporal, da mesma forma que o valor fechamento, dia após dia, do futuro de câmbio, é aqui o objeto de estudo analisado sob tal ótica. O estudo das séries temporais, no entanto, não se limita às aplicações em Finanças, podendo ser transposto, por exemplo, para campos das ciências exatas (Estatística e Engenharia), biológicas e humanas (Geografia e Sociologia). A ideia deste capítulo é trazer os conceitos fundamentais para entender este tipo de série e ser capaz de construir um modelo que descreve seu comportamento, no intuito de realizar previsões futuras.

As séries temporais podem ser discretas, caso os valores da amostragem sejam coletados em intervalos de tempos iguais ou agregando-se valores em mesmos intervalos, ou as séries podem ser contínuas, quando os valores são coletados continuamente, sem prejuízo à extensão da série. Ainda, segundo Morettin e Toloí (2006), no âmbito do enfoque das análises, podem ser feitas análises no domínio temporal, em que os modelos propostos são paramétricos (em que o comportamento da série pode ser descrito por um número finito de parâmetros) ou no domínio das frequências, gerando modelos não paramétricos. Neste trabalho, tendo em vista a amostragem de dados e o domínio temporal, adota-se um modelo paramétrico.

Segundo os autores, a análise de séries temporais pode ter como principais objetivos:

- (i) Investigar o mecanismo responsável por gerar a série temporal;
- (ii) Realizar previsões de valores futuros da série;
- (iii) Descrever o comportamento da série através de ferramentas como gráficos, histogramas e diagramas de dispersão para verificar tendências ou sazonalidades;
- (iv) Procurar periodicidades nos dados (mais utilizado na análise no domínio das frequências).

Ademais, é comum descrever séries temporais como processos estocásticos. Essa abordagem é comum tanto para modelos lineares como não lineares (Mills, 1999) e envolve a descrição das leis probabilísticas que controlam o processo. Precisamente, Morettin e Toloí (2006) definem:

**Definição:** Seja  $T$  um conjunto arbitrário. Um processo estocástico é uma família  $Z = \{Z(t), t \in T\}$ , tal que, para cada  $t \in T$ ,  $Z(t)$  é uma variável aleatória.

É comum caracterizar os processos estocásticos por meio de números reduzidos de funções de densidade de probabilidade. No sentido de analisar determinadas classes de processos estocásticos, a literatura recomenda introduzir algumas suposições simplificadoras:

- (i) Processos estacionários ou não-estacionários, de acordo com a independência ou não em relação à origem dos tempos;
- (ii) Processos normais (Gaussianos) ou não-normais, de acordo com as funções de densidade de probabilidade que caracterizam os processos;
- (iii) Processos Markovianos ou não-Markovianos, de acordo com a independência dos valores do processo, em um dado instante, em relação aos valores em instantes precedentes.

Tais suposições, conceitos chave na análise de séries temporais, são apresentadas nas seções seguintes.

### 2.2.1 Estacionariedade

Intuitivamente, considera-se um processo  $Z(t)$  estacionário se ele se desenvolve no tempo de tal forma que a escolha da origem dos tempos não é importante. Avaliado em  $Z(t + \tau)$ , para qualquer  $\tau$ , as características do processo devem ser as mesmas de  $Z(t)$ . Em outras palavras, o processo estocástico se desenvolve com uma média e variância constantes, enquanto a covariância é uma função da defasagem entre as amostras. Figura 2 apresenta um exemplo de série temporal estacionária.

Morettin e Toloi (2006) definem que há dois tipos de estacionariedade: a estrita (ou forte) e a de segunda ordem (ou fraca).

**Definição:** Um processo estocástico  $Z = \{Z(t), t \in T\}$  diz-se estritamente estacionário se as distribuições finito-dimensionais permanecem as mesmas sob translações no tempo, quaisquer  $t_1, \dots, t_n, \tau \in T$ :

$$F(z_1, \dots, z_n; t_1 + \tau, \dots, t_n + \tau) = F(z_1, \dots, z_n; t_1, \dots, t_n)$$

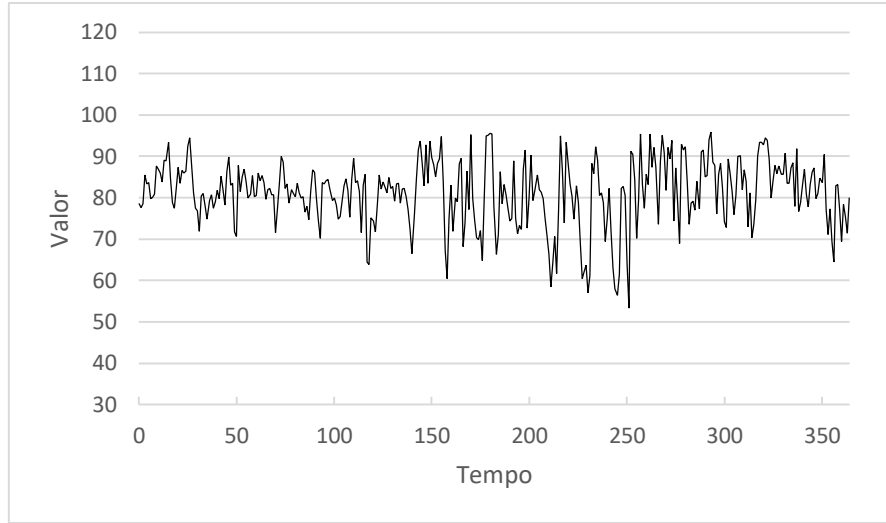


Figura 2: Série estacionária (exemplo)

Em particular, isto significa que a média e a variância são invariantes no tempo, ou seja, para  $t \in T$ :

- (i)  $\mu(t) = \mu$
- (ii)  $Var(t) = \sigma^2$

Sem perda de generalidade, podemos supor  $\mu = 0$ , ou considerar o processo  $\{Z(t) - \mu\}$ , para que a série fique estacionária em torno do zero.

**Definição:** um processo estocástico  $Z = \{Z(t), t \in T\}$  diz-se fracamente estacionário (ou estacionário de segunda ordem) se e somente se:

- (i)  $E\{Z(t)\} = \mu(t) = \mu$ , constante, para todo  $t \in T$ ;
- (ii)  $E\{Z^2(t)\} = \sigma^2 < \infty$ , para todo  $t \in T$ ;
- (iii)  $\gamma(t_1, t_2) = Cov\{Z(t_1), Z(t_2)\}$  é uma função de  $|t_1 - t_2|$ .

A função  $\gamma(t_1, t_2)$  é a função de autocovariância e é definida na subseção 2.2.3.

Será empregado para verificar se a série é estacionária ou não um teste estatístico proposto por Dickey e Fuller (1979). Consiste em determinar se o processo estocástico possui raiz unitária, ou seja, se 1 é raiz da equação característica do polinômio auto-regressivo. Ao ocorrer, isto implica que o processo não é estacionário, devendo ser necessário tomar a diferença da série original.

O racional por trás é de que a presença de uma raiz unitária faz com que os choques aleatórios que o processo sofre geram um efeito permanente, e não transitório, o que permite inferir que a série não apresenta comportamento estacionário, sendo que realizar uma regressão geraria um modelo sem sentido estatístico e econométrico (Granger e Newbold, 1974).

Ao considerar um modelo com média zero, temos:

$$Z_t = \phi Z_{t-1} + a_t, a_t \sim RB N(0, \sigma^2)$$

sendo  $\phi$  o inverso do operador de translação para o passado, definido em Morettin e Toloi (2006), e  $a_t$  um “ruído branco” com distribuição que se aproxima da normal com média zero e variância  $\sigma^2$ .

**Definição:** Diz-se que  $a_t$ ,  $t \in \mathbb{Z}$  é um ruído branco (discreto) se as variáveis aleatórias  $a_t$  não são correlacionadas, isto é,  $Cov\{a_t, a_s\} = 0$ ,  $t \neq s$ .

Este tipo de processo estocástico é comumente utilizado na literatura de análise de séries temporais e é constituído por variáveis aleatórias independentes e de mesma distribuição de probabilidade (*i.i.d.*), caracterizando um processo puramente aleatório. Ainda, este processo é estacionário caso, para qualquer  $t$ ,  $E\{a_t\} = \mu_a$  e  $Var\{a_t\} = \sigma_a^2$ .

De volta ao modelo, ao subtrairmos  $Z_{t-1}$  de ambos os lados da equação, obtemos:

$$\Delta Z_t = \phi^* Z_{t-1} + a_t$$

De tal forma que  $\phi^* = \phi - 1$ . O teste de hipótese proposto por Dickey e Fuller (1979) se estrutura da seguinte maneira:

$$H_0: \phi^* = 0$$

$$H_1: \phi^* < 0$$

Caso  $H_0$  seja aceito, implica que a série não pode ser considerada estacionária. Se  $H_0$  não for aceito, é possível seguir a análise considerando o processo estocástico como estacionário. O teste Dickey-Fuller, doravante tratado como DF, emprega a seguinte estatística:

$$\hat{\tau} = \frac{N^{-1} \sum Z_{t-1} a_t}{S(N^{-2} \sum Z_{t-1}^2)^{1/2}}$$

onde  $N$  é o número de observações do processo e  $S^2$  é o estimador de  $\sigma^2$ , dado por:

$$S^2 = \frac{1}{N-2} \sum_{t=2}^N (\Delta Z_t - \hat{\phi}_{MQ}^* Z_{t-1})^2$$

onde  $\hat{\phi}_{MQ}^*$  é o estimador de mínimos quadrados de  $\phi^*$  obtido na regressão de  $\Delta Z_t$  em função de  $Z_{t-1}$ .

O teste DF assume que o processo tenha dependência de  $Z_{t-1}$ . Outro teste, denominado teste de Dickey-Fuller aumentado, ou ADF, foi desenvolvido no intuito de generalizar o teste e torná-lo mais abrangente. Neste caso, o processo  $Z_t$  pode admitir dependência de termos e variáveis anteriores. A estatística para realizar o teste de hipótese é dada por:

$$\hat{t}_{ADF} = \frac{N^{-1} \sum Z_{t-1} a_t}{S(N^{-2} \sum (Z_{t-1} - \bar{Z})^2)^{1/2}}$$

O teste ADF é utilizado para identificar a presença ou não de uma raiz unitária no polinômio auto-regressivo. No caso positivo, o teste verifica se tomando as diferenças da série original, a raiz, ou as raízes, são removidas. Constrói-se o critério de decisão: se  $\hat{t}_{ADF} < C_n$  sendo  $C_n$  o valor crítico tabulado da estatística em função de  $n$ , rejeita  $H_0$  (ou seja, o processo é declarado estacionário).

### 2.2.2 Normalidade

A normalidade de um processo estocástico é uma propriedade relacionada com sua distribuição de probabilidade. Esta propriedade surge se um determinado processo possui aderência à distribuição normal (ou Gaussiana). Morettin e Tolo (2006) descrevem tal comportamento:

**Definição:** Um processo estocástico  $Z = \{Z(t), t \in T\}$  diz-se Gaussiano se, para qualquer conjunto  $t_1, t_2, \dots, t_n$  de  $T$ , as variáveis aleatórias  $Z(t_1), \dots, Z(t_n)$  têm distribuição normal  $n$ -variada.

Os autores provam que, se o processo for normal, ele será determinado por suas médias e variâncias e, em particular, mostram que se ele for estacionário de segunda ordem, será estritamente estacionário.

A função densidade de probabilidade da distribuição normal é denotada pela seguinte função:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}, -\infty < x < \infty$$

Caso os valores da esperança ( $\mu$ ) e do desvio padrão ( $\sigma$ ) não sejam conhecidos, estes devem ser estimados através dos seus respectivos estimadores  $\bar{X}$  e  $S$ :

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{n}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

onde  $n$  é o número de observações da amostra e  $X_i$  são os valores da amostra,  $i = 1, \dots, n$ . Uma distribuição normal com média zero e variância igual a 1 é chamada de normal padrão. Figura 3 apresenta um gráfico de distribuição normal padrão.

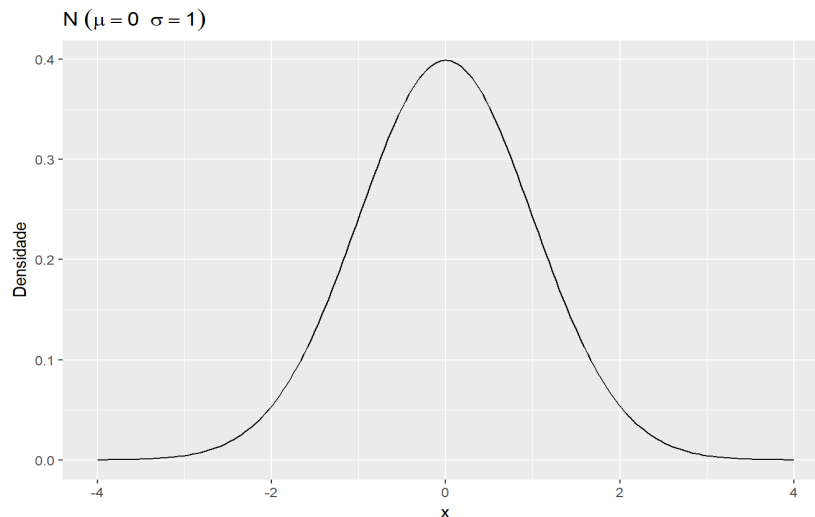


Figura 3: Distribuição normal padrão

Um próximo passo é verificar se o processo estocástico, objeto do trabalho, segue uma distribuição normal. Importante notar que séries de retornos de preços (como será o caso deste trabalho, ver subseção 2.2.4), conforme tratadas na literatura, não costumam apresentar distribuições Gaussianas.

Duas ferramentas aqui serão utilizadas para verificar a normalidade do processo, a saber, uma forma gráfica (Q-Q Plot) e o teste estatístico de Shapiro-Wilk.

O primeiro coloca sob o mesmo plano e compara graficamente os quantis teóricos de uma determinada distribuição (neste caso, a normal) com os quantis estabelecidos pela amostra coletada. A aderência é avaliada a partir de quão próximos os pontos da amostra se aproximam da reta teórica. Um exemplo deste de gráfico segue na Figura 4, em que a reta estabelece o padrão da distribuição normal e os pontos plotados representam os dados amostrais, que devem estar alinhados ao longo da reta. Quanto mais próximos da reta teórica os pontos estiverem, mais aderente é o processo à distribuição normal.

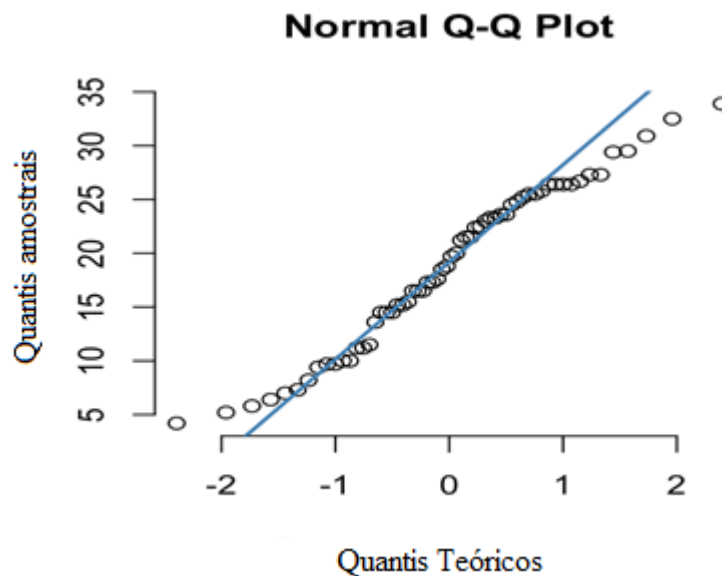


Figura 4: Gráfico Q-Q Plot de aderência à distribuição normal

Diversos testes não paramétricos podem ser utilizados para testar normalidade, como o Kolmogorov-Smirnov e o Anderson-Darling. O teste de Shapiro-Wilk, no entanto, mostra-se mais eficiente em muitos dos casos (Mohd Razali e Bee Wah, 2011) e portanto foi escolhido para tratarmos da série temporal. As hipóteses nula e alternativa são:

$H_0$ : O processo pode ser considerado Gaussiano

$H_1$ : O processo não pode ser considerado Gaussiano

Considere uma amostra  $X_1, \dots, X_n$  e seus dados ordenados, denotados por  $X_{(i)}$ , ou  $X_{(1)} < X_{(2)} < \dots < X_{(n)}$ . O teste calcula a estatística  $W$ :



$$W = \frac{b^2}{\sum_{i=1}^n (X_{(i)} - \bar{X})^2}$$

onde  $b$  é uma constante tabelada em função de  $n$  (ver Royston (1992) para seu cálculo).

Importante notar aqui que o teste se torna mais sensível conforme o aumento do número de observações, mas mostra resultados satisfatórios para  $n$  até 10,000.

Como critério de decisão, rejeita-se  $H_0$  se  $W < C_\alpha$ , valores críticos da estatística, expostos no apêndice D, para determinado nível de significância  $\alpha$ .

Em seguida, trataremos da independência dos dados e dos conceitos mais importantes necessários para assumir esta propriedade.

### 2.2.3 Independência

Em Estatística, a independência refere-se à propriedade de um valor do processo estocástico não ter relação com os demais valores do processo. Em séries temporais, isto significa que teoricamente o valor obtido em um determinado tempo ou período não está correlacionado com um antecedente. Para analisar esta propriedade é necessário definir:

#### (i) Função de autocovariância

Morettin e Tolo (2006) definem a função de autocovariância (facv) como:

**Definição:** Seja  $\{Z(t), t \in T\}$  um processo estacionário real discreto, de média zero e função de autocovariância  $\gamma_\tau = E\{Z_\tau Z_{t+\tau}\}$ . A facv  $\gamma_\tau$  satisfaz as seguintes propriedades:

- a)  $\gamma_0 > 0$ ;
- b)  $\gamma_{-\tau} = \gamma_\tau$ ;
- c)  $|\gamma_\tau| \leq \gamma_0$ ;
- d)  $\gamma_\tau$  é não negativa definida, no sentido que para quaisquer números reais  $a_1, \dots, a_n$  e  $\tau_1, \dots, \tau_n$  de  $T$ , devemos ter:

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n a_j a_k \gamma_{\tau_j - \tau_k} \geq 0$$

Ademais, denotando por  $\tau$  o valor da defasagem, o estimador da facv é dado por:

$$\hat{\gamma}_\tau = \frac{\sum_{t=1}^{n-\tau} [(Z_t - \bar{Z})(Z_{t+\tau} - \bar{Z})]}{n}, \tau = 0, 1, \dots, N-1$$

(ii) Função de autocorrelação

A função de autocorrelação (fac), aqui especificada por  $\rho_\tau$ , de um processo estocástico para determinada defasagem  $\tau$ , é dada por:

$$\rho_\tau = \frac{\gamma_\tau}{\gamma_0}, \tau \in \mathbb{Z}$$

$\gamma_\tau$  e  $\gamma_0$  dados em (i).

A fac de um processo possui as propriedades originais de  $\gamma_\tau$ , no entanto temos que  $\rho_0 = 1$ . Essa função acaba sendo de suma importância na determinação da ordem do modelo a ser escolhido, e, intuitivamente, um estimador é dado:

$$\hat{\rho}_\tau = \frac{\hat{\gamma}_\tau}{\hat{\gamma}_0}, \tau = 0, 1, \dots, n-1$$

(iii) Função de autocorrelação parcial

Assim como a fac, a função de autocorrelação parcial (facp) é utilizada de forma a identificar particularmente qual ajuste deve ser feito a uma modelagem de séries de tempo. Ao serem comparadas com as quantidades teóricas, as fac e facp de um processo estocástico permitem classificá-lo dentro de um determinado tipo de modelo. A facp, ferramenta proposta por Box, Jenkins e Reinsel (1994), corresponde à correlação entre  $Z_t$  e  $Z_{t-\tau}$  de forma a eliminar o efeito das observações  $Z_{t-1}, \dots, Z_{t-\tau+1}$ .

Novamente, Morettin e Toloi (2006) definem e trazem à tona o conceito de função de autocorrelação parcial. Denotado por  $\phi_{kj}$  o  $j$ -ésimo coeficiente de um modelo auto-regressivo  $AR(k)$ , de modo que  $\phi_{kk}$  seja o último coeficiente, a autocorrelação de ordem  $j$  pode ser escrita como:

$$\rho_j = \phi_{k1}\rho_{j-1} + \phi_{k2}\rho_{j-2} + \dots + \phi_{kk}\rho_{j-k}, \quad j = 1, \dots, k$$

Escrevendo numa notação matricial, obtemos as equações de Yule-Walker:

$$\begin{bmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 & \cdots & \rho_{k-1} \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 & \cdots & \rho_{k-2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \rho_{k-3} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_{k1} \\ \phi_{k2} \\ \vdots \\ \phi_{kk} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \rho_1 \\ \rho_2 \\ \vdots \\ \rho_k \end{bmatrix}$$

Resolvendo as equações tomando valores sucessivos de  $k$ , temos a solução geral denotada por um quociente de determinantes de matrizes:

$$\phi_{kk} = \frac{|P_k^*|}{|P_k|}$$

onde que  $P_k$  é a matriz das autocorrelações e  $P_k^*$  é a matriz  $P_k$ , mas substituindo a última coluna pelo vetor de autocorrelações.  $\phi_{kk}$  denota a facp de defasagem  $k$ .

Na prática, busca-se encontrar as fac e facp que estão fora de um determinado nível de confiança ao verificar se os coeficientes de correlação possuem valores significativamente diferentes de zero.

#### 2.2.4 Retornos

Morettin e Toloí (2006) explicitam a importância de se tomar retornos de variáveis ao se tratar de ativos (instrumentos) financeiros. Para efeitos de séries temporais, o risco envolvido em compra e venda de tais ativos é refletido em termos de variações de preços, livres de escala e com propriedades estatísticas mais interessantes, como estacionariedade e ergodicidade. Os modelos de auto-regressão que serão apresentados a seguir costumam apresentar resultados mais eficientes em se tratando de séries de retornos. A variação absoluta de preços  $P$  entre os instantes  $t - 1$  e  $t$  é dada por  $\Delta P_t = P_t - P_{t-1}$ .

**Definição:** o retorno líquido simples, ou taxa de retorno, de um determinado ativo entre os instantes  $t - 1$  e  $t$  é definido por:

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} = \frac{\Delta P_t}{P_{t-1}}$$

No entanto, na prática, para séries financeiras, é comum na literatura utilizar retornos logarítmicos neperianos (Clements, Franses e Swanson, 2004), tendo em vista que os retornos serão sempre valores não-negativos, condizentes com a definição do preço do ativo, além de facilitar operações matemáticas de composição de retornos acumulados para um determinado período. Definimos o ln-retorno de um ativo como:

$$r_t = \ln(1 + R_t) = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}}$$

São também definidos aqui os retornos multiperíodo, que comparam o preço entre os instantes  $t - k$  e  $t$ , de tal forma que o retorno simples é:

$$R_t(k) = \frac{P_t - P_{t-k}}{P_{t-k}}$$

Para retornos  $R_t(k)$  pequenos, como é o caso de muitas séries financeiras, teremos ainda, conforme Morettin e Tolo (2006), que  $\ln(1 + R_t(k)) \approx R_t(k)$ . Portanto, os retornos simples  $R_t$  e os ln-retornos  $r_t$  serão em geral valores muito próximos.

Ademais, teremos que o ln-retorno continuamente composto em um determinado período será:

$$r_t(k) = \ln(1 + R_t(k)) = \ln((1 + R_t) \dots (1 + R_{t-k+1})) = \sum_{j=0}^{k-1} \ln(1 + R_{t-j})$$

Finalmente:

$$r_t(k) = \sum_{j=0}^{k-1} r_{t-j}$$

Ou seja, o ln-retorno continuamente composto pode ser obtido simplesmente somando-se os valores dos ln-retornos obtidos durante o período e essa propriedade pode ser útil quando procura-se medir a evolução do desempenho de uma determinada carteira de ativos financeiros, como é o caso deste trabalho.

Os autores ainda trazem algumas peculiaridades, fatos estilizados, de se trabalhar com retornos, dentre eles destaca-se a propriedade de retornos em geral não serem autocorrelacionados. Portanto, os ln-retornos da série de ativos são utilizados para construção do modelo. Tão somente, as propriedades estatísticas dos retornos incluem premissas que permitem que os utilizemos em conjunto com os relevantes conceitos de estacionariedade, normalidade e independência para tratar a série e montar o modelo de forma parcimoniosa e correta, e de forma a considerar tais conceitos necessários e suficientes para tanto.

Em seguida, o trabalho apresenta alguns tipos de modelos paramétricos e uma estratégia para escolhermos sua estrutura com base nos dados.

### 2.2.5 Alguns modelos de séries temporais ARIMA

Esta subseção finaliza a Revisão Bibliográfica sobre Análise de Séries Temporais ao apresentar alguns dos tipos de modelos paramétricos relevantes para a construção do modelo de séries temporais e suas características. Por modelos paramétricos, entende-se modelos com comportamentos descritos por equações com um número finito de parâmetros.

Morettin e Tolo (2006), Box e Jenkins (1970) e Box, Jenkins e Reinsel (1994) propuseram uma estratégia baseada em um ciclo iterativo para escolher o modelo:

- (i) Considerar uma classe geral de modelos para análise (*especificação*);
- (ii) Realizar a *identificação* do modelo, com base na análise de funções de autocorrelações, autocorrelações parciais e outros critérios;
- (iii) Fase de *estimação*, na qual os parâmetros do modelo paramétrico são de fato estimados;
- (iv) Finalmente, há a *verificação* ou *diagnóstico* do modelo ajustado, através da análise dos resíduos, para avaliar se está adequado.

Caso o modelo não seja adequado, volta-se à fase de identificação (ii). Pode-se também realizar a identificação de múltiplos modelos, escolhendo dentre os modelos o melhor para um determinado fim. Para fins de previsão, por exemplo, pode ser procurado o modelo com menor erro quadrático médio de previsão.

Destaque aqui será dado a alguns modelos lineares, que supõem que a série temporal seja gerada por meio de um filtro linear cuja entrada é um ruído branco. Estes modelos avaliam a autocorrelação das observações e como isso modifica a ordem do processo estocástico.

#### a) Modelos auto-regressivos (AR)

Um modelo auto-regressivo descreve um comportamento em que uma variável é uma combinação linear dos valores previamente obtidos na série. Conforme Morettin e Tolo (2006), temos:

**Definição:** Um modelo auto-regressivo de ordem  $p$ , doravante denotado por  $AR(p)$ , é dado por:

$$\tilde{Z}_t = \phi_1 \tilde{Z}_{t-1} + \phi_2 \tilde{Z}_{t-2} + \cdots + \phi_p \tilde{Z}_{t-p} + a_t$$

onde forma que  $\tilde{Z}_t = Z_t - \mu$ , sendo  $\mu$  a média do processo, e  $a_t$  é um ruído branco  $\sim RB(0, \sigma^2)$ .

b) Modelos de médias móveis (MA)

Modelos de médias móveis (*moving averages*) são processos em que a variável é obtida a partir de combinações lineares dos valores atuais e passados do termo denotado como ruído branco.

**Definição:** Um processo de médias móveis de ordem  $q$  é denotado por  $MA(q)$ , e temos portanto, considerando as mesmas notações utilizadas no processo AR:

$$\tilde{Z}_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \cdots - \theta_q a_{t-q}$$

c) Modelos auto-regressivos e de médias móveis (ARMA)

Intuitivamente, os modelos auto-regressivos e de médias móveis confluem características dos dois modelos lineares já tratados (AR e MA). Na prática, utilizar modelos deste tipo geralmente torna possível representar os processos por números menores de parâmetros do que ocorreria utilizando os processos puros. Isso auxilia a criação de um modelo mais parcimonioso e simplifica sua utilização. Morettin e Tolo (2006) descrevem o modelo:

**Definição:** Um modelo auto-regressivo de médias móveis de ordens  $p, q$ , denotado por  $ARMA(p, q)$ , pode ser descrito da seguinte maneira:

$$\tilde{Z}_t = \phi_1 \tilde{Z}_{t-1} + \cdots + \phi_p \tilde{Z}_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \cdots - \theta_q a_{t-q}$$

d) Modelos auto-regressivos integrados de médias móveis (ARIMA)

O modelo auto-regressivo integrado de médias móveis, ao contrário dos demais apresentados, não assume que o processo modelado é estacionário. Séries reais, como retornos financeiros, costumam apresentar comportamento não-estacionário. Morettin e Tolo (2006) afirmam que séries  $Z_t$  tais que, tomando-se um número finito de diferenças  $d$ , tornam-se estacionárias, são chamadas de não-estacionárias homogêneas, portadoras de raízes unitárias.

Estabelece-se a diferença:

$$W_t = Z_t - Z_{t-d} = \Delta^d Z_t$$

Portanto, temos que o modelo  $ARIMA(p, d, q)$  assume que, tomando-se a  $d$ -ésima diferença de um processo  $Z_t$  não-estacionário, se o processo resultante  $W_t$  é estacionário, ele pode ser representado por um modelo  $ARMA(p, q)$ . A denotação de integrado deve-se ao fato de, se  $W_t$  é uma diferença de  $Z_t$ , então  $Z_t$  é uma *integral* de  $W_t$ .

### 2.3 Controle Estatístico de Processos

Esta seção se dedicará a apresentar os principais conceitos e bases teóricas do Controle Estatístico de Processos (CEP) e suas ferramentas, mostrando como isso é integrado ao Controle Estatístico de Qualidade e finalmente de qual maneira as ferramentas podem ser aplicadas na análise de séries temporais para monitorar ativos financeiros e auxiliar na tomada de decisões.

O estudo do futuro do câmbio aqui é feito analisando-o como um processo. Assim como numa produção industrial, faz-se útil analisar se o processo é estável ou replicável, e o estudo da sua variabilidade torna possível avaliar se ele está dentro ou fora do alvo de suas dimensões. Ao descrever o comportamento deste processo, pode-se partir para a tomada de decisões. No caso de um processo produtivo, em que as características intrínsecas do processo podem ser alteradas (com a mudança das configurações de máquinas, por exemplo), o interesse é melhorar a capacidade e a eficiência e reduzir custos ao diminuir a variabilidade (Montgomery, 2004). Ao diminuir a variabilidade, aumenta-se a qualidade do processo. No caso do ativo financeiro, o interesse é verificar se o comportamento da média ou outro parâmetro de interesse mudou, para então tomar decisões de compra ou venda no interesse de obter lucro.

O CEP possui um conjunto de sete ferramentas que podem ser aplicadas a qualquer processo:

- a) Histograma: Dispõe graficamente a frequência de distribuição dos dados obtidos por medições, criando um panorama de padrões e permitindo visualizar o tipo de distribuição e como os dados estão dispersos. Figura 5 traz um exemplo de histograma;

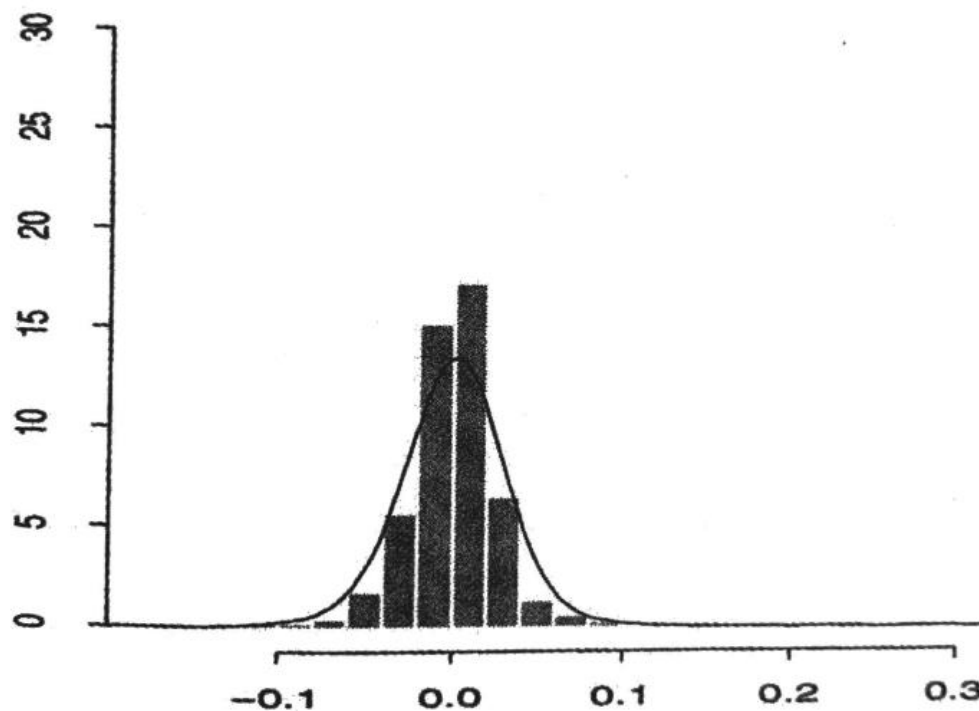


Figura 5: Exemplo de Histograma. Fonte: Morettin e Toloi (2006)

- b) Folha de controle: Uma lista pré-estabelecida de itens que são marcados toda vez que um evento é percebido durante a produção ou avaliação. Semelhante a um *checklist*;
- c) Gráfico de Pareto: Também conhecido como Diagrama 80-20, é um gráfico de barras que ordena a frequência das ocorrências das causas, permitindo a visualização das causas de não-conformidade. A ideia é verificar quais problemas são os mais significativos e concentram esforços para resolução (por exemplo, acumulam ~80% das ocorrências) e quais são os problemas de menor impacto, que não devem ser primordialmente focados (20% do total). O gráfico de Pareto pode incluir uma curva de porcentagem acumulada e um exemplo é apresentado na Figura 6;



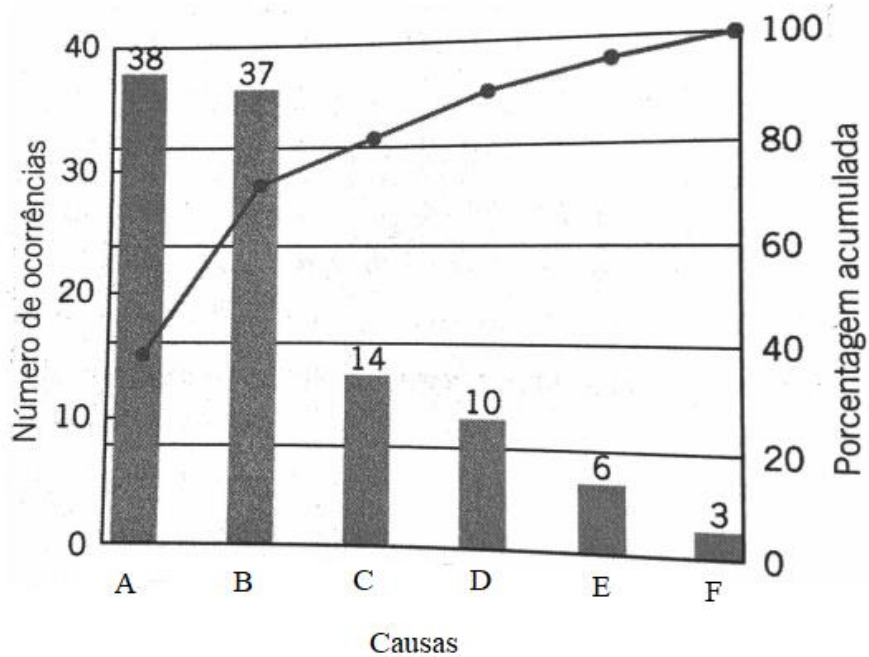


Figura 6: Exemplo de um gráfico de Pareto. Fonte: Montgomery (2004)

- d) Diagrama de causa-e-efeito: Também conhecido como Diagrama de Ishikawa, é uma ferramenta que estrutura as causas e sub-causas de um problema estudado, em que um efeito é associado a todas as possibilidades que possam ter contribuído para sua ocorrência. Um exemplo é dado na Figura 7;

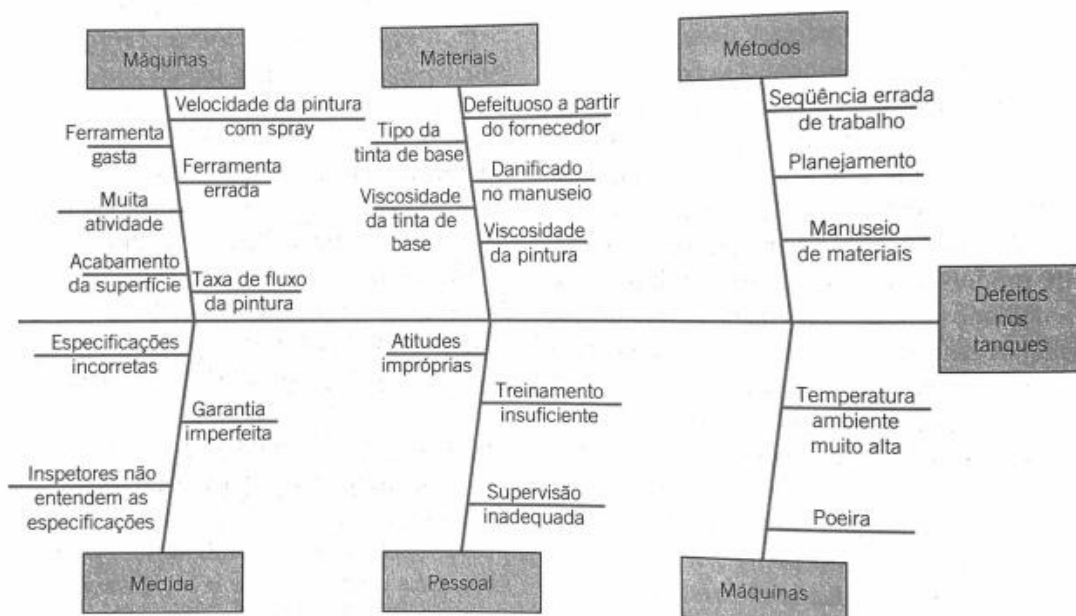


Figura 7: Exemplo de um Diagrama de causa-e-efeito. Fonte: Montgomery (2004)

- e) Diagrama da concentração de defeito: Representação visual de um determinado produto, com as suas vistas geométricas (superior e laterais) desenhadas em um plano. Os defeitos são marcados sobre o desenho no intuito de definir onde as causas de não-conformidade estão concentradas. Figura 8 representa um exemplo do diagrama da concentração de defeito. Esta ferramenta pode ser utilizada na forma de um fluxograma;

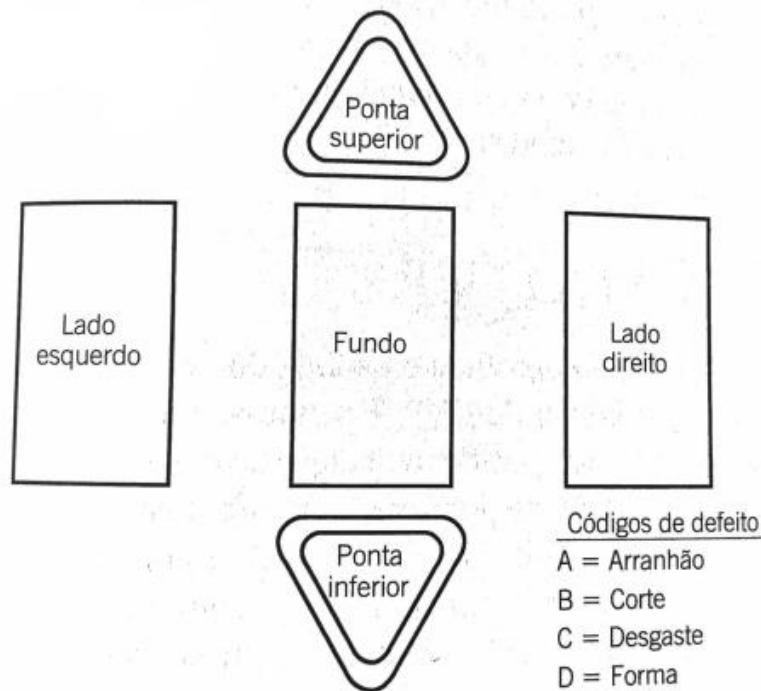


Figura 8: Exemplo de diagrama da concentração de defeito. Fonte: Montgomery (2004)

- f) Diagrama de dispersão: Representação gráfica de valores simultâneos de duas ou mais variáveis, uma em função da outra, utilizada para mostrar uma correlação entre elas e estabelecer relação de causa-e-efeito. Um exemplo é apresentado na Figura 9;

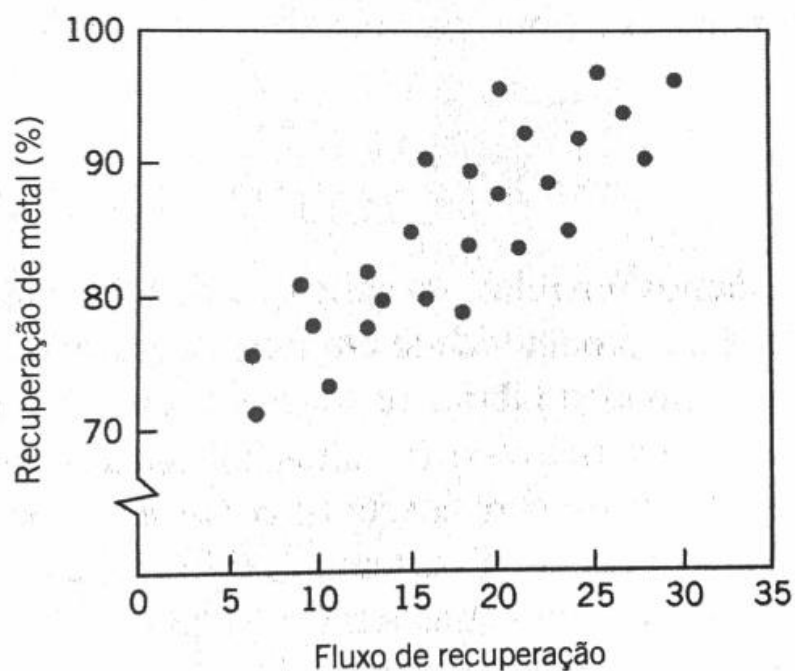


Figura 9: Exemplo de diagrama de dispersão. Fonte: Montgomery (2004)

- g) Gráfico de controle: Representação gráfica que agrupa valores observados do processo ao longo do tempo. É utilizado no acompanhamento e monitoramento de um processo. São 3 linhas: limites de controle inferior e superior, e uma linha central. Um exemplo de um gráfico de controle é exposto na Figura 10.

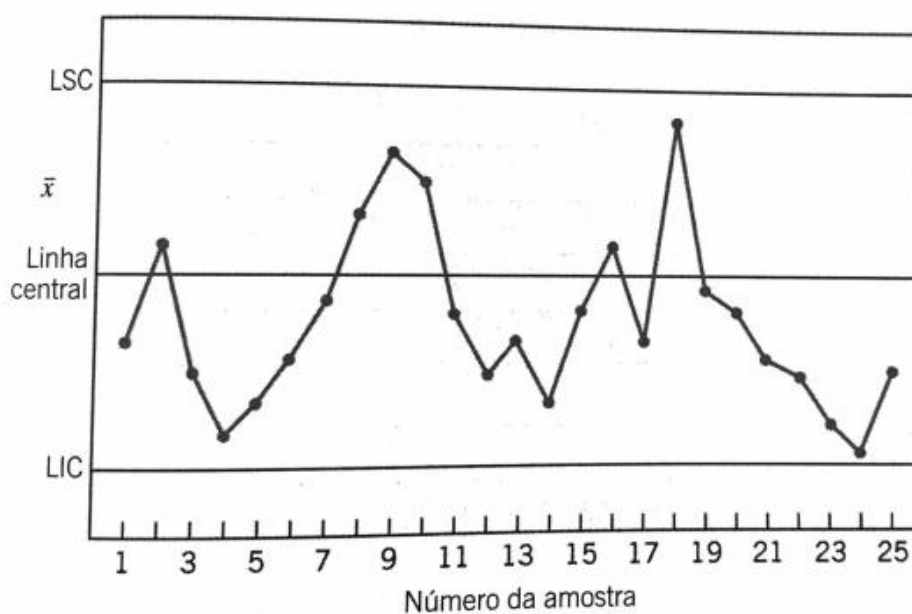


Figura 10: Exemplo de gráfico de controle estatístico de processo. Fonte: Montgomery (2004)

Dentre as sete ferramentas da qualidade, segundo Montgomery (2004), os gráficos de controle se apresentam como os mais sofisticados tecnicamente. Podem ser vistos como testes de hipótese feitos continuamente para julgar se o processo está sob ou fora de controle. Caso seja julgado que o processo está fora de controle, o processo produtivo é parado e inicia-se a busca das causas especiais que geraram a não-conformidade. O presente trabalho irá focar nos Gráficos de Controle para avaliar o processo temporal.

### 2.3.1 Gráficos de Controle

Montgomery (2004) estabelece que os processos estejam sujeitos a inevitáveis causas, que geram uma variabilidade natural do processo. Se um processo opera somente com tais causas aleatórias de variação, é dito sob controle estatístico, sendo estas uma parte inerente do processo. No entanto, causas especiais podem ser responsáveis por tirar o processo de controle. O objetivo do gráfico de controle é detectar rapidamente a ocorrência das causas especiais (ou atribuíveis) que geram mudanças no processo, procurando monitorar e controlar sua variabilidade ao permitir a tomada de decisão mediante a ocorrência.

**Definição:** Um gráfico de controle é uma apresentação gráfica de uma característica medida ou calculada a partir de uma amostra *versus* o número da amostra ou o tempo. O gráfico contém uma linha central (LC), representando o valor médio da estatística que corresponde ao estado sob controle, e contém duas linhas horizontais, chamadas de limite superior de controle (LSC) e limite inferior de controle (LIC).

A estatística monitorada  $Z_t$  é colocada no eixo das ordenadas e seu comportamento é observado; de maneira geral, para que o processo seja considerado sob controle, os pontos devem estar localizados dentro da região delimitada pelo LIC e pelo LSC, e os pontos devem estar dispostos de maneira aleatória.

Estes limites são calculados estatisticamente de modo a satisfazer alguma métrica de desempenho. Montgomery (2004) fornece um modelo geral para uma estatística amostral  $w$ , com média  $\mu_w$  e desvio padrão  $\sigma_w$ , considerando  $L$  a quantidade de desvios-padrão de distância entre a linha central e os limites de controle:

$$LSC = \mu_w + L\sigma_w$$

$$LC = \mu_w$$

$$LSC = \mu_w - L\sigma_w$$

A determinação do valor de  $L$  não é sempre possível de ser feita através de métodos analíticos, sendo necessária a utilização de métodos de iteração numérica e simulação (que serão apresentados posteriormente, nos capítulos 3 e 4). O intuito é encontrar um valor que satisfaz um critério de desempenho. Quanto maior  $L$ , mais distante estão os limites de controle da linha central.

Na prática, os gráficos de controle podem ser vistos como testes de hipótese continuamente aplicados, para julgar se o processo está ou não sob controle. Isto é:

$H_0$ : O processo monitorado está sob controle estatístico

$H_1$ : O processo monitorado está fora de controle estatístico

Rejeita-se a hipótese nula caso a estatística analisada ultrapassar algum dos limites de controle, e aceita-se a hipótese nula caso os valores estejam dentro dos limites estabelecidos. Julgar se um processo se encontra ou não sob controle estatístico depende da distância entre a linha central e os limites de controle. No entanto, na tomada de decisão, podem ocorrer 2 tipos de erro.

**Definição:** Erro do tipo I é definido como rejeitar  $H_0$  sendo que a hipótese nula é verdadeira. Ou seja, o parâmetro está sob controle, mas o valor da estatística está fora da região de controle. É o chamado erro de “alarme falso” e é denotado por  $\alpha$ . Ou seja, para julgar um processo  $Z_t$  sob controle, temos:

$$\alpha = P[Z_t > LSC \mid \text{processo sob controle}] + P[Z_t < LIC \mid \text{processo sob controle}]$$

**Definição:** Erro do tipo II é definido como aceitar  $H_0$  sendo que a hipótese nula é falsa. O valor da estatística monitorada está dentro dos limites de controle determinados, mas o parâmetro não está sob controle, mudou. É o chamado erro de “não-detecção” e é denotado por  $\beta$ .

$$\beta = P[LIC < Z_t < LSC \mid \text{processo não está sob controle}]$$

Conforme Samohyl (2009), o desempenho de um determinado gráfico de controle é diretamente associado a quão rápida é a detecção de um processo fora de controle, para identificar a causa que gerou a mudança e permitir que a tomada de decisões possa ser feita com prontidão e que o processo volte à estabilidade. Para comparar o desempenho de gráficos de controle é utilizado comumente o Comprimento Médio da Sequência (CMS), ou, em inglês, *Average Run Length* (ARL). O ARL é uma medida de eficiência que, segundo Montgomery (2004), essencialmente é o número médio de pontos que devem ser marcados antes que um ponto indique uma condição fora de controle. Para um determinado grau de qualidade, representa quantas amostras levam para que o gráfico sinalize um valor fora dos limites de controle.

O ARL está associado às probabilidades dos erros tipo I e II, de tal forma que, para um processo que está sob controle, buscamos o maior ARL possível (denotado como  $ARL_0$  para o processo sob controle). Temos, portanto:

$$ARL_0 = \frac{1}{\alpha}$$

Quando o processo não está sob controle, procuramos minimizar o ARL (denotado aqui como  $ARL_1$ ):

$$ARL_1 = \frac{1}{1 - \beta}$$

Com isso, procura-se reduzir a probabilidade de erros tipo I e II, alarmes falsos e não-detecções. No entanto, na prática, um  $\alpha$  muito baixo ( $ARL_0$  muito alto) pode levar a um  $\beta$  muito grande ( $ARL_1$  indesejavelmente alto) e vice-versa. Isso ocorre, pois, à medida que se distanciam os limites de controle da linha central (diminuindo os alarmes falsos), reduz-se também a capacidade de o gráfico detectar mudanças. Por isso, é imperativo encontrar um balanço dos dois ARL de forma a garantir um gráfico estatisticamente relevante e que possua um desempenho aceitável.

Existem diferentes tipos de gráficos de controle, atendendo a diferentes critérios. A título de exemplo, o tipo de estatística analisada e o tipo de característica da qualidade analisada são alguns destes critérios. O foco aqui, no entanto, será dado aos gráficos de controle para variáveis, ou seja, aqueles que monitoram as características medidas em escala numérica. A seguir, apresentaremos alguns tipos de gráficos de controle pertinentes a este trabalho.

### 2.3.2 Tipos de Gráficos de Controle de Shewhart

Gráficos do controle do tipo Shewhart são aqueles que realizam o julgamento do processo baseado somente na observação atual. Alguns dos tipos mais comuns de gráficos de controle de Shewhart para variáveis são aqueles que monitoram média e dispersão.

No entanto, estes gráficos ignoram qualquer dado precedente. Ou seja, as informações dadas pela sequência passada de pontos não são consideradas, e os gráficos de Shewhart utilizam apenas as informações do processo do último ponto plotado. Conforme Montgomery (2004), isso gera uma desvantagem intrínseca que é a que o gráfico fica insensível a pequenas mudanças no processo. Desvios menores, mas que tiram o processo de controle estatístico, representando efeito de uma possível causa especial, acabam levando muito mais tempo para serem detectados. Portanto, além dos gráficos de Shewhart, convém estudar alternativas que julgam o processo com base em dados passados, o que é feito na subseção 2.3.3.

Segundo Montgomery (2004), considere que os dados coletados de uma amostra de tamanho  $n$  apresentam uma distribuição normal com média  $\mu$  e variância  $\sigma^2$ . Os limites de controle e a linha central do gráfico para monitorar a média, por exemplo, seriam:

$$LSC = \mu + Z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$LC = \mu$$

$$LIC = \mu - Z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

onde  $Z_{\alpha/2}$  representa o quantil da distribuição normal admitindo erro tipo I  $\alpha$ . É comum substituí-lo por 3 em abordagens do tipo três-sigma.

No entanto, quando não se conhecem de fato os valores  $\mu$  e  $\sigma$  de uma distribuição, é necessária a aplicação de estimadores para a construção dos gráficos de Shewhart.

#### a) Gráfico de controle para a média ( $\bar{x}$ )

Considere  $m$  amostras de tamanho  $n$  da variável  $x$ . Para a  $i$ -ésima amostra  $x_{i1}, \dots, x_{in}$ , sua média amostral ( $\bar{x}_i$ ) e amplitude amostral ( $R_i$ ) são respectivamente dadas por:

$$\bar{x}_i = \sum_{j=1}^n \frac{x_{ij}}{n}$$

$$R_i = \max(x_{ij}) - \min(x_{ij})$$

Ainda, para as  $m$  amostras:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \cdots + \bar{x}_m}{m}$$

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \cdots + R_m}{m}$$

Segundo Montgomery (2004), para o gráfico  $\bar{x}$ , teremos os seguintes limites de controle:

$$LSC_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R}$$

$$LC_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}}$$

$$LIC_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R}$$

onde  $A_2$  é uma constante tabulada, disponível em Montgomery (2004).

b) Gráfico de controle para a amplitude (R):

É um gráfico utilizado para monitorar a variabilidade de um determinado processo. Plotam-se os valores das amplitudes amostrais  $R$  em um gráfico de controle, e estabelecem-se os seguintes limites de controle:

$$LSC_R = D_4 \bar{R}$$

$$LC_R = \bar{R}$$

$$LIC_R = D_3 \bar{R}$$

onde as constantes  $D_3$  e  $D_4$  são tabuladas em Montgomery (2004).

c) Gráfico de controle S

Além do gráfico da amplitude, o gráfico S é utilizado também para medir uma variabilidade e dispersão dos dados. Um estimador não-viesado para a variância é dado por:



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

No entanto, a raiz quadrada do estimador não é um estimador não-viesado para o desvio padrão. Se a distribuição subjacente é normal,  $S$  é um estimador de  $c_4\sigma$ , onde  $c_4$  é uma constante que depende do tamanho  $n$  da amostra.

Segundo Montgomery (2004), os limites de controle e linha central do gráfico  $S$  com um valor referência de  $\sigma$  tornam-se:

$$LSC_S = B_6\sigma$$

$$LC_S = c_4\sigma$$

$$LIC_S = B_5\sigma$$

onde  $B_5$  e  $B_6$  são constantes tabuladas para vários tamanhos de amostra. Se nenhum valor de referência é dado para  $\sigma$ , ele deve ser estimado através de dados passados. Ver Montgomery (2004) para alternativas de cálculo.

Duas alternativas aos gráficos de controle de Shewhart são apresentados, chamados de gráficos com memória, ou seja, que consideram dados de observações passadas. Eles são definidos na próxima subseção.

### 2.3.3 Gráficos de controle com memória

Como alternativa para gráficos de Shewhart, Montgomery (2004) apresenta o gráfico de soma acumulada, ou, no inglês, CUSUM, e o gráfico de média móvel exponencialmente ponderada, do inglês EWMA.

#### a) Gráfico CUSUM (soma acumulada)

O gráfico CUSUM usa como estatística no monitoramento a soma acumulada dos desvios dos dados da amostra em relação a um valor-alvo. Neste caso, trataremos do CUSUM tabular para monitoramento da média, de tal forma que o valor-alvo para a característica do processo  $Z_t$  é  $\mu_0$ .

Conforme Montgomery (2004), acumulam-se desvios de  $\mu_0$  que estão acima do alvo com uma estatística  $C^+$ , e acumulam-se desvios abaixo de  $\mu_0$  com uma estatística  $C^-$ . Estas

estatísticas são chamadas de CUSUMs unilaterais superior e inferior, nesta ordem, e são dadas por:

$$C_t^+ = \max[0, Z_t - (\mu_0 + K) + C_{t-1}^+]$$

$$C_t^- = \max[0, (\mu_0 - K) - Z_t + C_{t-1}^-]$$

onde  $C_t^+$  e  $C_t^-$  representam os valores das estatísticas no instante  $t$ , os valores iniciais  $C_0^+ = C_0^- = 0$ ,  $Z_t$  são os valores da série temporal no instante  $t$ , e  $K$  é o valor de referência, ou valor de tolerância. Para um processo  $Z_t$  que segue a distribuição normal, ele é escolhido como a metade entre o valor-alvo  $\mu_0$  e o valor da média fora de controle  $\mu_1$ :

$$K = \frac{|\mu_1 - \mu_0|}{2}$$

Se tanto  $C_t^+$  ou  $C_t^-$  excederem um intervalo de decisão  $H$ , considera-se o processo fora de controle. O valor de  $H$  pode ser determinado por simulações numéricas, segundo o desempenho (ARL) desejado para o gráfico.

b) Gráfico EWMA (média móvel exponencialmente ponderada)

O segundo gráfico com memória apresentado por Montgomery (2004) é o gráfico de controle da média móvel exponencialmente ponderada (MMEP), largamente conhecido na literatura por seu nome em inglês, proveniente de *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA), como será doravante denotado. O EWMA é útil também na detecção de pequenas mudanças de estatísticas, possui desempenho aproximadamente equivalente ao CUSUM e é em geral mais fácil de operar. Gráficos deste tipo são extensivamente utilizados ao modelar séries temporais (Box, Jenkins e Reinsel, 1994).

A partir das observações  $Z_t$  de um processo estocástico, o valor  $y_t$  monitorado no gráfico EWMA é dado por:

$$y_t = \lambda Z_t + (1 - \lambda)y_{t-1}$$

onde o fator de suavização  $\lambda$  é uma constante,  $0 < \lambda \leq 1$ ;  $Z_t$  é o valor da série temporal no instante  $t$  e  $y_t$  é o valor da estatística calculada no instante  $t$  de modo que  $y_0 = \mu_0$ .

É comum utilizar a média amostral das  $n$  observações de  $Z_t$ ,  $\bar{Z}$  como valor inicial do EWMA, de forma que  $y_0 = \bar{Z}$ . Ainda, variância de  $y_t$  pode ser determinada com base nos valores de  $\lambda$  e na variância  $\sigma^2$  das observações  $Z_t$ , de tal maneira que o gráfico passa a ter os seguintes valores para linha central e limites de controle:

$$LSC_{EWMA_t} = \mu_0 + L\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)} [1 - (1-\lambda)^{2t}]}$$

$$LC_{EWMA_t} = \mu_0$$

$$LIC_{EWMA_t} = \mu_0 - L\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)} [1 - (1-\lambda)^{2t}]}$$

Os valores a serem utilizados de  $L$  e  $\lambda$  podem ser escolhidos a priori ou podem ser provenientes de simulações no intuito de atingir um determinado  $ARL_0$ .

#### 2.3.4 Escolha do gráfico de controle

Montgomery (2004) apresentou um fluxograma que aponta para o tipo recomendado de gráfico de controle a ser utilizado com base em critérios como a autocorrelação entre os dados e a necessidade de detecção de um desvio grande ou pequeno na estatística observada. Este fluxograma está reproduzido na Figura 11.

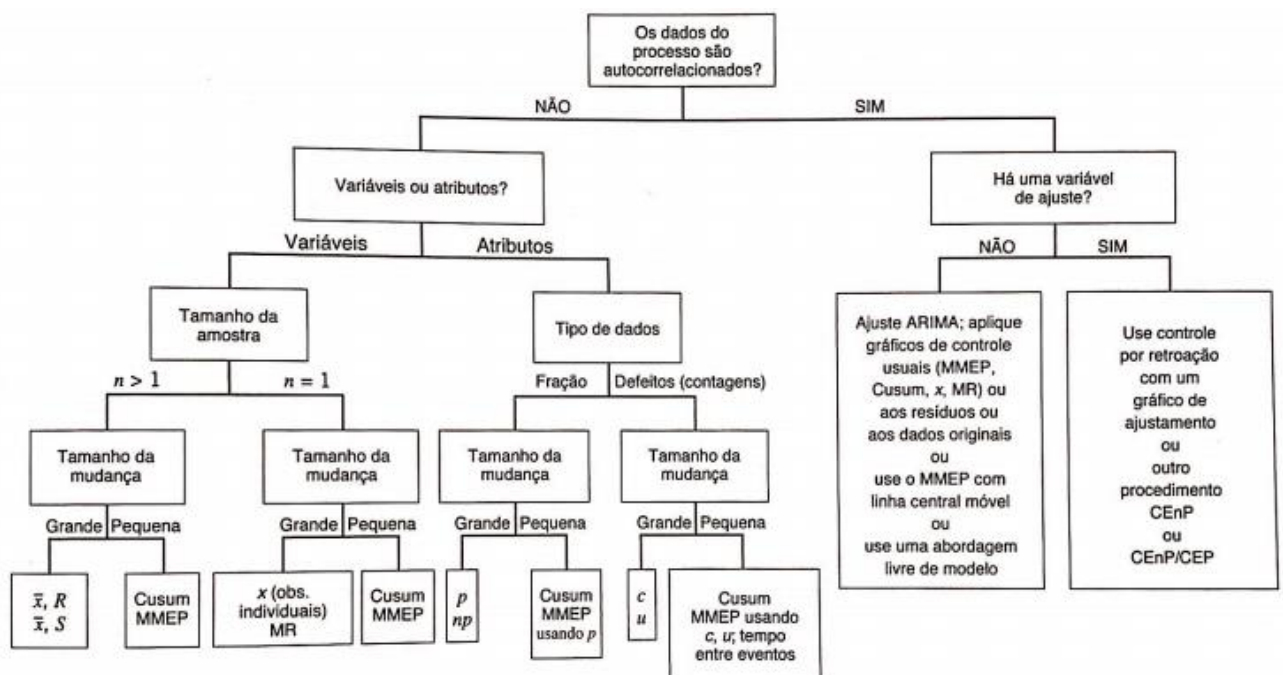


Figura 11: Fluxograma para escolha de gráfico de controle em processos univariados. Fonte: Montgomery (2004)

Em se tratando de séries temporais e, em especial, séries financeiras, a literatura recomenda o uso de gráficos com memória (Ding e Meade, 2010), sobretudo tendo em vista que as mudanças e desvios ocorrem com uma magnitude menor, de difícil detecção em gráficos de Shewhart. Os dados de uma série financeira, como é o caso do presente trabalho, podem possuir certo grau de autocorrelação mesmo após ajuste do modelo e não incluem variável de ajuste. Montgomery (2004) faz três recomendações neste caso:

- 1) Ajuste ARIMA; aplique gráficos de controle usuais (EWMA, CUSUM, etc.) ou aos resíduos ou aos dados originais; ou
- 2) Use o EWMA com linha central móvel; ou
- 3) Use uma abordagem livre de modelo.

Tendo em vista sua ampla utilização na literatura, associada a uma representação de mais fácil entendimento, opta-se aqui pela primeira opção, que trata do ajuste ARIMA previamente escolhido para a média, seguido da aplicação de gráficos de controle com memória aos dados originais. Devido à praticidade maior em utilizar o modelo EWMA, este foi escolhido para monitoramento da variável estudada. Será utilizado o gráfico com limites superiores e inferiores, e tratando do teste de hipótese:

$H_0$ : O processo analisado está sob controle estatístico

$H_1$ : O processo analisado está fora de controle estatístico

Essencialmente, no EWMA, isso simboliza que aceitamos  $H_0$  caso  $LIC \leq y_t \leq LSC$  e rejeitamos  $H_0$  para os casos em que  $y_t > LSC$  ou  $y_t < LIC$ .

### 3 METODOLOGIA

O objetivo deste capítulo é apresentar a metodologia a ser aplicada para alcançar o objetivo proposto pelo trabalho. Os passos aqui explicitados tornam possível, a partir de uma série temporal de preços do futuro de câmbio, construir um modelo que pode ser monitorado através de gráficos de controle e, então, permitir a tomada de decisão de compra ou venda de um lote de ativo estrategicamente. Figura 12 apresenta um panorama geral dos passos, que serão descritos em detalhes.

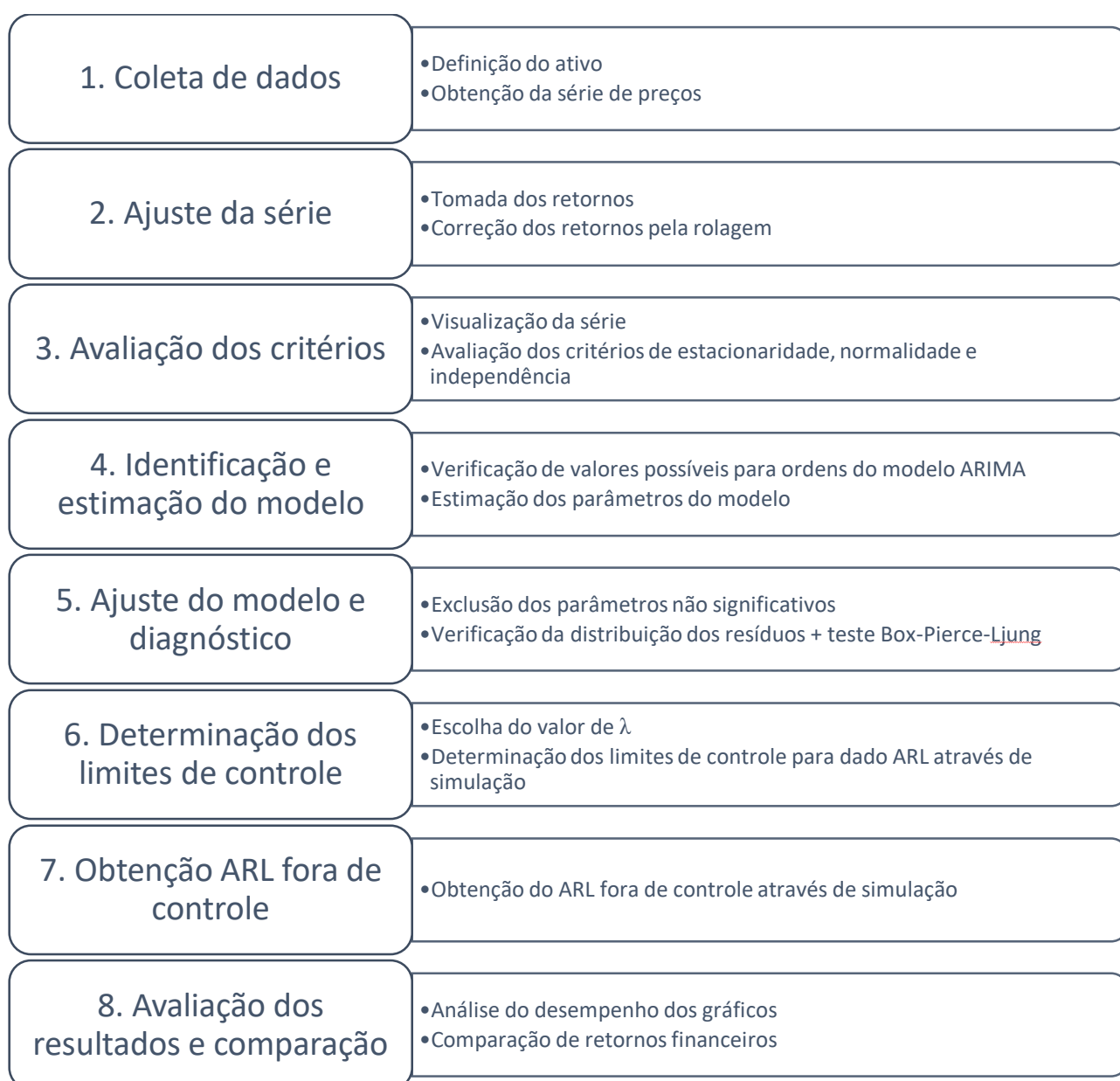


Figura 12: Panorama geral dos passos da metodologia do trabalho

### 3.1 Coleta de dados

A primeira etapa da metodologia é a coleta dos dados, que consiste na obtenção de dados temporais históricos de um determinado ativo objeto. É importante que os dados sejam coletados de uma fonte confiável, tendo em vista que o processo estocástico será o *input* do modelo, ou seja, para que se tenham resultados confiáveis ao final do modelo de séries de tempo, os dados de entrada devem ter validade. Ou seja, é fundamental que se escolha de forma criteriosa o ativo com o qual se trabalha, assim como se tenha acesso a uma boa ferramenta de obtenção dos dados, a fim de atingir os objetivos de forma válida e eficiente.

### 3.2 Ajuste da série

Séries de preços relacionadas a ativos financeiros raramente são estacionárias. Um exemplo é o câmbio do Euro (EURBRL), ilustrado na Figura 13 em que os preços  $P_t$  de fechamento são associados ao tempo  $t$ . A estacionaridade, no entanto, é uma das condições necessárias para se obter modelos de previsão do tipo ARIMA. Logo, caso a série não seja estacionária, convém buscar e aplicar alguma transformação de modo a torná-la estacionária.

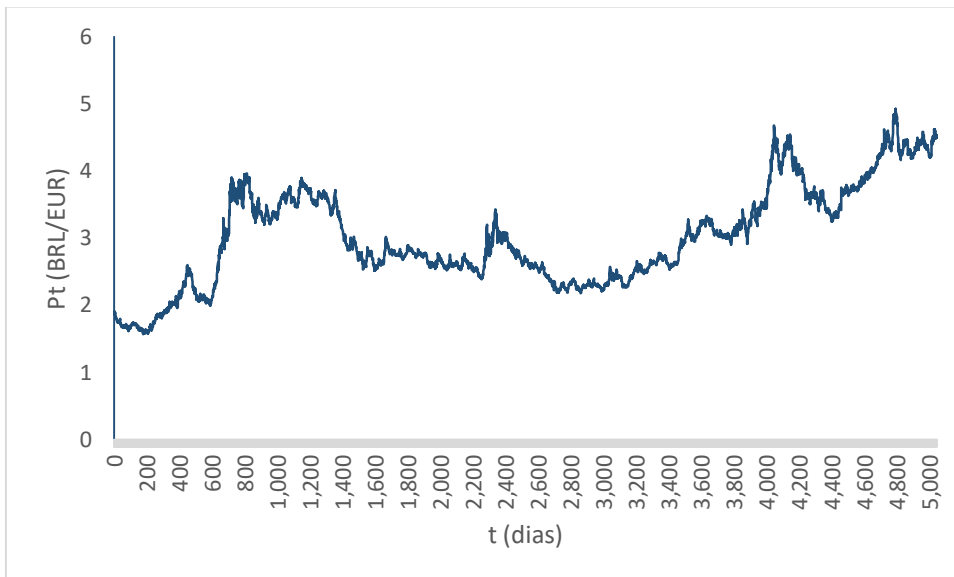


Figura 13: Exemplo série temporal EURBRL

Uma transformação que pode ser considerada é tomar os retornos logarítmicos entre preços consecutivos da série, tendo em vista as características favoráveis que os retornos

possuem em séries de preços. A aplicação de modelos para essas séries transformadas torna-se estatisticamente mais viável.

Outra transformação específica em séries de ativos baseados em datas futuras pode ser feita para eliminar o efeito da rolagem de datas em passagens de um mês para outro. Por exemplo, em 2019, o valor do FF na data 31 de Outubro considera a data de referência como 01 Novembro, enquanto o FF na data 01 Novembro toma como referência o dia 02 de Dezembro. Ou seja, nas mudanças de mês, existe um ajuste de pontos muito grande que ocorre pois a data de referência também é tomada do mês seguinte. Isso nos levaria a tomar retornos muito maiores do que eles realmente são.

Ao utilizar uma abordagem similar à realizada por França (2010) e Drevon (2016), foi realizado um ajuste que considera o comportamento do ativo próximo aos vencimentos: os retornos no primeiro dia útil de cada mês foram considerados como o retorno entre o primeiro futuro do primeiro dia útil do mês e o segundo futuro (o futuro de câmbio no primeiro dia útil do mês seguinte ao mês subsequente) do dia anterior, ou seja, do último dia útil do mês passado. Isso é ilustrado na Figura 14.

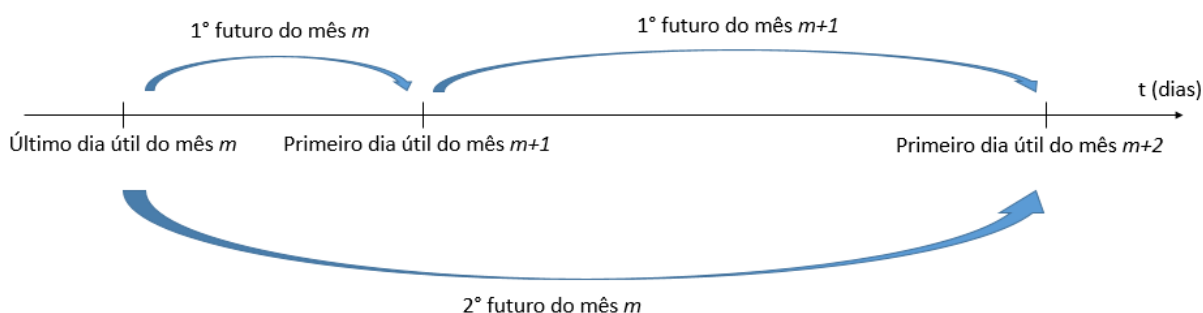


Figura 14: Efeito da rolagem no vencimento do derivativo

O cálculo do retorno para o primeiro dia útil do mês, portanto, torna-se o quociente entre o FF do mês  $m + 1$  e o segundo futuro do mês  $m$ . Os autores mostram que esse tipo de processo amortece o efeito da rolagem e permite que a série histórica seja tomada nas mudanças de mês, proporcionando dados que sejam confiáveis e removendo saltos que não possuem validade financeira e estatística da série.

A partir dos ajustes, está calculada a série de ln-retornos que agora deve ser analisada com base em seus critérios para que seja possível obter os parâmetros de seu modelo de previsão.

### 3.3 Avaliação dos critérios

Os critérios estacionaridade, normalidade e independência devem aqui ser testados no intuito de verificar a validade do emprego do ARIMA.

Primordialmente, deve-se verificar se a série é estacionária. A título de exemplo, são ilustrados na Figura 15 os retornos logarítmicos  $R_t$  associados à série mostrada na Figura 13, de EURBRL. A série possui um comportamento estacionário em torno do zero, algo comum para séries de preços transformadas por seus retornos.

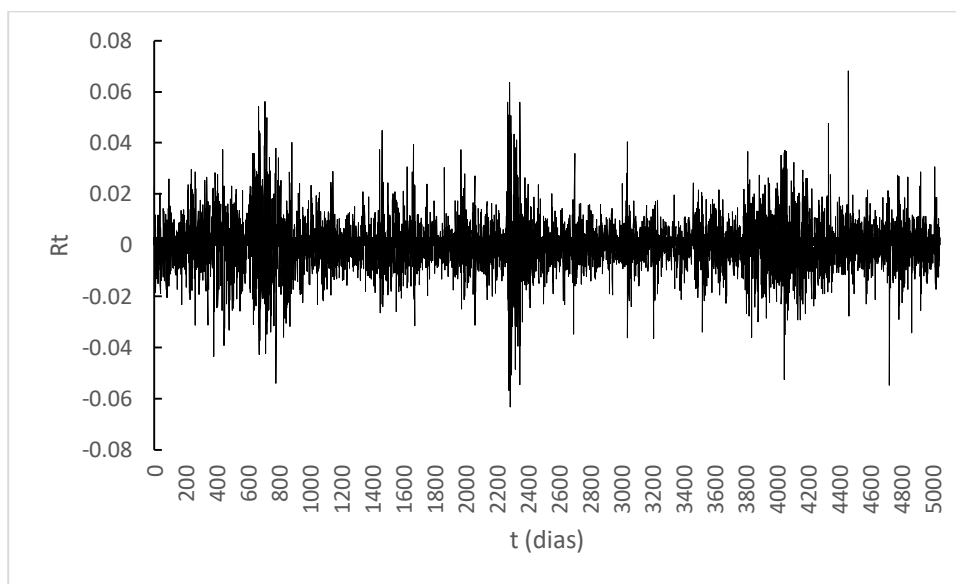


Figura 15: Exemplo série temporal de retornos EURBRL

Caso a hipótese da estacionaridade não seja verdadeira, conforme proposto por Morettin e Toloi (2006), serão tomadas as séries de diferenças da série original quantas vezes forem necessárias até que a série seja estacionária. No geral, entretanto, a primeira diferença  $\Delta Z_t = Z_t - Z_{t-1}$  já é estacionária. O teste ADF deve então ser aplicado na série das diferenças para testar estacionariedade.

Além disso, pode-se testar a normalidade da distribuição dos retornos que compõem o processo estocástico. O Q-Q Plot, o histograma dos dados e o teste Shapiro-Wilk, serão utilizados para testar normalidade.

A independência pode então ser avaliada. Um passo importante na identificação do modelo consiste em analisar o comportamento das autocorrelações e autocorrelações parciais, respectivamente através de suas funções de autocorrelação e autocorrelação parcial. Como



demonstrado por Box, Jenkins e Reinsel (1994), existem certos padrões que podem ser verificados nas características das funções de forma a identificar de quais modelos estamos tratando. Morettin e Toloi (2006) reúnem estas características; devemos ter, para as funções de autocorrelação:

- (i) Um processo  $AR(p)$  tem  $\text{fac}$  que decai de acordo com exponenciais e/ou senoides amortecidas, infinitas em extensão;
- (ii) Um processo  $MA(q)$  tem  $\text{fac}$  finita, no sentido que ela apresenta um corte após o “lag”  $q$ ;
- (iii) Um processo  $ARMA(p, q)$  tem  $\text{fac}$  infinita em extensão, a qual decai de acordo com exponenciais e/ou senoides amortecidas após o “lag”  $q - p$ .

Para as  $\text{facp}$ , devemos ter:

- (i) Um processo  $AR(p)$  tem  $\text{facp}$   $\phi_{kk} \neq 0$ , para  $k \leq p$  e  $\phi_{kk} = 0$ , para  $k > p$ ;
- (ii) Um processo  $MA(q)$  tem  $\text{facp}$  que se comporta de maneira similar à  $\text{fac}$  de um processo  $AR(p)$ : é denominada por exponenciais e/ou senoides amortecidas;
- (iii) Um processo  $ARMA(p, q)$  tem  $\text{facp}$  que se comporta como a  $\text{facp}$  de um processo  $MA$  puro.

Observando-se o gráfico das funções para cada uma das defasagens, pode-se verificar a dependência do retorno atual com os anteriores, ao comparar cada um deles com os valores críticos, dados por  $\pm 2/\sqrt{n}$ . Com os três critérios avaliados, pode-se seguir para a escolha do modelo de séries de tempo.

### 3.4 Identificação e estimação do modelo de séries de tempo

A partir de uma série estacionária, após a tomada das diferenças, queremos ajustar um modelo  $ARMA(p, q)$  cuja forma geral é:

$$\tilde{Z}_t = \phi_1 \tilde{Z}_{t-1} + \dots + \phi_p \tilde{Z}_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

onde  $\tilde{Z}_t = Z_t - \mu$  denota o retorno, centrado no zero;  $\mu$  a média do processo, e  $a_t$  um ruído branco  $\sim RB(0, \sigma^2)$ .  $\phi_i$  e  $\theta_j$  são os parâmetros do modelo.

O software RStudio foi utilizado para calcular as estimativas dos parâmetros dos modelos, utilizando o método dos mínimos quadrados (ver Greene, 1983).

### 3.5 Ajuste do modelo e diagnóstico

O modelo completo obtido na seção 3.4 pode possuir coeficientes não significativos e que tendem a criar um *overfitting*, ou seja, um modelo que é explicado por mais parâmetros do que de fato deveria ter. Excluir estes coeficientes da equação reduz o número total de parâmetros, mas gera um modelo novo, mas que precisa ser estatisticamente equivalente ao anterior para que os resultados sejam válidos. Algumas definições mostram-se úteis para realizar um teste deste tipo.

O Critério de Informação de Akaike (AIC), estabelecido em Akaike (1974), é uma medida de desempenho de modelos; ele pode ser utilizado para comparação de qualidade entre os dois modelos oriundos um mesmo conjunto de dados. Morettin e Tolo (2006) estabelecem que, para compararmos diversos modelos com um mesmo número  $n$  de observações, devemos escolher o modelo cujas ordens  $k$  e  $l$  (números de parâmetros do modelo estimado) minimizam o critério abaixo:

$$AIC(k, l) = n \ln \hat{\sigma}_a^2 + 2(k + l + 2)$$

sendo  $\hat{\sigma}_a^2$  o estimador de máxima verossimilhança da variância  $\sigma_a^2$  do erro entre os valores obtidos no modelo candidato ( $x_i$ ) e os valores da série a que ele está sendo ajustado ( $z_i$ ). É dado por:

$$\hat{\sigma}_a^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - z_i)^2}{n}$$

O critério torna-se mais favorável quanto maior a quantidade de informações que um modelo consiga aglutinar dos dados originais, mas penaliza quantias desnecessariamente grandes de parâmetros (Pan, 2001). Em alguns casos na literatura, como em Shibata (1976), o AIC é utilizado até para comparar diferentes ordens  $(p, q)$  de modelos ARMA até encontrar o menor dos estimadores, medindo o modelo de melhor desempenho.

Devemos ter:

$H_0$ : Os modelos são equivalentes

$H_1$ : Os modelos não são equivalentes

Para tanto, calcula-se a estatística teste abaixo:

$$\Delta AIC \sim \chi^2_{[\text{diferença do número de parâmetros entre os 2 modelos}]}$$

onde  $\Delta AIC$  é a diferença dos valores de AIC para os modelos completo e reduzido. Caso o valor calculado for menor do que o tabelado considerando-se os graus de liberdade da distribuição  $\chi^2$ , aceita-se  $H_0$  e os processos são considerados equivalentes, seguindo então com o modelo reduzido. Caso contrário, deve-se utilizar outro modelo.

Com o modelo reduzido, pode-se realizar um diagnóstico para verificar que o modelo está adequado para representar os dados dos retornos. Isto pode ser realizado através de uma análise dos resíduos.

Como proposto por Morettin e Toloi (2006), se o modelo ajustado for de fato válido, os erros  $a_t$  deverão constituir um ruído branco. Para avaliar se é o caso, podemos verificar a normalidade dos resíduos e podemos analisar as funções de autocorrelação e autocorrelação parcial dos resíduos. De modo geral, se os erros empíricos possuírem os mesmos comportamentos que os assumidos pelo modelo e, portanto, se as correlações tiverem sido eliminadas, o modelo obtido está adequado.

Novamente, o Q-Q Plot e o teste Shapiro-Wilk podem ser utilizados para verificar a normalidade dos resíduos. Caso os resíduos não sigam uma distribuição normal, precisa-se reiniciar a busca por modelos candidatos. Podemos testar também as autocorrelações seriais dos resíduos do modelo de séries temporais. Se os valores das funções de autocorrelação e autocorrelação parcial ultrapassam, para algum *lag*, o valor de referência, isso significa que rejeitamos a hipótese nula de que não há correlação serial e, portanto, o modelo deve ser revisitado.

Resíduos de distribuição normal e sem autocorrelação implicam que trata-se de resíduos independentes, característica essencial para que  $a_t$  seja enquadrado como um ruído branco.

Finalmente, Morettin (2011) sugere aplicar o teste Box-Pierce-Ljung para testar se os resíduos de fato constituem e se comportam como um ruído branco. Box e Pierce (1970) propuseram um teste, que seria aprimorado futuramente por Ljung, de forma a determinar as características dos resíduos. As hipóteses nula e alternativa são:

$H_0$ : Os resíduos são independentes e identicamente distribuídos

$H_1$ : Os resíduos não são independentes e/ou não são identicamente distribuídos

Para um modelo do tipo  $ARIMA(p, d, q)$ , Davidson (2000) apresenta a seguinte estatística para realizar o teste:

$$Q(h) = n(n+2) \sum_{j=1}^h \frac{\hat{\rho}_j^2}{(n-j)} \sim \chi^2_{(h-p-d-q)}$$

em que  $h$  representa o número de defasagens testado na função de autocorrelação,  $n$  é o tamanho da amostra, e  $\hat{\rho}_j$  são as autocorrelações amostrais dos resíduos:

$$\hat{\rho}_j = \frac{\sum_{t=j+1}^n \hat{a}_t \hat{a}_{t-j}}{\sum_{t=1}^n \hat{a}_t^2}$$

$\hat{a}_j$  são os resíduos gerados pelo modelo com os parâmetros estimados. Rejeitamos  $H_0$  para um determinado nível  $\alpha$  de significância se o valor de  $Q(h)$  é maior do que o valor tabelado de  $\chi^2$  considerando o nível  $\alpha$ , para todos os valores de defasagem  $h$ .

No RStudio, isso pode ser feito de forma gráfica, em que para cada *lag* existe um determinado *p-value*. Um *p-value* menor do que  $\alpha$  implica a rejeição da hipótese nula. Se os valores forem maiores que  $\alpha$ , é possível aceitar a hipótese nula para determinada defasagem. Se isso for feito em todas as defasagens, os resíduos podem ser considerados independentes.

A partir da análise de resíduos para verificar a normalidade e a independência, e o uso do teste de Box-Pierce-Ljung em que se mostra que não há correlação serial nos resíduos (indicando que trata-se de um ruído branco), o modelo proposto está válido.

### 3.6 Determinação dos limites de controle

Um dos passos necessários para conseguir avaliar o desempenho de um determinado modelo a partir de gráficos de controle envolve a determinação dos limites de controle. Para tanto, sob  $H_0$  (considerando o processo sob controle), estabelece-se um valor  $ARL_0$  igual a uma constante e os limites de controle do problema em análise serão determinados via simulação, visto ser difícil a obtenção de uma expressão fechada.

Conforme exposto por Samohyl (2009), em gráficos de Shewhart para  $\bar{x}$ , é comum partir de um valor de  $ARL_0$  igual a 370. No caso de gráficos de Shewhart, este cálculo é feito de forma analítica tendo em vista que são conhecidas as distribuições que geraram o gráfico. Em gráficos

do tipo EWMA, será necessário utilizar algoritmos de simulação para determinar os limites de controle a partir do valor  $ARL_0$ .

Como neste trabalho o ativo objeto é observado ao final de cada dia (preço de fechamento), o intervalo de tempo entre amostras é bastante longo comparado aos considerados por Shewhart e na literatura. Por isso, um  $ARL_0$  da magnitude de 370 iria implicar em valores de  $ARL_1$  possivelmente muito grandes também. Logo, embora os gráficos sejam eficientes (é desejável possuir um alarme falso a cada 370 dias), isso geraria na realidade gráficos sem muita utilidade prática, já que dificilmente iria ser modificada a posição no ativo e a possibilidade de gerar lucro seria reduzida. Por conta disso, conforme na literatura associada a controle de séries temporais relativos a ativos financeiros, optou-se por um valor de  $ARL_0$  igual a 100, o que simboliza um total um pouco superior a 4 meses (já que tomam-se apenas dias úteis).

O próximo passo envolve o desenvolvimento do algoritmo para obter os limites de controle, através de simulação, tomando-se  $ARL_0 = 100$ . Conforme a análise feita anteriormente, a série temporal neste caso envolve dados correlacionados e, segundo o fluxograma estabelecido por Montgomery (2004), convém utilizar o EWMA.

São simulados resíduos  $a_t \sim RB N(0, \varepsilon)$ , sendo  $\varepsilon = \sqrt{\sigma_a^2}$ , onde  $\sigma_a^2$  é a variância amostral dos resíduos do modelo ajustado. Com isso, garante-se que os resíduos gerados sejam ruídos brancos com distribuição e magnitude aderentes aos resíduos do modelo.

Os limites de controle calculados a partir da linha central foram calculados na revisão bibliográfica utilizando  $\pm L\sigma$ . Por conta da característica dos resíduos gerados, será possível simplificar os limites para o valor  $LC$ . Ademais, como forma de enriquecer as possibilidades de análise, o algoritmo será executado para vários valores do fator de suavização  $\lambda$ :  $\{0.1; 0.3; 0.5; 0.7; 0.9\}$ .

O fluxograma ilustrado na Figura 16 demonstra todos os passos para a execução do algoritmo. Definem-se, ainda:

- $N$ : número de simulações rodadas no algoritmo; neste trabalho, serão realizadas 5,000 simulações;
- $LC$ : limite de controle, que será variado a cada  $N$  simulações até que a diferença entre o  $ARL_{Teste}$  e  $ARL_0$  seja menor ou igual a um determinado valor  $\delta$ ;
- $ARL_{Teste}$ : valor que será comparado com o  $ARL_0$ , seu valor inicial é zero;

- $\delta$ : valor de referência para o módulo da diferença entre  $ARL_{Teste}$  e  $ARL_0$ . Se a diferença for menor ou igual a  $\delta$ , chega-se ao final das simulações. Seu valor é 0.5;
- $P$ : passo de atualização do  $LC$ ;
- $Z_t$ : valores do modelo ajustado tomados no tempo  $t$  (para simplificação, é utilizado um modelo ARMA(1,1) na Figura 16);
- $\bar{Z}$ : média amostral de valores observados, é utilizada como o primeiro valor de EWMA;
- $\phi$  e  $\theta$ : parâmetros do modelo ajustado;
- $RL_{0,n}$ : *Run Length*, ou quantos períodos ocorreram na simulação  $n$  até que fosse gerado um alarme de processo fora de controle;
- $SRL$ : soma dos *Run Length*, começa com zero;
- $c$ : contador para entrada e saída nos *loops* do algoritmo.

O fluxograma detalhado apresenta a base sob a qual o código da simulação foi criado. Tal código é apresentado no Apêndice B. A simulação do ARL sobre controle começa a partir da repetição de um *loop* interno, para um determinado valor inicial de  $LC$ , em que diversos resíduos são simulados e os valores  $y_t$  de EWMA são calculados. Estes valores são comparados com os limites superiores e inferiores de controle até que se verifique um sinal de processo fora de controle, obtendo um dos valores de  $RL$ . Esses valores são somados na variável  $SRL$ . Com a execução deste ciclo  $N$  vezes (ou seja,  $N$  valores de  $RL$  são encontrados), o  $ARL_{Teste}$  é obtido e comparado com o valor de  $ARL_0$ .

Se o valor absoluto da diferença entre os dois ARL for maior do que  $\delta$ , devemos repetir as simulações mas realizando um acréscimo do valor de  $LC$  pelo passo  $P$ . Se refaz todo o cálculo até que consiga se encontrar um valor de ARL satisfatório com base na meta inicialmente estruturada (ou seja, até que a diferença seja menor ou igual a  $\delta$ ).

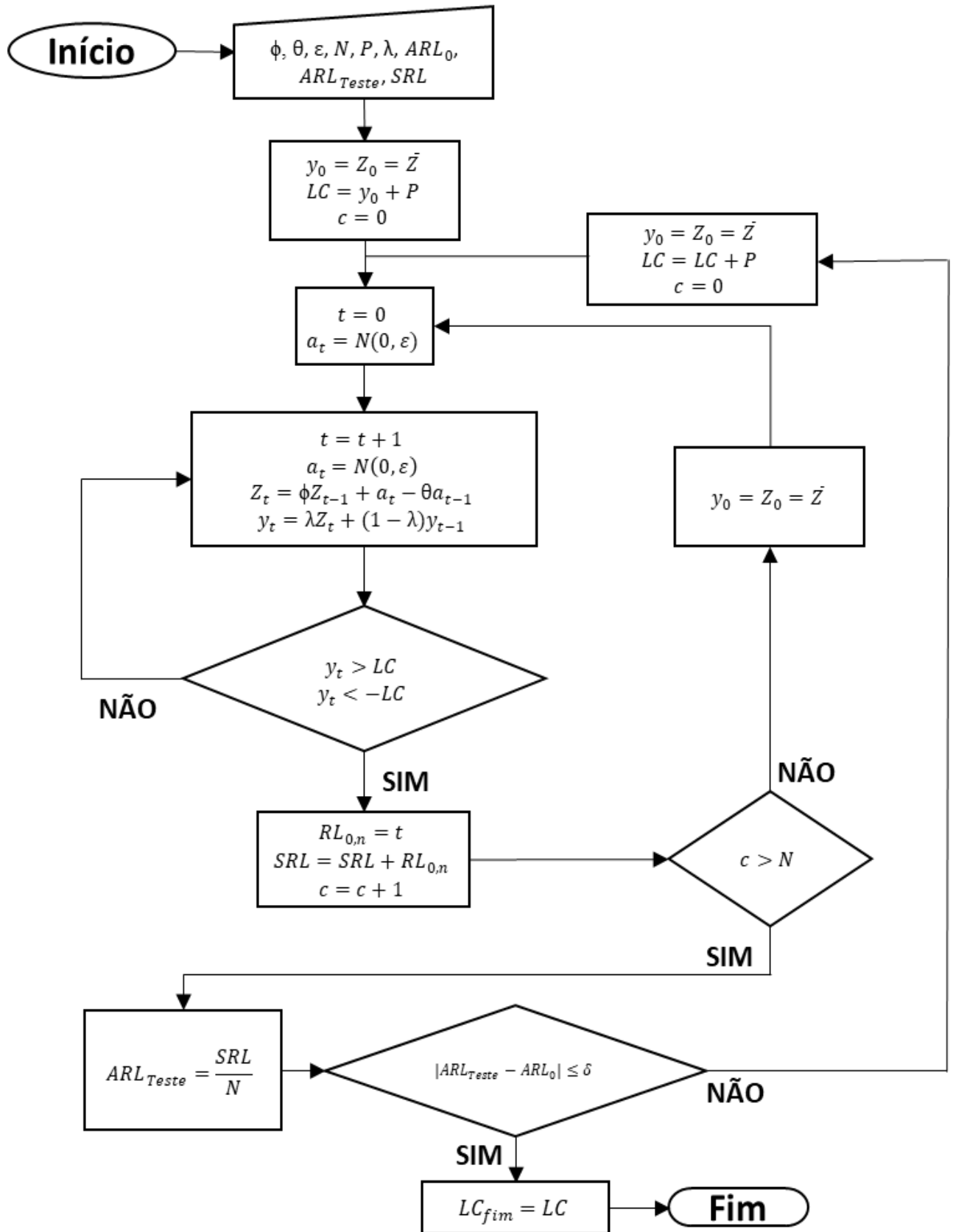


Figura 16: Fluxograma do algoritmo para simulação para determinar limites de controle

### 3.7 Obtenção dos ARL fora de controle

Esta etapa consiste em utilizar os limites de controle estabelecidos na seção 3.6 ( $LC_{fim}$ ), para simular agora um processo fora de controle. O objetivo desta seção é estimar o valor  $ARL_1$ , ou seja, calcular a média de quanto tempo leva para o processo sinalizar um alarme verdadeiro para um processo fora de controle, sob  $H_1$ .

Para tanto, considera-se aqui a geração de resíduos  $a_t$  com um desvio padrão maior que o estabelecido para o processo sob controle. Fundamentalmente, serão gerados ruídos brancos  $a_t \sim RB N(0, \Delta\epsilon)$  em que  $\Delta$  representa um efeito multiplicador na variância dos resíduos gerados e pode assumir diversos valores. Este algoritmo é realizado para os mesmos fatores de suavização do processo sob controle. Figura 17 ilustra o fluxograma empregado. O código associado ao seu funcionamento é disposto no apêndice C.

Seu funcionamento é em boa parte similar à simulação do  $ARL_0$ , mas agora fixando-se o valor de  $L$  como o  $LC_{fim}$  encontrado na seção 3.6. As demais definições de variáveis e contadores são mantidas.

Valores de  $\Delta$  serão selecionados no intuito de observar diferenças de magnitude no multiplicador de variância dos resíduos. Com todos os valores de  $ARL_1$  calculados, é possível realizar uma análise de sensibilidade a partir das diferentes combinações de  $\Delta$  e  $\lambda$ .

Finalmente, os resultados obtidos com os gráficos são interpretados. Comparando-se o desempenho dos gráficos de controle, traça-se um paralelo para estimar o retorno financeiro (lucro) obtido com o uso das ferramentas.



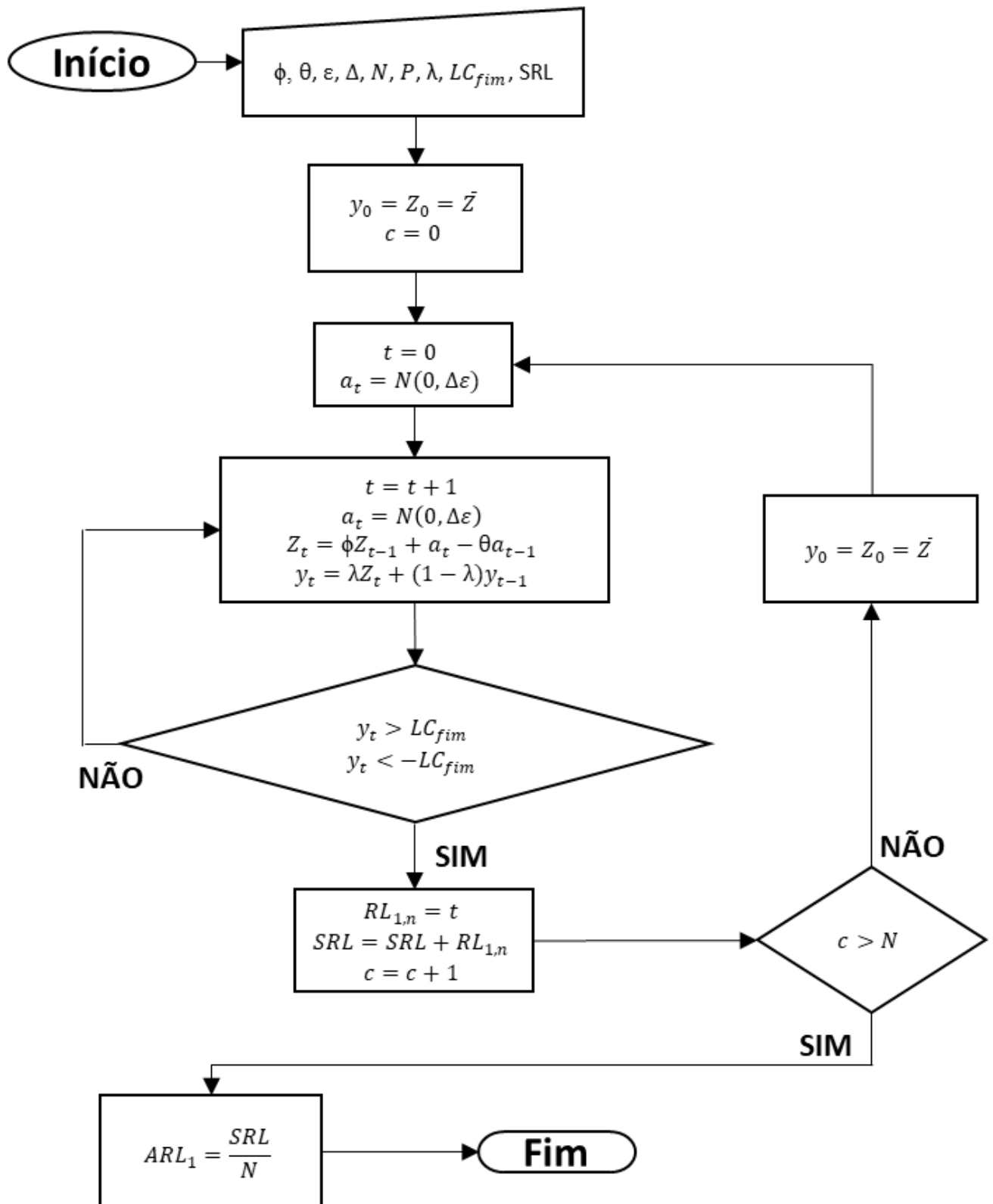


Figura 17: Fluxograma do algoritmo para simulação dos ARL fora de controle

### 3.8 Avaliação dos resultados e comparação

Os gráficos de controle possuem seu desempenho diretamente medido através dos ARL gerados nas simulações. Os gráficos são comparados segundo os diferentes fatores de suavização  $\lambda$  e para os incrementos em  $\Delta$  da variabilidade assumida para o processo.

No entanto, convém traduzir este desempenho numa estimativa de lucro obtido a partir dos sinais de compra e venda que o gráfico sinalizou. É um dos objetivos do trabalho avaliar quantitativa e qualitativamente a aplicação prática do uso de modelos de séries temporais e gráficos de controle e medir os resultados financeiros obtidos através do emprego de tais gráficos.

Como o modelo ARMA estima retornos, a ideia é que o gráfico de controle forneça um sinal de compra quando o retorno for inferior ao limite de controle (simbolizando uma compra quando o futuro de câmbio está reduzido) e um sinal de venda quando o retorno for maior que o limite superior de controle (indicando que o valor está alto e é um ponto para vender).

Para tanto, os valores gerados pela série temporal podem ser utilizados comparando os rendimentos reais nas datas. Mesmo assim, existem diferentes de estratégias que podem ser utilizadas a partir dos sinais observados dos gráficos. Ou seja, diferentes análises de rentabilidade das posições podem ser feitas, como:

- I) Assumir uma posição comprada ou vendida e manter a posição até o final do período considerado. Os rendimentos ao longo do tempo são simplesmente as somas dos retornos logarítmicos e podem ser transformados novamente em retornos simples para quantificar o lucro;
- II) A partir do posicionamento de  $y_t$  no gráfico, tomar uma posição comprada ou vendida que é liquidada ou mantida no próximo sinal. Neste caso, pode-se estar ou comprado em 1 lote, ou vendido em 1 lote ou neutro. Isso gera um acúmulo de retornos, que também pode ser computado para quantificar lucro;
- III) As decisões de compra e venda representam aumentos ou diminuições de um determinado portfólio comprado ou vendido. Medir a rentabilidade neste caso envolve não somente o desenvolvimento dos retornos ao longo do tempo, mas também é função de qual é a variabilidade da mudança. A volatilidade e a magnitude da mudança no valor do ativo devem ser estruturalmente monitoradas para que uma posição possa ser tomada para um determinado número de lotes.

O foco no caso do presente trabalho será dado às duas primeiras estratégias e seus desempenhos serão comparados.



## 4 APLICAÇÃO NO MONITORAMENTO DO FUTURO DE CÂMBIO

A metodologia desenvolvida a partir dos referenciais teóricos apresentados nos últimos capítulos agora será aplicada no caso real de monitoramento do futuro de câmbio e seus efeitos serão analisados.

### 4.1 Coleta de dados

O ativo de interesse é o Primeiro Futuro do câmbio de dólar-real. O FF é uma ferramenta com a qual o autor deste trabalho teve muito contato durante o estágio, e é um dos ativos de câmbio mais líquidos, o que significa que possui mais fácil acesso pelo mercado. Ativos mais líquidos ainda possuem menos distorções em seus dados e isso gera modelos com menos viés estatístico. Ativos sem liquidez podem demorar muito a serem negociados e isso gera não só problemas na precificação (tendo em vista que a lei da oferta e da procura não usufrui de um referencial de mercado), como também problemas em assumir posições de compra ou venda, já que o número de *players* que negocia o ativo é reduzido.

Quanto à importância, o FF é uma das ferramentas mais relevantes para a mesa de Renda Fixa de um Banco que atua no mercado cambial. Não só é um ativo que define preços de outros futuros de câmbio para diversas datas. É através dele que a maioria das tesourarias de empresas, fundos e outros Bancos é capaz de realizar políticas de proteção (*hedge*) de balanço. A título de exemplo, uma empresa que deve repagar um empréstimo tomado no exterior em 6 meses pode realizar hoje uma compra de USD futuro para daqui a 6 meses, essencialmente travando a taxa que ela utilizará no câmbio para o envio dos recursos. Independentemente da taxa, o valor pago será o mesmo.

Os dados dos preços de fechamento do FF foram coletados através da plataforma do terminal Bloomberg, especificamente utilizando sua função BDH disponível para o Excel. Essa função permite escolher um determinado ativo e coletar dados históricos de diversas características deste ativo: volume, taxas, preços de fechamento, entre outros. Foi ainda importante selecionar um determinado período histórico para coletar os dados. É considerado um intervalo suficientemente longo para aumentar o número observações e também um período de referência que não tenha envolvido nenhuma mudança estrutural na moeda como a troca de moeda de um país, ou a troca de regime cambial de fixo para variável.

O período considerado para coleta dos dados foi de 03 de Janeiro de 2000 até 16 de Setembro de 2019. Os valores podem ser consultados no Anexo A.

## 4.2 Ajuste da série

Em relação à série, na Tabela 1 estão apresentadas algumas estatísticas descritivas. Um gráfico foi construído para poder visualizar o comportamento da série (ilustrado na Figura 18).

Pode-se notar que a série temporal não é estacionária, assim são necessárias transformações ou diferenças para que seja possível seguir com a análise pela metodologia ARIMA.

Tabela 1: Medidas estatísticas da série original

USDBRL First Future	
Observações	4870
Média	2.5372
Desvio Padrão	0.7057
Variância	0.4980
Máximo	4.1965
Mínimo	1.5361
Mediana	2.3361
Moda	3.1714

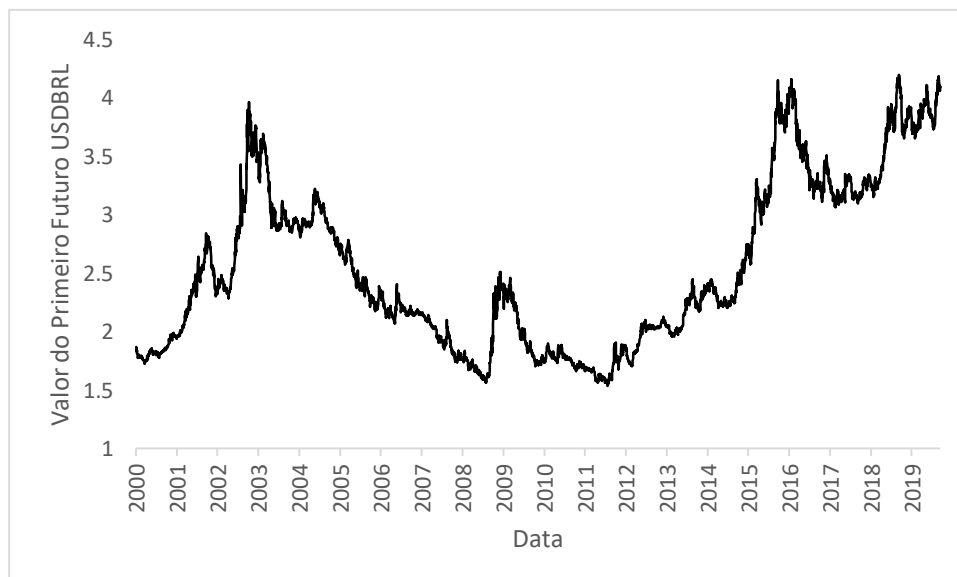


Figura 18: Gráfico dos preços históricos de fechamento do FF USDBRL

A transformação através dos ln-retornos, descrita na seção 2.2.4, é feita dividindo o valor de cada preço de fechamento pelo preço anterior, e tomando-se o logaritmo neperiano do

quociente. Com os ln-retornos calculados, utilizamos o valor do segundo futuro nas datas de mudança de mês para calcular os ln-retornos nas rolagens. Os valores foram também obtidos pela Bloomberg, filtrados para somente os valores dos últimos dias úteis dos meses. Tais valores estão disponíveis no Anexo B e foram utilizados para o ajuste do modelo.

### 4.3 Avaliação dos critérios

Nesta seção, são verificadas as suposições dos critérios estacionariedade, normalidade e independência para avaliar a possibilidade de ajustar a série em modelos de séries de tempo.

Tabela 2 apresenta estatísticas descritivas da série dos ln-retornos. Para visualização de seu comportamento, foi construído um gráfico dos ln-retornos  $Z_t$ , disposto na Figura 19, onde  $Z_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}}$ ,  $P_{t-1}$  e  $P_t$  são os preços do ativo em datas consecutivas.

Tabela 2: Medidas estatísticas da série de ln-retornos

Retornos USDBRL First Future	
Observações	4869
Média	-0.00019
Desvio Padrão	0.01032
Variância	0.00011
Máximo	0.06499
Mínimo	-0.14862
Mediana	-0.00035
Moda	0.00001

Interessante notar que o máximo dos retornos ocorreu no dia 17 de maio de 2017, data em que vazaram os áudios do ex-presidente Michel Temer, indicando um enfraquecimento da moeda frente ao dólar americano, enquanto que retornos muito negativos e muito positivos ocorreram durante as eleições presidenciais de 2002 (elevada volatilidade do ativo objeto).

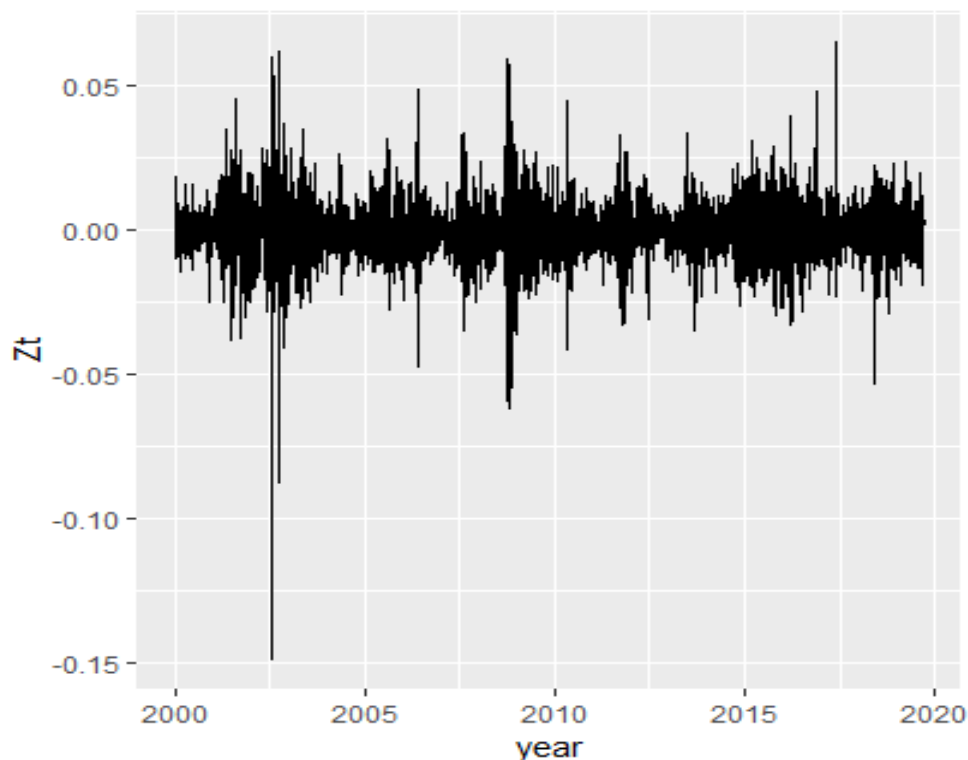


Figura 19: Representação gráfica dos ln-retornos  $Z_t$

Nota-se que a série é estacionária em torno do zero, possuindo alguns picos em datas específicas, devido sobretudo a acontecimentos de grande importância geopolítica e socioeconômica.

O teste ADF foi realizado para testar estacionaridade. A estatística calculada é igual a -14.827, com  $p\text{-value} < 0.01$ , indicando que  $H_0$  (não-estacionariedade) é falsa. Portanto, não há necessidade de tomar diferenças sucessivas da série.

A seguir, iremos verificar se os dados seguem uma distribuição normal. Um histograma dos dados foi construído. Conforme Figura 20, pode-se observar que a distribuição não é totalmente simétrica, existindo um deslocamento da curva para a esquerda.



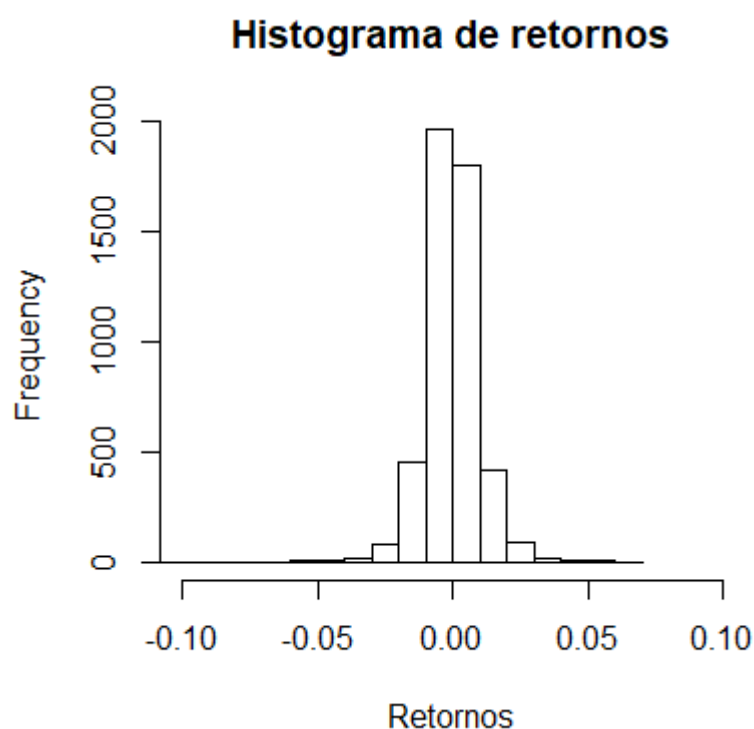


Figura 20: Histograma dos ln-retornos

Agora iremos construir o Q-Q Plot para verificar como os quantis da distribuição se comportam quando comparados com os quantis teóricos da distribuição normal, que está apresentado na Figura 21. Verifica-se que boa parte dos pontos empiricamente obtidos adere à reta teórica normal, entretanto algumas observações de quantis mais extremos se distanciam dos valores teóricos.

O teste de Shapiro-Wilk foi aplicado ao conjunto de dados, obtendo-se o valor da estatística  $W=0.91789$ , com  $p\text{-value}$  0.00016. Desta forma, não se pode afirmar que os dados dos ln-retornos seguem uma distribuição normal.

Mesmo assim, autores como Kumiega e Van Vliet (2012) mostram que por mais que séries temporais baseadas em ativos financeiros possam ter assimetrias, os modelos que assumem que os dados seguem uma distribuição normal possuem resultados satisfatórios e confiáveis mesmo com tais distorções.

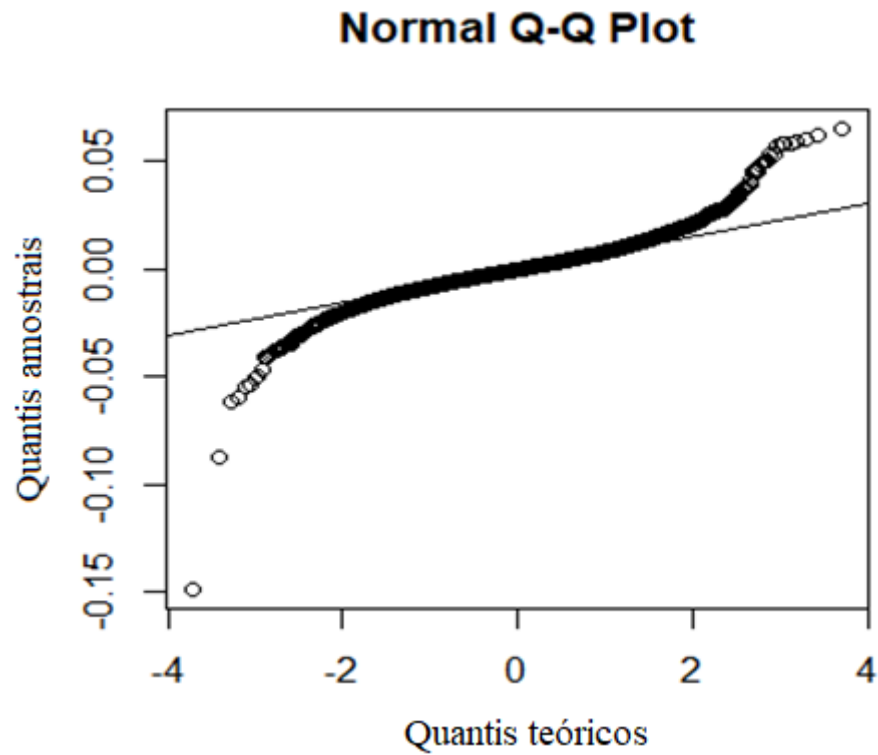


Figura 21: Q-Q Plot dos ln-retornos

Por fim, devemos avaliar as correlações seriais para determinar se os retornos de uma data dependem de valores passados. A partir da análise das funções de autocorrelação e autocorrelação parcial, é possível definir quais serão os prováveis parâmetros do processo. As funções são computadas e representadas na Figura 22.

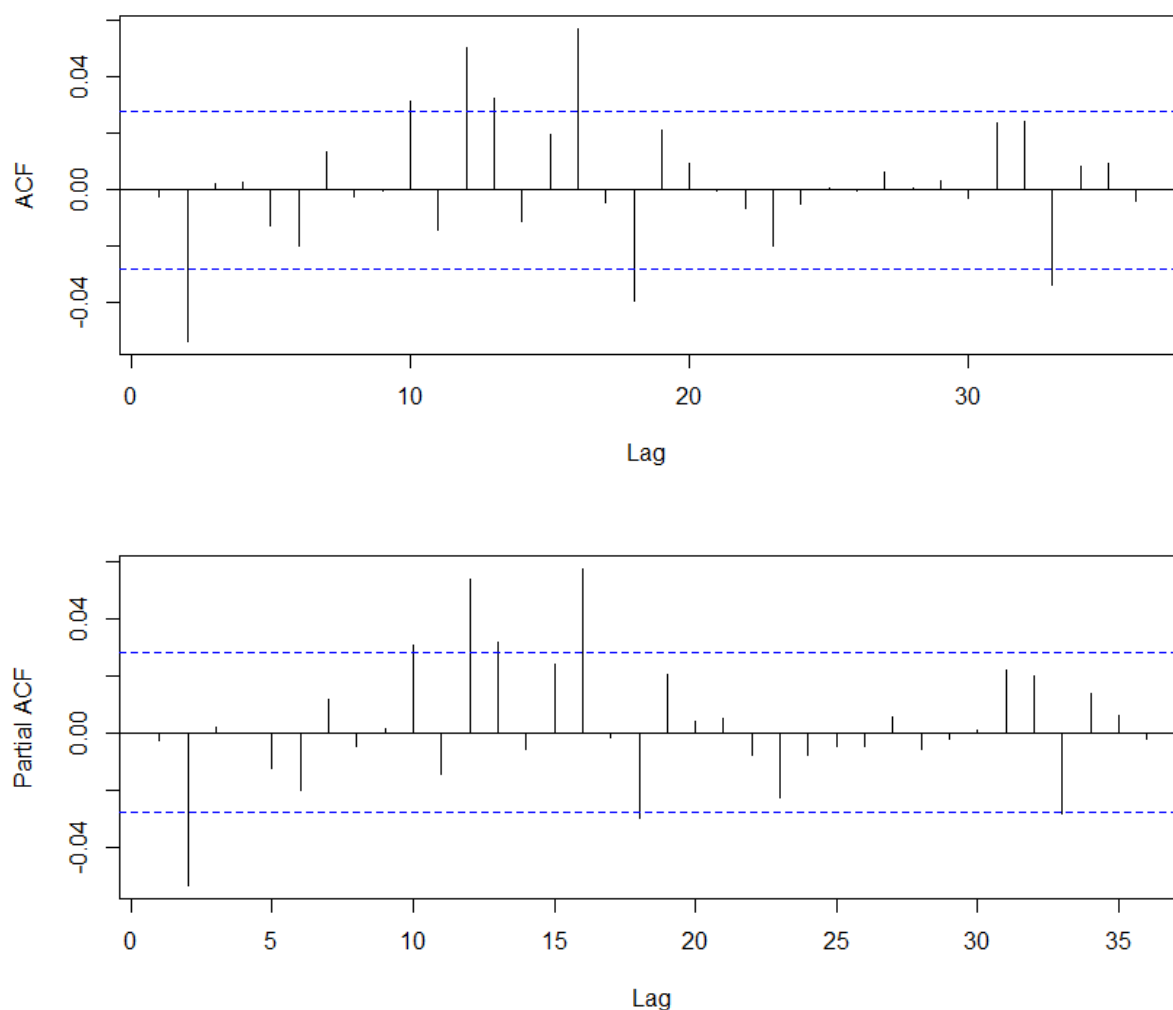


Figura 22: Gráfico das funções respectivas de autocorrelação e autocorrelação parcial

Os valores críticos são marcados em linha pontilhada azul na Figura 22, e mostram uma série com autocorrelações. Percebe-se ainda que os valores das funções são significativos nos *lags* 2, 10, 12, 13, 16, 18 e 34.

Com os critérios de estacionariedade, normalidade e independência avaliados, a série estocástica possui o comportamento necessário para que sejam utilizados os pressupostos desenvolvidos no trabalho, e a próxima etapa envolve identificar qual é o modelo de séries temporais, para então estimar seus parâmetros.

#### 4.4 Identificação e estimação do modelo de séries de tempo

Na literatura, é elucidada a ideia de que um determinado tipo de análise das características de uma série temporal pode gerar diferentes tipos de interpretação para o modelo.

Neste caso, observou-se que as funções decaem segundo exponenciais ou senoides amortecidas, em que a facp  $\phi_{kk} \neq 0$  para  $k \leq p$  e  $\phi_{kk} = 0$  para  $k > p$ . sugerindo que trabalhemos com um processo  $AR(p)$  puramente dito. Analisando-se as funções, foi selecionado o valor de  $p = 34$ .

Na Tabela 3 estão as estimativas dos parâmetros com os respectivos *p-values*, calculados utilizando o software RStudio, com AIC do modelo igual a -30,727.67.

Tabela 3: Estimação dos parâmetros do modelo completo

Parâmetros do modelo			Parâmetros do modelo		
Parâmetro	Valor	p-value	Parâmetro	Valor	p-value
ar1	-0.0032	0.8208	ar18	-0.0305	0.0340*
ar2	-0.0526	0.0002**	ar19	0.0184	0.2014
ar3	-0.0037	0.7975	ar20	0.0036	0.804
ar4	-0.0035	0.8064	ar21	0.0046	0.7474
ar5	-0.0125	0.3834	ar22	-0.0102	0.4796
ar6	-0.0202	0.1593	ar23	-0.0221	0.123
ar7	0.0133	0.3536	ar24	-0.0087	0.5441
ar8	-0.0005	0.9745	ar25	-0.0042	0.7714
ar9	-0.0006	0.9647	ar26	-0.0041	0.7767
ar10	0.0361	0.0119*	ar27	0.0049	0.7315
ar11	-0.0105	0.4649	ar28	-0.0056	0.6968
ar12	0.0531	0.0002**	ar29	-0.0008	0.9575
ar13	0.0348	0.0153*	ar30	0.0021	0.8847
ar14	-0.0011	0.9382	ar31	0.0206	0.1513
ar15	0.022	0.1255	ar32	0.0205	0.1523
ar16	0.0556	0.0001***	ar33	-0.0284	0.0473*
ar17	-0.0003	0.9823	ar34	0.0141	0.326
(*: $P \leq 0.05$ ; **: $P \leq 0.01$ ; ***: $P \leq 0.0001$ )			constante	-0.0002	0.2405

As autocorrelações estatisticamente significativas são: segunda, décima, décima segunda, décima terceira, décima sexta, décima oitava e trigésima terceira, utilizando  $\alpha = 5\%$ . Isso sugere, no caso do câmbio futuro, que os ln-retornos dependem de datas de dois dias úteis antes, não dependendo diretamente do valor no dia anterior, além de depender também de valores mais antigos, até o trigésimo terceiro dia útil (aproximadamente 1 mês e meio antes).

#### 4.5 Ajuste do modelo e diagnóstico

Esta etapa consiste em reajustar o modelo e recalcular os parâmetros, mas somente com os coeficientes significativos. Todos os coeficientes, no novo modelo, foram significativos a nível de 5%, vide Tabela 4.

O modelo AR(33) incompleto para os retornos ficou o seguinte:

$$Z_t = -0.0513 \cdot Z_{t-2} + 0.0349 \cdot Z_{t-10} + 0.0535 \cdot Z_{t-12} + 0.0319 \cdot Z_{t-13} + 0.0556 \cdot Z_{t-16} - 0.0307 \cdot Z_{t-18} - 0.0308 \cdot Z_{t-33} + a_t$$

Tabela 4: Estimação dos parâmetros do modelo reduzido

Parâmetro	Valor	p-value
ar2	-0.0513	0.0003**
ar10	0.0349	0.0145*
ar12	0.0535	0.0002**
ar13	0.0319	0.0255*
ar16	0.0556	0.0001***
ar18	-0.0307	0.0312*
ar33	-0.0308	0.0306*

(\*:  $P \leq 0.05$ ; \*\*:  $P \leq 0.01$ ; \*\*\*:  $P \leq 0.0001$ )

Os coeficientes indicam que o valor do ln-retorno em uma determinada data  $t$  está negativamente correlacionado com o ln-retorno de 2 dias úteis antes da data  $t$  e positivamente correlacionado com os ln-retornos de 10, 12, 13 e 16 dias úteis antes de  $t$ , que sugere retornos positivos obtidos há 2 a 3 semanas. Há uma dependência negativa dos valores de 18 dias úteis anteriores a  $t$  (3 semanas e meia) e dos valores de retornos obtidos 33 dias úteis antes (indicando um período de aproximadamente 1 mês e meio atrás).

O AIC do modelo reduzido é -30,764.78. Comparando o modelo completo com o reduzido, a variação de AIC foi 37.11. Comparando com  $\chi^2$  de  $(35 - 7) = 28$  graus de liberdade igual a 50.99, temos que o modelo reduzido e o completo são equivalentes (indicando que  $H_0$  é verdadeira).

Conforme Morettin (2011), devemos finalmente testar se os resíduos  $a_t$  do modelo se comportam como um ruído branco. A correlação serial deve ser eliminada, a normalidade deve ser assumida e o teste de Box-Pierce-Ljung pode ser utilizado.

Através da construção do Q-Q Plot, conforme ilustrado na Figura 23, observa-se que há maior aderência à distribuição normal, à exceção dos valores mais extremos, mas que no entanto representam uma fração muito pequena do total de observações.

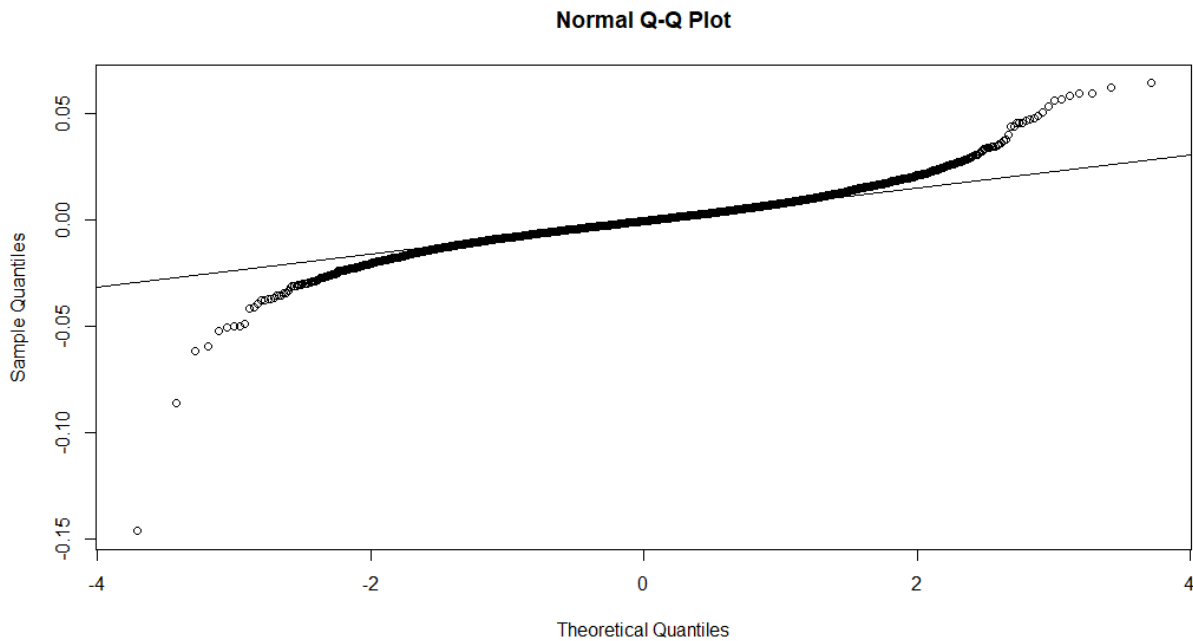


Figura 23: Q-Q Plot dos resíduos

O teste de Shapiro-Wilk realizado sobre os resíduos nos fornece uma estatística  $W$  igual a  $6.13 \cdot 10^{-4}$ , com um  $p$ -value de 0.0513. Utilizando novamente uma abordagem similar a Kumiega e Van Vliet (2012), mesmo que os resultados não são ótimos na avaliação da normalidade, modelos de séries financeiras que assumem que os dados seguem uma distribuição normal costumam ter resultados confiáveis. Portanto, assume-se normalidade dos resíduos.

As funções de autocorrelação e autocorrelação parcial dos resíduos foram computadas e exibidas em gráficos dispostos na Figura 24. Observa-se que não há valores acima ou abaixo dos níveis críticos para nenhuma das defasagens. Com isso, pode-se afirmar que não existe correlação serial dos resíduos.

O teste de Box-Pierce-Ljung foi empregado, obtendo a estatística  $\chi^2$  de 17.852 e um  $p$ -value de 0.9897, o que nos leva a aceitar  $H_0$  que afirma que os resíduos são independentes e identicamente distribuídos. Figura 25 representa graficamente o teste, em que os  $p$ -values são calculados para cada uma das defasagens. Observa-se que todos os pontos estão acima da referência de 5%, não havendo evidência para rejeitar  $H_0$ .

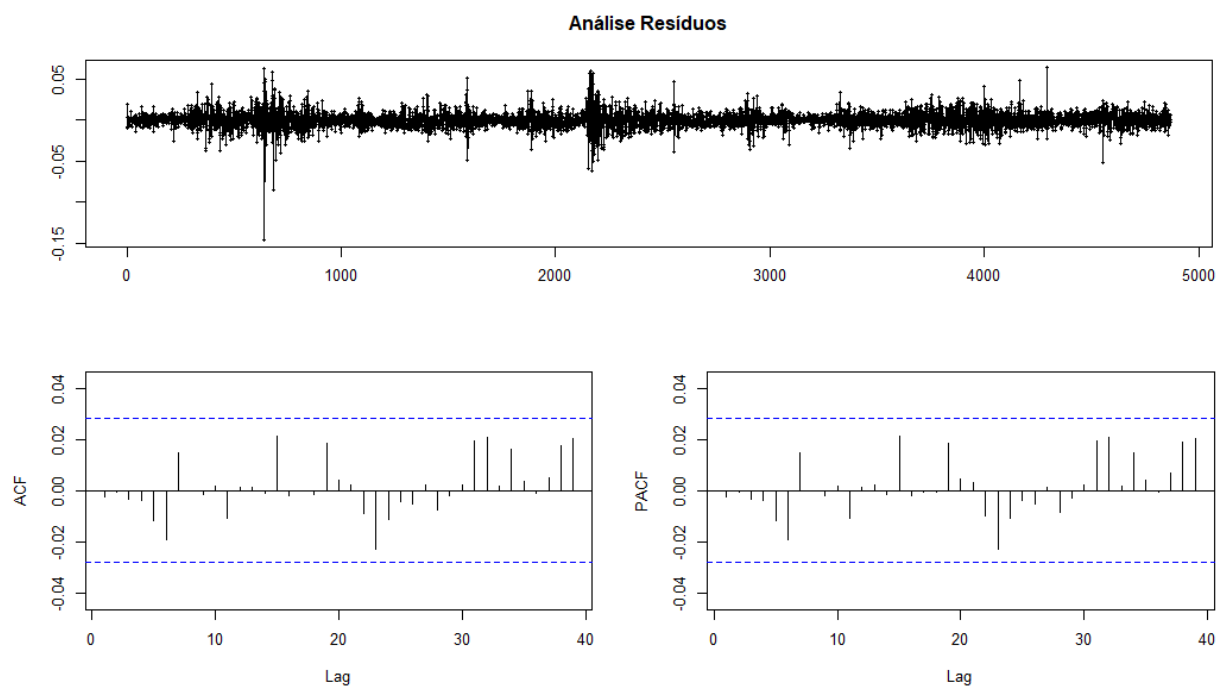


Figura 24: Funções de autocorrelação e autocorrelação parcial dos resíduos

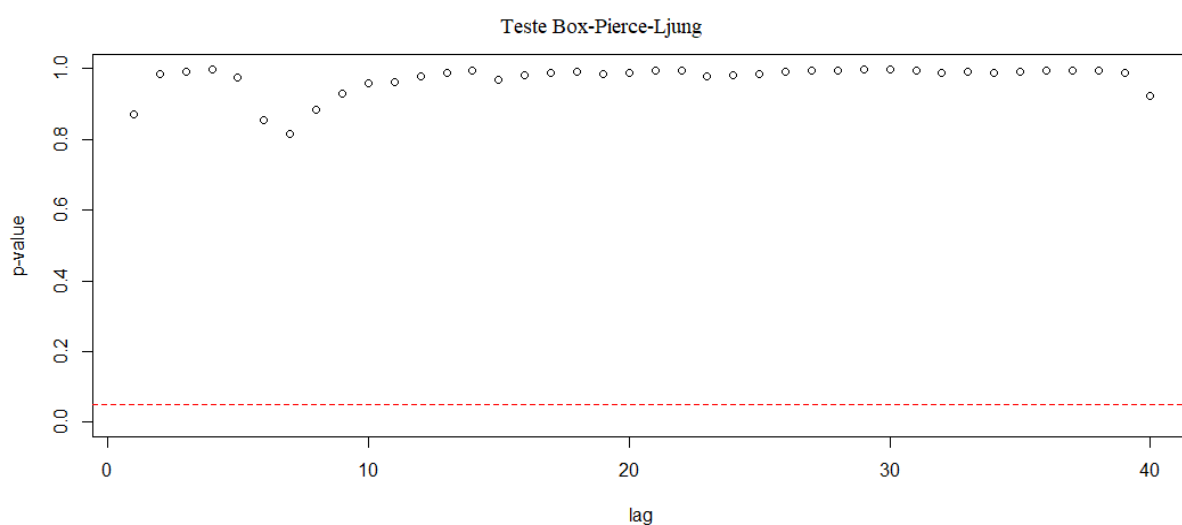


Figura 25: Representação gráfica do teste Box-Pierce-Ljung

Com todo o conjunto de testes realizado, podemos assumir validade do modelo e, portanto, o AR(33) incompleto pode ser considerado como representação da série de ln-retornos. Para visualização, Figura 26 compara 50 valores da série de ln-retornos original com a série do modelo ajustado.

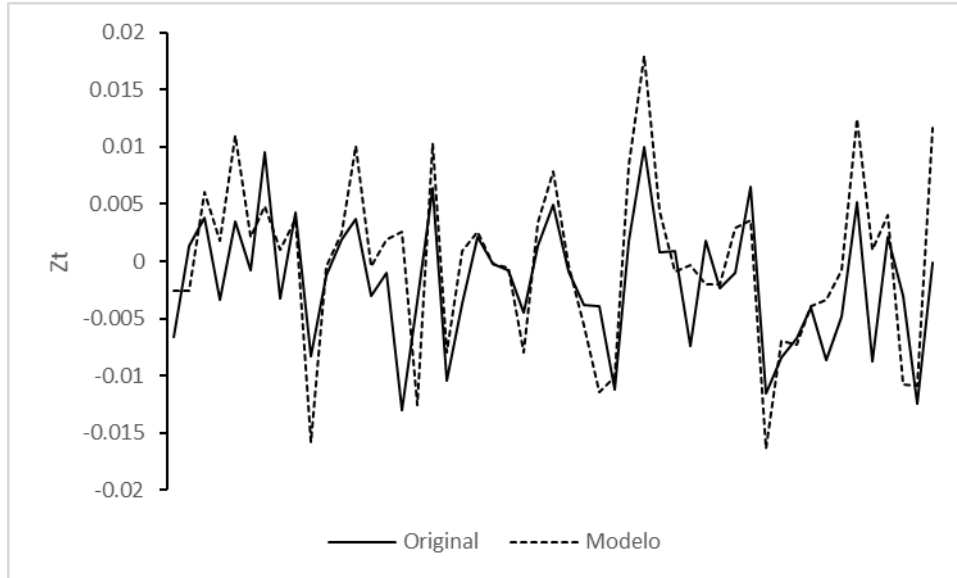


Figura 26: Comparação de valores da série de ln-retornos original com o modelo ajustado

#### 4.6 Determinação dos limites de controle

Com os parâmetros estimados na Tabela 4, são simulados erros de distribuição  $N(0, \epsilon)$ . A variância  $\sigma_a^2$  dos resíduos do modelo ajustado é igual a 0.00010519 e, portanto, temos  $\epsilon = 0.010256$ . Séries do tipo AR(33) incompleto são geradas e inicia-se a etapa de simulações.

Para efeitos de simplificação computacional, pode-se realizar uma busca inicial dos valores dos limites de controle utilizando a distribuição dos valores  $y_t$ . Como temos  $ARL_0 = 100$ ,  $\alpha = 0.01$ , então podemos simular diversos valores  $y_t$ , encontrar sua distribuição empírica e determinar os limites de controle iniciais estatisticamente. Constroem-se os limites tais que 0.005 dos valores de  $y_t$  estão à direita do limite superior de controle e 0.005 dos valores estão à esquerda do limite inferior de controle (caudas da distribuição). Ainda, verifica-se que a distribuição de  $y_t$  é simétrica e portanto os limites inferior e superior são calculados por  $\pm LC$ .

O valor preliminar de LC é em seguida aumentado ou diminuído pelo passo P (igual a 0.00005) até o critério de parada ser atingido. Tabela 5 traz os valores encontrados para os limites de controle finais  $LC_{fim}$  para cada  $\lambda$ . Figura 27 ilustra uma simulação de gráfico de controle construído com os limites superior e inferior de controle determinados no algoritmo, tomando  $\lambda = 0.5$ . Na figura, foram calculados os 500 primeiros valores  $y_t$  do EWMA a partir de resíduos gerados e usando os  $Z_t$  do modelo ajustado. Observa-se quatro pontos em que  $y_t$  ultrapassa os limites de controle; como trata-se do processo sob controle, os sinais são alarmes falsos.



Tabela 5: Limites de controle simulados para processo sob controle

$\lambda$	$LC_{fim}(10^{-3})$
0.1	5.0736
0.3	10.4572
0.5	14.9447
0.7	19.3101
0.9	23.9736

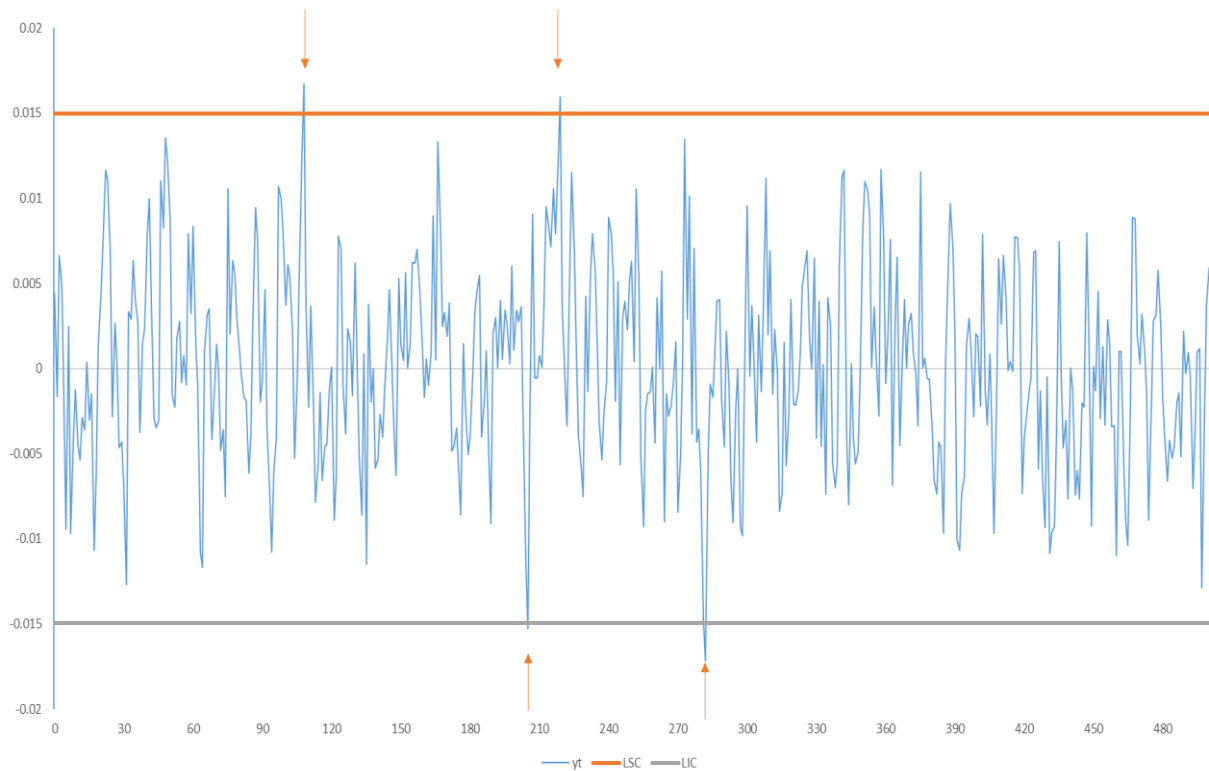


Figura 27: Gráfico de controle com os limites de controle calculados

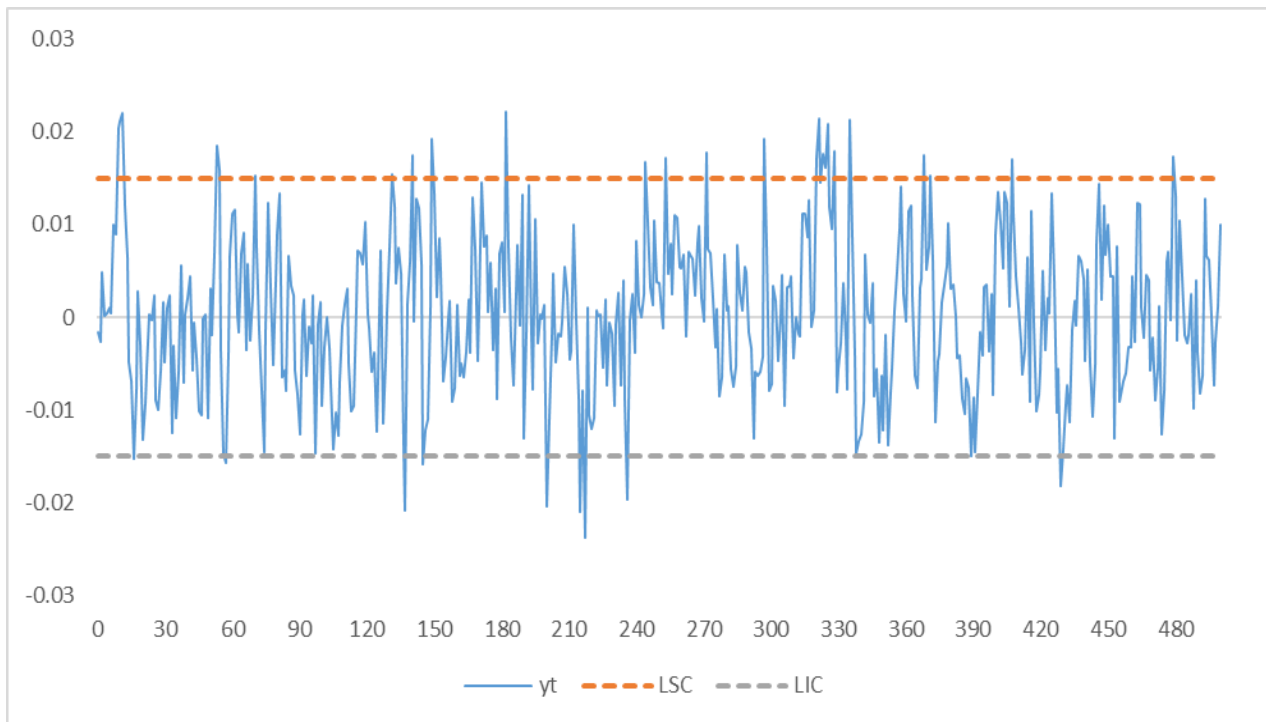
#### 4.7 Obtenção dos ARL fora de controle

Com base no algoritmo proposto na metodologia e utilizando os limites de controle da Tabela 5 para cada um dos valores de  $\lambda$ , simulam-se agora resíduos com efeito multiplicador  $\Delta$  na variância. O algoritmo é executado para vários valores de  $\Delta$ :  $\{1.0; 1.5; 2.0; 2.5\}$ . Os valores dos  $ARL_1$  obtidos para cada um dos pares  $(\lambda, \Delta)$  estão dispostos na Tabela 6. O multiplicador 1.0 gera  $ARL_0$  que devem ter valores próximos de 100, enquanto que multiplicadores maiores devem produzir  $ARL_1$  menores.

Tabela 6:  $ARL_1$  obtidos para os processos fora de controle

		$\lambda$				
		0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
$\Delta$	1	99.75	100.18	99.58	99.97	100.36
	1.5	23.62	16.09	13.44	11.98	11.37
	2	11.54	7.26	5.97	5.32	5.03
	2.5	7.50	4.79	3.82	3.49	3.29

Figura 28 representa um gráfico de controle simulado para os primeiros 500 valores de  $y_t$  utilizando  $\lambda = 0.5$  e  $\Delta = 1.5$ . Verificam-se 34 pontos  $y_t$  fora dos limites superior e inferior de controle.

Figura 28: Gráfico de controle para determinação de  $ARL_1$ 

#### 4.8 Avaliação dos resultados e comparação

Observamos na Tabela 6 que para cada um dos  $\lambda$ , o valor de  $ARL_1$  diminui com o aumento do  $\Delta$ . Intuitivamente, isso ocorre já que o gráfico de controle deve ser capaz de sinalizar mais rapidamente um processo fora de controle se os resíduos simulados tiverem variabilidade maior (o que significa que  $y_t$  terá maior variabilidade). Verifica-se ainda que os valores maiores de  $\lambda$  apresentaram desempenho invariavelmente superior conforme o aumento

do fator multiplicador da variância. Isto é, dentro de cada um dos valores  $\Delta$ , os mais altos fatores de suavização geraram melhores resultados de  $ARL_1$ .

Ademais, o primeiro aumento de  $\Delta$  (de 1.0 para 1.5) gerou uma diminuição expressiva em  $ARL_1$ , enquanto que aumentos maiores da variabilidade dos resíduos geraram mudanças menores nos resultados. Isto sugere que os gráficos do EWMA apresentam mais sensibilidade com poucas mudanças de variabilidade, sendo úteis em especial para sinalizar processos fora de controle mesmo quando ocorrem pequenas variações no valor do ativo observado.

Partindo-se de processos sob controle para então simular os  $ARL_1$ , todos os gráficos apresentaram os resultados esperados pela metodologia e mostraram desempenhos positivos de acordo com os diferentes valores de  $\lambda$  e  $\Delta$ . A modelagem em séries de tempo e o uso da ferramenta do EWMA se provaram eficientes em detectar mudanças no comportamento do ativo. Vale notar que isso dependerá de outros fatores como período de coleta, tipo escolhido de modelo de séries de tempo e calibração do modelo.

Próximo passo da análise dos resultados envolve utilizar os gráficos de controle na base histórica de dados, traduzindo a interpretação do processo fora de controle como um sinal de compra ou venda para quantificar o lucro que seria obtido com o uso dos gráficos. Neste trabalho, o valor do FF é tomado entre janeiro de 2000 e setembro de 2019. Para visualização, os gráficos de controle com os  $y_t$  foram construídos para  $\lambda = 0.5$  e  $\lambda = 0.7$  e dispostos, respectivamente, nas figuras 29 e 30.

Para quantificação de lucro, as duas primeiras estratégias apresentadas na seção 3.8 são comparadas. Para o primeiro caso (*benchmark*), uma posição comprada é assumida no primeiro dia e mantida até um determinado dia, em que é vendida, e isso fornece uma determinada rentabilidade. Neste caso, para o dia mais recente da série histórica, USD 50,000.00 são comprados a 1.8358 no dia 03 de janeiro de 2000 (rolados pelo segundo futuro conforme todas as mudanças de mês) e vendidos a 4.0940 em 16 de setembro de 2019. Isso equivale a um lucro de BRL 112,909.15, ou uma rentabilidade de 123% ao final do período (6.37% ao ano). Nesta estratégia, acompanha-se apenas a flutuação do câmbio e fica-se sujeito a uma perda financeira quando da valorização do real.

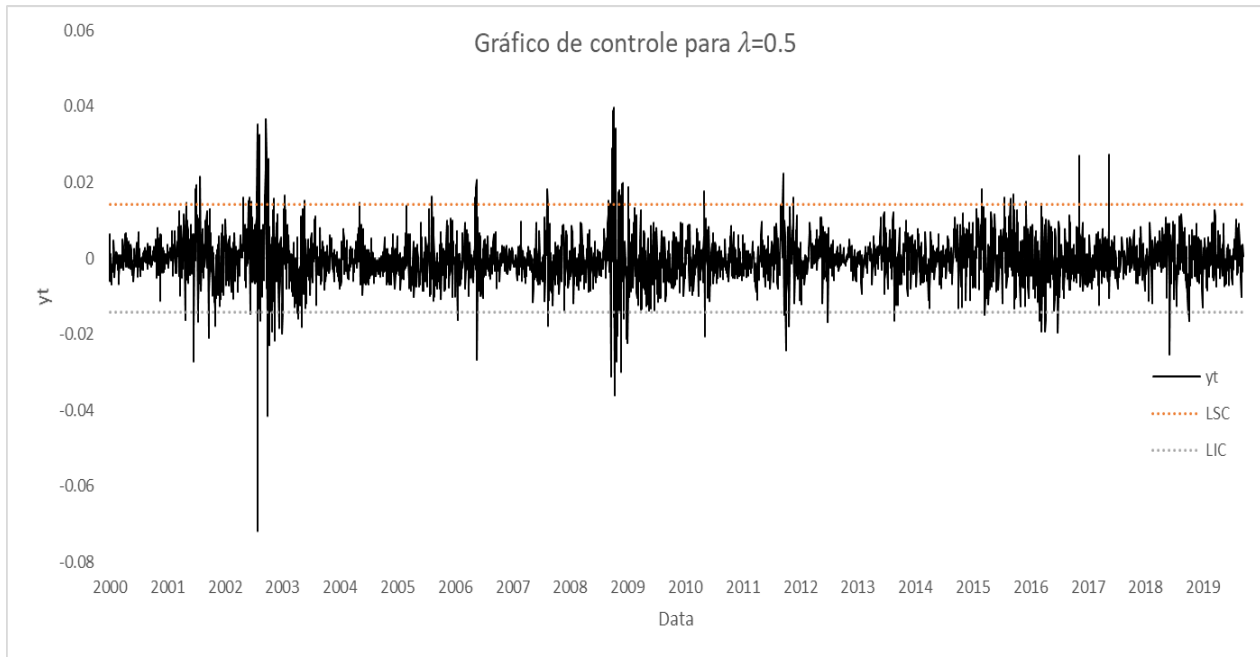


Figura 29: Aplicação do gráfico de controle EWMA na base de dados ( $\lambda = 0.5$ )

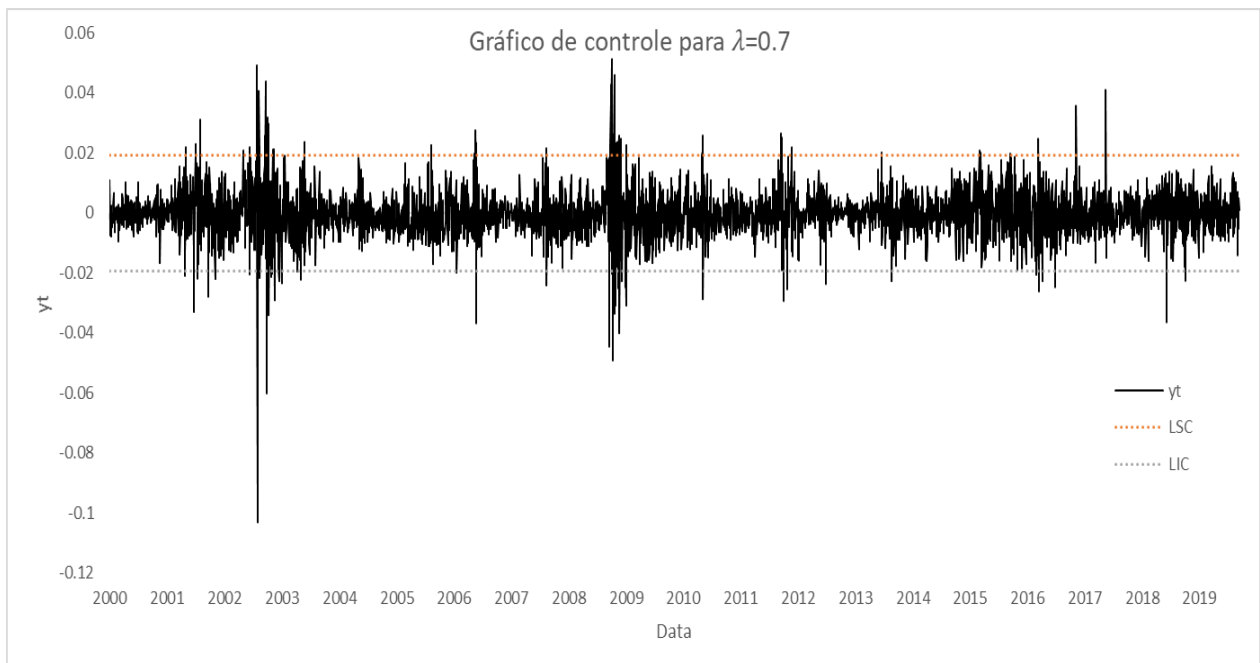


Figura 30: Aplicação do gráfico de controle EWMA na base de dados ( $\lambda = 0.7$ )

Para a segunda estratégia, quando o valor de  $y_t$  for menor do que o limite inferior de controle, compra-se um lote de ativo, e quando o valor for maior do que o limite superior de controle, vende-se um lote de ativo, sendo que pode-se apenas ficar comprado em um lote, neutro ou vendido em um lote. Quando se está neutro, a rentabilidade é mantida em relação ao movimento anterior, ou seja, só há movimentação financeira quando ocorre um sinal do gráfico

e como esses movimentos são direcionais, a rentabilidade só aumenta ao longo do tempo. O cálculo é feito somando-se os ln-retornos e calculando os retornos dos preços. Isso é feito para os mesmos valores  $\lambda$  iguais a 0.5 e 0.7. Finalmente, os resultados da rentabilidade (anualizada) da primeira e da segunda estratégia comparadas são ilustrados na Figura 31.

Observa-se fundamentalmente que, ao considerar todo o período, os gráficos de controle EWMA (estratégia II) forneceram rentabilidades maiores do que uma posição comprada simples em um ativo de FF (estratégia I). Nos 3 primeiros anos apenas, as estratégias mostraram-se praticamente equivalentes, mas a estratégia I teve um desempenho levemente melhor. Nos anos seguintes até o momento presente, a tendência se inverteu.

É possível perceber que os gráficos de controle foram capazes cumprir seu objetivo em perceber variações do comportamento do futuro de câmbio, o que ficou muito claro sobretudo em três períodos: passagem de 2002 para 2003; 2008; e 2016. Nessas três épocas, a variação cambial foi expressiva e as tomadas de decisões do gráfico de controle foram capazes de utilizar a variabilidade do ativo para obter lucro. De 2002 a 2003, ocorreram eleições presidenciais em conjunto com uma crise especulativa em que muitos estrangeiros retiraram capital e investimentos do Brasil, culminando em um enfraquecimento do BRL. Em 2008, ocorreu uma crise econômica global (conhecida como crise do *Subprime*) que a princípio gerava um fortalecimento do BRL frente ao USD, mas que rapidamente se reverteu e gerou a maior mudança no gráfico. De 2016 em diante, a volatilidade foi devida à crise político-econômica que culminou no *impeachment* de Dilma Rousseff, juntamente com o vazamento posterior dos áudios de Michel Temer.

Ainda, percebe-se que ao utilizar os gráficos de controle na base histórica, o cálculo dos EWMA utilizando o fator de suavização 0.7 possui resultados piores do que com  $\lambda$  igual a 0.5, apesar de os cálculos no modelo ajustado indicarem que maiores  $\lambda$  possuem desempenhos melhores. Isso sugere que as bases de dados carecem de uma análise caso a caso para decidir qual fator deve ser utilizado para calibrar o modelo e tornar as tomadas de decisão mais eficientes.

Quanto às rentabilidades, observa-se que os gráficos tiveram desempenho superior ao *benchmark*, além de produzirem resultados aderentes à realidade. A estratégia I produziu, ao final do período, uma rentabilidade anualizada de 6.37%, o que é maior do que 100% do valor do CDI, que está nas mínimas históricas em 5.0%. Por si só, é um resultado positivo, mas não

é um investimento com um retorno expressivo pelo risco tomado. Caso a economia do Brasil se fortaleça, a tendência é a rentabilidade da estratégia cair. Em contraste, a estratégia II produziu rentabilidades anuais médias acima de 12% para ambos os casos, chegando a 20% ao final do período, com desempenho superior a 3 vezes o anterior. Isso é um resultado excelente, próximo dos valores das máximas do CDI no Brasil durante o mesmo período (26%).

Os resultados indicam um sucesso da estratégia do uso de gráficos de controle EWMA. Mesmo assim, vale ressaltar que nesta estratégia há períodos longos (por vezes, por mais de 2 anos) em que não há movimentação financeira consistente, o que indica que podem-se passar por muitos períodos neutro na posição, sem mudança alguma de rentabilidade. Investimentos a longo prazo que passam muito tempo sem resultados podem não ser atrativos. Outro fator importante é que os gráficos não consideram importantes custos de transação que poderiam reduzir a rentabilidade dos cenários.

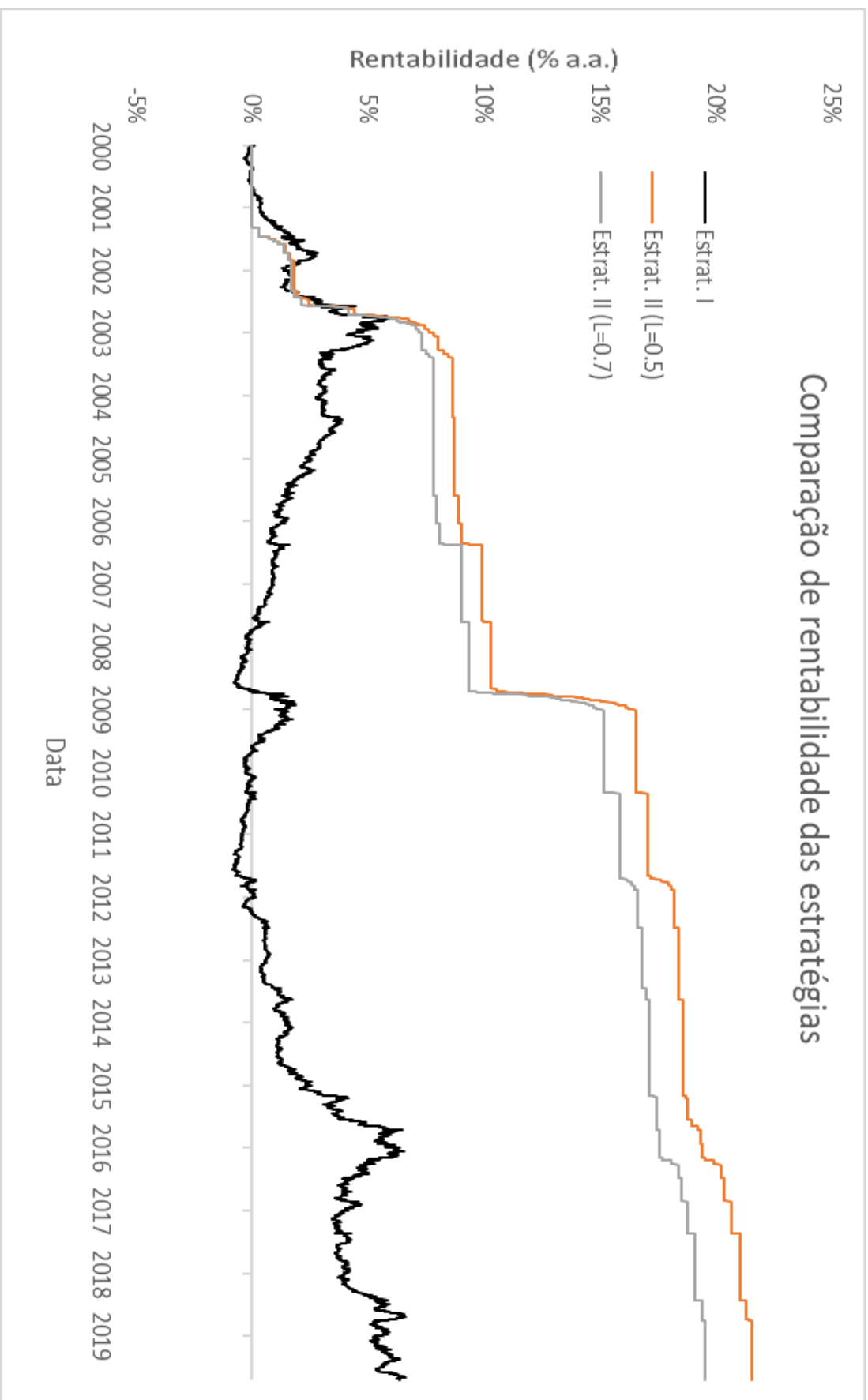


Figura 31: Comparação de rentabilidades para as estratégias escolhidas





## 5 CONCLUSÃO

Este último capítulo traz um breve resumo do trabalho, verifica se o objetivo proposto foi atingido e os resultados foram obtidos. Por fim, as dificuldades encontradas são apresentadas e são propostas sugestões para estudos posteriores.

### 5.1 Desenvolvimento do trabalho

Este trabalho de formatura possui o objetivo de desenvolver uma metodologia que seleciona um ativo financeiro, constrói modelos de séries de tempo com os dados e monitora a evolução da série ao utilizar gráficos de controle estatístico. A partir disto, permite uma análise qualitativa e quantitativa dos gráficos que auxilia a tomada de decisões de compra e venda do ativo no intuito de obter resultado financeiro.

A partir de um estudo bibliográfico no capítulo 2, foram desenvolvidos referenciais teóricos para o mercado cambial no Brasil (de onde decidiu-se trabalhar com a ferramenta do Primeiro Futuro cambial USDBRL), para uma análise de modelos de séries de tempo e finalmente para Controle Estatístico de Processos, sobretudo gráficos de controle. No capítulo 3, foi elaborada uma metodologia para atacar o problema e então esta metodologia foi aplicada no caso real, ao longo do capítulo 4.

Os dados foram transformados em séries de ln-retornos e a avaliação das suas características levou à escolha de um modelo AR(33) reduzido para a série temporal. Escolheu-se o gráfico de controle EWMA para monitorar o processo. Para um  $ARL_0$  igual a 100, os limites de controle do gráfico foram encontrados através de simulações. Acrescentou-se um fator multiplicador na variabilidade dos resíduos gerados e foram feitas novas simulações no intuito de medir o desempenho dos gráficos ( $ARL_1$ ), para que fosse possível verificar a sensibilidade dos gráficos a captar os sinais de processo fora de controle. Os gráficos foram utilizados na base de dados original, no intuito de verificar como diferentes estratégias de alocação de recursos iriam ser traduzidas em retorno financeiro.

### 5.2 Resultados obtidos

Os principais resultados obtidos com o trabalho estão relacionados com a eficiência do uso de gráficos de controle no monitoramento do ativo financeiro. O gráfico se mostrou sensível a mudanças de variabilidade, produzindo variação expressiva de desempenho quando de

pequenas mudanças no fator multiplicador. Com o aumento dos valores  $\lambda$ , o gráfico teve sua *performance* ainda melhor e foi capaz de detectar mais rapidamente processos fora de controle.

Isso foi refletido na rentabilidade da estratégia que utilizou os sinais do gráfico de controle para comprar um lote de ativo quando a estatística está abaixo do limite inferior de controle, e vender um lote de ativo quando a estatística está acima do limite superior de controle. Com isso, o operador fica comprado, vendido ou neutro e é capaz de antecipar as tendências de mercado. Compararam-se os resultados obtidos nesta estratégia (com os valores  $\lambda$  iguais a 0.5 e 0.7), com uma estratégia em que o operador comprava um lote de ativo no primeiro momento e vendia o ativo no final do período.

Através dos resultados, dispostos na Figura 31, foi possível observar que os rendimentos da estratégia II permanecem abaixo dos da estratégia I pelos primeiros anos, mas a tendência rapidamente se inverte e, ao final do período, a segunda possui um desempenho pouco menor de 4 vezes o desempenho da primeira. Os resultados são expressivos e excelentes, embora devam ser analisados assumindo que não houve consideração, por exemplo, de custos de transação associados com a compra e venda de USD futuro.

As mudanças mais expressivas de posição ocorrem em períodos de elevada volatilidade do mercado, com agitações político-econômicas. Ainda, os resultados estão em linha com a análise dos valores  $ARL_1$ , que diminuem vertiginosamente com um aumento da volatilidade do ativo-objeto, o que sugere que o gráfico consegue detectar rapidamente uma mudança no seu valor e atuar estrategicamente no intuito de se direcionar para a posição de lucro.

### 5.3 Dificuldades encontradas e sugestões propostas

No que se refere às dificuldades encontradas, a principal foi o referencial teórico de modelos de séries temporais ser um assunto com o qual o aluno não tinha familiaridade. Embora houvesse um arcabouço estatístico necessário para entender os conceitos, dominar modelos paramétricos autoregressivos demandou tempo e estudo antes que fosse possível desenvolver a metodologia.

Outra dificuldade encontrada surgiu no aprendizado da linguagem de programação R, com a qual o aluno não havia tido contato. Ao traçar um paralelo com outras linguagens semelhantes, no entanto, foi possível utilizar a linguagem para realizar todas as análises necessárias para utilizar modelos de séries temporais, incluindo a estimação dos parâmetros. O

VBA se mostrou mais prático para realização das simulações, que mesmo assim demandaram capacidade computacional para serem concluídas.

Alguns fatores não foram acrescentados no presente trabalho por fugirem de seu escopo, mas existem melhorias possíveis de serem realizadas em estudos posteriores. Sugestões para futuros trabalhos envolvem utilizar outros ativos financeiros, com diferentes períodos, para verificar como reagem os comportamentos dos  $ARL_1$ . Poder-se-ia variar outra estatística na geração dos resíduos para determinação dos  $ARL_1$ , verificando a sensibilidade dos gráficos quando outro fator, que não a variância, é modificado. Outra sugestão seria utilizar a terceira estratégia proposta, de montar um portfólio de posições, ao invés de ficar somente comprado ou vendido em um lote. Junto a isso, podem ser considerados os custos associados à movimentação financeira. Trabalhar com este tipo de estratégia exige mais recursos, mas traz representações mais fiéis da realidade.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKAIKE, H. **A New Look at the Statistical Model Identification**. IEEE Transactions on Automatic Control, v. 19, n. 6, p. 716–723, 1974.

ARIDA, P. **Aspectos Macroeconômicos da Conversibilidade: uma discussão do caso brasileiro**. 1<sup>a</sup> ed. São Paulo: BM&F, 2004.

BOX, G. E. P.; JENKINS, G. M. **Time Series Analysis: Forecasting and Control**. 1<sup>a</sup> ed. San Francisco: Holden-Day, 1970.

BOX, G. E. P.; JENKINS, G. M.; REINSEL, G. C. **Time Series Analysis: Forecasting and Control**. 3<sup>a</sup> ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1994.

BOX, G. E. P.; PIERCE, D. A. **Distribution of residual autocorrelations in autoregressive-integrated moving average time series models**. Journal of the American Statistical Association, v. 65, n. 332, p. 1509–1526, 1970.

CLEMENTS, M. P.; FRANCES, P. H.; SWANSON, N. R. **Forecasting economic and financial time-series with non-linear models**. International Journal of Forecasting, v. 20, n. 2, p. 169–183, 2004.

DAVIDSON, J. **An introduction to econometric theory**. 1<sup>a</sup> ed. Cambridge: Cambridge University Press (CUP), 2000.

DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. **Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root**. Journal of the American Statistical Association, v. 74, n. 366, p. 427, 1979.

DING, J.; MEADE, N. **Forecasting accuracy of stochastic volatility, GARCH and EWMA models under different volatility scenarios**. Applied Financial Economics, v. 20, n. 10, p. 771–783, maio 2010.

DREVON, P. F. **Comportamento do BRL-USD na vizinhança de vencimentos de derivativos de câmbio**. Dissertação (Mestrado em Finanças e Economia Empresarial). Escola de Pós-Graduação em Economia, Fundação Getúlio Vargas - FGV, Rio de Janeiro, 2016.

FRANÇA, D. M. **Derivativos Cambiais do Mercado Brasileiro: Precificação e**

**Administração de Riscos.** Dissertação (Mestrado em Finanças e Economia Empresarial). Escola de Pós-Graduação em Economia, Fundação Getúlio Vargas - FGV, Rio de Janeiro, 2010.

GARCIA, M. G. P.; URBAN, F. **O Mercado interbancário de câmbio no Brasil.** Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Publicado em Pesquisa e Planejamento Econômico, Rio de Janeiro, 2005.

GRANGER, C. W. J.; NEWBOLD, P. **Spurious Regression in Econometrics.** Journal of Econometrics, v. 2, n. 6, p. 111–120, 1974.

GREENE, W. H. **Estimation of limited dependent variable models by ordinary least squares and the method of moments.** Journal of Econometrics, v. 21, n. 2, p. 195–212, 1983.

KUMIEGA, A.; VAN VLIET, B. E. **Automated finance: The assumptions and behavioral aspects of algorithmic trading.** Journal of Behavioral Finance, v. 13, n. 1, p. 51–55, 2012.

MILLS, T. C. **Econometric Modelling of Financial Time Series.** 2<sup>a</sup> ed. Cambridge: Cambridge University Press (CUP), 1999.

MOHD RAZALI, N.; BEE WAH, Y. **Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests.** Journal of Statistical Modeling and Analytics, v. 2, n. 1, p. 13–14, 2011.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade.** 4<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2004.

MORETTIN, P. A. **Econometria financeira: um curso em séries temporais financeiras.** 2<sup>a</sup> ed. São Paulo: Editora Blucher, 2011.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de Séries Temporais.** 2<sup>a</sup> ed. São Paulo: Editora Blucher, 2006.

PAN, W. **Akaike's Information Criterion in Generalized Estimating Equations.** Biometrics, v. 57, n. 1, p. 120–125, 2001.

ROYSTON, P. **Approximating the Shapiro-Wilk W-test for non-normality.** Statistics and Computing, v. 2, n. 3, p. 117–119, set. 1992.

SAMOHYL, R. W. **Controle Estatístico de Qualidade.** 1<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

SHIBATA, R. **Selection of the order of an autoregressive model by Akaike's information criterion.** *Biometrika*, v. 63, n. 1, p. 117–126, 1976.

VENTURA, A.; GARCIA, M. G. P. **Mercados futuro e à vista de câmbio no Brasil: O rabo abana o cachorro.** *Revista Brasileira de Economia*, v. 66, n. 1, p. 21–48, 2012.





## APÊNDICE A: CÓDIGO PARA CONSTRUÇÃO DO MODELO DE PREVISÃO

#Acesso às bibliotecas com as funções de análise de séries temporais

```
library('ggplot2')
```

```
library('forecast')
```

```
library('tseries')
```

```
library('FitAR')
```

#Leitura das datas e respectivos ln-retornos de uma planilha .csv

```
my_data <- read.csv2(file.choose(),
                      sep=";", header=TRUE, stringsAsFactors=FALSE , dec=".")
```

#Formatação das colunas para datas e valores numéricos

```
my_data[,1] <- as.Date(my_data[,1], format="%d/%b/%y")
```

```
my_data[,2] <- as.numeric(my_data[,2])
```

#Gráfico com os dados plotados

```
ggplot(my_data, aes(my_data[,1], my_data[,2])) + geom_line() + scale_x_date('year') +
ylab("Zt") + xlab("")
```

#Leitura dos dados como série temporal

```
count_ts = ts(my_data[, c('Zt')])
```

#Determinação das autocorrelações e autocorrelações parciais

```
Acf(count_ts, main="")
```

```
Pacf(count_ts, main="")
```

#Teste ADF

```
adf.test(count_ts, alternative = "stationary")
```

#Construção de histograma

```
hist(count_ts, main="Histograma de retornos", xlab="Retornos", xlim=c(-0.10,0.10),
breaks=30)
```

```
#Q-Q Plot
```

```
qqnorm(count_ts)
```

```
qqline(count_ts)
```

```
#Teste Shapiro-Wilk
```

```
shapiro.test(count_ts)
```

```
#Estimação dos parâmetros do modelo cheio
```

```
fit<- arima(count_ts, stepwise=FALSE,approx=FALSE, order=c(34,0,0))
```

```
(1-pnorm(abs(fit2$coef)/sqrt(diag(fit2$var.coef))))*2
```

```
#Estimação dos parâmetros do modelo reduzido
```

```
fit2 = arima(count_ts, order = c(34,0,0), fixed =
c(0,NA,0,0,0,0,0,0,NA,0,NA,NA,0,0,NA,0,NA,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,NA,0,0))
```

```
(1-pnorm(abs(fit2$coef)/sqrt(diag(fit2$var.coef))))*2
```

```
#Representação gráfica dos resíduos
```

```
tsdisplay(residuals(fit2), lag.max=39, main='Análise Resíduos')
```

```
#Normalidade dos resíduos
```

```
qqnorm(resid(fit2))
```

```
qqline(resid(fit2))
```

```
shapiro.test(resid(fit2))
```

```
#Box-Pierce-Ljung test
```

```
cx<-Box.test(resid(fit2),type="Ljung",lag=35,fitdf=7)
```

```
LBQPlot(resid(fit2), lag.max = 40)
```

**APÊNDICE B: CÓDIGO PARA SIMULAÇÃO DOS LIMITES DE CONTROLE**

Sub EWMA\_ARL0()

Dim mean As Double

Dim StDev As Double

Dim z(10000) As Double

Dim y(10000) As Double

Dim srl As Double

Dim lambda As Double

Dim cont As Integer

Dim n As Integer

Dim res As Double

Dim passo As Integer

Dim arl\_0 As Integer

Dim delta As Double

mean = 0

StDev = Range("A7").Value

srl = 0

arl\_0 = 100

delta = 0.5

lambda = 0.9

n = 5000

z(1) = Range("I9").Value

z(2) = Range("I10").Value

z(3) = Range("I11").Value

z(4) = Range("I12").Value  
z(5) = Range("I13").Value  
z(6) = Range("I14").Value  
z(7) = Range("I15").Value  
z(8) = Range("I16").Value  
z(9) = Range("I17").Value  
z(10) = Range("I18").Value  
z(11) = Range("I19").Value  
z(12) = Range("I20").Value  
z(13) = Range("I21").Value  
z(14) = Range("I22").Value  
z(15) = Range("I23").Value  
z(16) = Range("I24").Value  
z(17) = Range("I25").Value  
z(18) = Range("I26").Value  
z(19) = Range("I27").Value  
z(20) = Range("I28").Value  
z(21) = Range("I29").Value  
z(22) = Range("I30").Value  
z(23) = Range("I31").Value  
z(24) = Range("I32").Value  
z(25) = Range("I33").Value  
z(26) = Range("I34").Value  
z(27) = Range("I35").Value  
z(28) = Range("I36").Value  
z(29) = Range("I37").Value  
z(30) = Range("I38").Value  
z(31) = Range("I39").Value  
z(32) = Range("I40").Value  
z(33) = Range("I41").Value

```
y(33) = Range("L36").Value
```

```
Do While Abs((srl / n) - arl_0) > delta
```

```
For cont = 1 To n
```

```
i = 34
```

```
Do While y(i - 1) > Range("R144").Value + 0.00005 * passo And y(i - 1) <
Range("R20239").Value + 0.00005 * passo
```

```
res = Application.WorksheetFunction.NormInv(Rnd(), mean, StDev)
```

```
z(i) = -0.0513 * z(i - 2) + 0.0349 * z(i - 10) + 0.0535 * z(i - 12) + 0.0319 * z(i - 13) +
0.0556 * z(i - 16) - 0.0307 * z(i - 18) - 0.0308 * z(i - 33) + res
```

```
y(33) = Range("L36").Value
```

```
y(i) = lambda * z(i) + (1 - lambda) * y(i - 1)
```

```
i = i + 1
```

```
Loop
```

```
srl = srl + i - 34
```

```
Next cont
```

```
passo = passo + 1
```

```
Loop
```

```
End Sub
```



**APÊNDICE C: CÓDIGO PARA SIMULAÇÃO DOS ARL FORA DE CONTROLE**

Sub EWMA\_ARL1()

Dim mean As Double

Dim StDev As Double

Dim z(10000) As Double

Dim y(10000) As Double

Dim srl As Double

Dim lambda As Double

Dim cont As Integer

Dim n As Integer

Dim res As Double

mean = 0

StDev = Range("A8").Value

srl = 0

lambda = 0.1

n = 5000

z(1) = Range("I9").Value

z(2) = Range("I10").Value

z(3) = Range("I11").Value

z(4) = Range("I12").Value

z(5) = Range("I13").Value  
z(6) = Range("I14").Value  
z(7) = Range("I15").Value  
z(8) = Range("I16").Value  
z(9) = Range("I17").Value  
z(10) = Range("I18").Value  
z(11) = Range("I19").Value  
z(12) = Range("I20").Value  
z(13) = Range("I21").Value  
z(14) = Range("I22").Value  
z(15) = Range("I23").Value  
z(16) = Range("I24").Value  
z(17) = Range("I25").Value  
z(18) = Range("I26").Value  
z(19) = Range("I27").Value  
z(20) = Range("I28").Value  
z(21) = Range("I29").Value  
z(22) = Range("I30").Value  
z(23) = Range("I31").Value  
z(24) = Range("I32").Value  
z(25) = Range("I33").Value  
z(26) = Range("I34").Value  
z(27) = Range("I35").Value  
z(28) = Range("I36").Value  
z(29) = Range("I37").Value  
z(30) = Range("I38").Value  
z(31) = Range("I39").Value  
z(32) = Range("I40").Value  
z(33) = Range("I41").Value



```
y(33) = Range("L36").Value
```

```
For cont = 1 To n
```

```
    i = 34
```

```
        Do While y(i - 1) > Range("L15").Value And y(i - 1) < Range("L16").Value
```

```
            res = Application.WorksheetFunction.NormInv(Rnd(), mean, StDev)
```

```
            z(i) = -0.0513 * z(i - 2) + 0.0349 * z(i - 10) + 0.0535 * z(i - 12) + 0.0319 * z(i - 13) +  
0.0556 * z(i - 16) - 0.0307 * z(i - 18) - 0.0308 * z(i - 33) + res
```

```
            y(33) = Range("L36").Value
```

```
            y(i) = lambda * z(i) + (1 - lambda) * y(i - 1)
```

```
            i = i + 1
```

```
        Loop
```

```
srl = srl + i - 34
```

```
Next cont
```

```
Range("A1").Value = srl
```

```
End Sub
```



**APÊNDICE D: VALORES CRÍTICOS DA ESTATÍSTICA W DE SHAPIRO-WILK**

	Nível de significância								
<b>N</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,05</b>	<b>0,1</b>	<b>0,5</b>	<b>0,9</b>	<b>0,95</b>	<b>0,98</b>	<b>0,99</b>
<b>3</b>	0,753	0,756	0,767	0,789	0,959	0,998	0,999	1,000	1,000
<b>4</b>	0,687	0,707	0,748	0,792	0,935	0,987	0,992	0,996	0,997
<b>5</b>	0,686	0,715	0,762	0,806	0,927	0,979	0,986	0,991	0,993
<b>6</b>	0,713	0,743	0,788	0,826	0,927	0,974	0,981	0,986	0,989
<b>7</b>	0,730	0,760	0,803	0,838	0,928	0,972	0,979	0,985	0,988
<b>8</b>	0,749	0,778	0,818	0,851	0,932	0,972	0,978	0,984	0,987
<b>9</b>	0,764	0,791	0,829	0,859	0,935	0,972	0,978	0,984	0,986
<b>10</b>	0,781	0,806	0,842	0,869	0,938	0,972	0,978	0,983	0,986
<b>11</b>	0,792	0,817	0,850	0,876	0,940	0,973	0,979	0,984	0,986
<b>12</b>	0,805	0,828	0,859	0,883	0,943	0,973	0,979	0,984	0,986
<b>13</b>	0,814	0,837	0,866	0,889	0,945	0,974	0,979	0,984	0,986
<b>14</b>	0,825	0,846	0,874	0,895	0,947	0,975	0,980	0,984	0,986
<b>15</b>	0,835	0,855	0,881	0,901	0,950	0,975	0,980	0,984	0,987
<b>16</b>	0,844	0,863	0,887	0,906	0,952	0,976	0,981	0,985	0,987
<b>17</b>	0,851	0,869	0,892	0,910	0,954	0,977	0,981	0,985	0,987
<b>18</b>	0,858	0,874	0,897	0,914	0,956	0,978	0,982	0,986	0,988
<b>19</b>	0,863	0,879	0,901	0,917	0,957	0,978	0,982	0,986	0,988
<b>20</b>	0,868	0,884	0,905	0,920	0,959	0,979	0,983	0,986	0,988
<b>21</b>	0,873	0,888	0,908	0,923	0,960	0,980	0,983	0,987	0,989
<b>22</b>	0,878	0,892	0,911	0,926	0,961	0,980	0,984	0,987	0,989
<b>23</b>	0,881	0,895	0,914	0,928	0,962	0,981	0,984	0,987	0,989
<b>24</b>	0,884	0,898	0,916	0,930	0,963	0,981	0,984	0,987	0,989
<b>25</b>	0,888	0,901	0,918	0,931	0,964	0,981	0,985	0,988	0,989
<b>26</b>	0,891	0,904	0,920	0,933	0,965	0,982	0,985	0,988	0,989
<b>27</b>	0,894	0,906	0,923	0,935	0,965	0,982	0,985	0,988	0,990
<b>28</b>	0,896	0,908	0,924	0,936	0,966	0,982	0,985	0,988	0,990
<b>29</b>	0,898	0,910	0,926	0,937	0,966	0,982	0,985	0,988	0,990
<b>30</b>	0,900	0,912	0,927	0,939	0,967	0,983	0,985	0,988	0,990
<b>31</b>	0,902	0,914	0,929	0,940	0,967	0,983	0,986	0,988	0,990
<b>32</b>	0,904	0,915	0,930	0,941	0,968	0,983	0,986	0,988	0,990
<b>33</b>	0,906	0,917	0,931	0,942	0,968	0,983	0,986	0,989	0,990
<b>34</b>	0,908	0,919	0,933	0,943	0,969	0,983	0,986	0,989	0,990
<b>35</b>	0,910	0,920	0,934	0,944	0,969	0,984	0,986	0,989	0,990
<b>36</b>	0,912	0,922	0,935	0,945	0,970	0,984	0,986	0,989	0,990
<b>37</b>	0,914	0,924	0,936	0,946	0,970	0,984	0,987	0,989	0,990
<b>38</b>	0,916	0,925	0,938	0,947	0,971	0,984	0,987	0,989	0,990
<b>39</b>	0,917	0,927	0,939	0,948	0,971	0,984	0,987	0,989	0,991
<b>40</b>	0,919	0,928	0,940	0,949	0,972	0,985	0,987	0,989	0,991
<b>41</b>	0,920	0,929	0,941	0,950	0,972	0,985	0,987	0,989	0,991
<b>42</b>	0,922	0,930	0,942	0,951	0,972	0,985	0,987	0,989	0,991
<b>43</b>	0,923	0,932	0,943	0,951	0,973	0,985	0,987	0,990	0,991

<b>44</b>	0,924	0,933	0,944	0,952	0,973	0,985	0,987	0,990	0,991
<b>45</b>	0,926	0,934	0,945	0,953	0,973	0,985	0,988	0,990	0,991
<b>46</b>	0,927	0,935	0,945	0,953	0,974	0,985	0,988	0,990	0,991
<b>47</b>	0,928	0,936	0,946	0,954	0,974	0,985	0,988	0,990	0,991
<b>48</b>	0,929	0,937	0,947	0,954	0,974	0,985	0,988	0,990	0,991
<b>49</b>	0,929	0,938	0,947	0,955	0,974	0,985	0,988	0,990	0,991
<b>50</b>	0,930	0,939	0,947	0,955	0,974	0,985	0,988	0,990	0,991

**ANEXO A: PREÇOS DE FECHAMENTO DIÁRIOS DO PRIMEIRO FUTURO**

DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
16-Sep-19	4.09401	19-Jul-19	3.74955	21-May-19	4.05530	21-Mar-19	3.79875
13-Sep-19	4.08839	18-Jul-19	3.73344	20-May-19	4.10629	20-Mar-19	3.74476
12-Sep-19	4.06224	17-Jul-19	3.76442	17-May-19	4.10698	19-Mar-19	3.78155
11-Sep-19	4.07325	16-Jul-19	3.76892	16-May-19	4.04150	18-Mar-19	3.79423
10-Sep-19	4.10165	15-Jul-19	3.76158	15-May-19	3.99364	15-Mar-19	3.82024
9-Sep-19	4.10361	12-Jul-19	3.74787	14-May-19	3.98554	14-Mar-19	3.84913
6-Sep-19	4.08088	11-Jul-19	3.75942	13-May-19	3.98396	13-Mar-19	3.81633
5-Sep-19	4.10374	10-Jul-19	3.76318	10-May-19	3.95901	12-Mar-19	3.81570
4-Sep-19	4.10834	8-Jul-19	3.81235	9-May-19	3.95418	11-Mar-19	3.84558
3-Sep-19	4.18707	5-Jul-19	3.82546	8-May-19	3.93841	8-Mar-19	3.87222
2-Sep-19	4.18754	4-Jul-19	3.80116	7-May-19	3.98719	7-Mar-19	3.89030
30-Aug-19	4.13850	3-Jul-19	3.84113	6-May-19	3.96281	6-Mar-19	3.83717
29-Aug-19	4.15960	2-Jul-19	3.85524	3-May-19	3.94845	1-Mar-19	3.78244
28-Aug-19	4.16061	1-Jul-19	3.84700	2-May-19	3.97434	28-Feb-19	3.73850
27-Aug-19	4.14695	28-Jun-19	3.83220	30-Apr-19	3.94530	27-Feb-19	3.72538
26-Aug-19	4.15119	27-Jun-19	3.83530	29-Apr-19	3.93820	26-Feb-19	3.75086
23-Aug-19	4.11738	26-Jun-19	3.85235	26-Apr-19	3.93297	25-Feb-19	3.73971
22-Aug-19	4.07060	25-Jun-19	3.84722	25-Apr-19	3.95718	22-Feb-19	3.73532
21-Aug-19	4.02928	24-Jun-19	3.82838	24-Apr-19	3.99093	21-Feb-19	3.75324
20-Aug-19	4.04483	21-Jun-19	3.83183	23-Apr-19	3.92242	20-Feb-19	3.71598
19-Aug-19	4.07013	19-Jun-19	3.84653	22-Apr-19	3.93562	19-Feb-19	3.70895
16-Aug-19	4.00409	18-Jun-19	3.86181	18-Apr-19	3.92117	18-Feb-19	3.73381
15-Aug-19	3.99792	17-Jun-19	3.90551	17-Apr-19	3.93564	15-Feb-19	3.71396
14-Aug-19	4.04423	14-Jun-19	3.89860	16-Apr-19	3.90035	14-Feb-19	3.74062
13-Aug-19	3.96633	13-Jun-19	3.85987	15-Apr-19	3.87261	13-Feb-19	3.75314
12-Aug-19	3.98826	12-Jun-19	3.85663	12-Apr-19	3.88534	12-Feb-19	3.71612
9-Aug-19	3.95029	11-Jun-19	3.85315	11-Apr-19	3.86363	11-Feb-19	3.76442
8-Aug-19	3.93334	10-Jun-19	3.88191	10-Apr-19	3.82176	8-Feb-19	3.73759
7-Aug-19	3.98628	7-Jun-19	3.87478	9-Apr-19	3.85999	7-Feb-19	3.71812
6-Aug-19	3.96980	6-Jun-19	3.88394	8-Apr-19	3.85200	6-Feb-19	3.70286
5-Aug-19	3.96738	5-Jun-19	3.88782	5-Apr-19	3.87146	5-Feb-19	3.67490
2-Aug-19	3.89303	4-Jun-19	3.86275	4-Apr-19	3.85871	4-Feb-19	3.67174
1-Aug-19	3.85205	3-Jun-19	3.90783	3-Apr-19	3.87743	1-Feb-19	3.66147
31-Jul-19	3.76490	31-May-19	3.94070	2-Apr-19	3.86322	31-Jan-19	3.65190
30-Jul-19	3.78972	30-May-19	3.96743	1-Apr-19	3.87949	30-Jan-19	3.72339
29-Jul-19	3.78480	29-May-19	3.98350	29-Mar-19	3.89670	29-Jan-19	3.72700
26-Jul-19	3.77025	28-May-19	4.01795	28-Mar-19	3.90861	28-Jan-19	3.76820
25-Jul-19	3.78283	27-May-19	4.03750	27-Mar-19	3.95055	24-Jan-19	3.76967
24-Jul-19	3.76986	24-May-19	4.01654	26-Mar-19	3.86536	23-Jan-19	3.77239
23-Jul-19	3.77297	23-May-19	4.05182	25-Mar-19	3.86489	22-Jan-19	3.78435
22-Jul-19	3.73737	22-May-19	4.04315	22-Mar-19	3.88896	21-Jan-19	3.76110

DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
18-Jan-19	3.76921	16-Nov-18	3.74497	18-Sep-18	4.13342	23-Jul-18	3.79035
17-Jan-19	3.75377	14-Nov-18	3.79410	17-Sep-18	4.14121	20-Jul-18	3.77711
16-Jan-19	3.72800	13-Nov-18	3.81588	14-Sep-18	4.16995	19-Jul-18	3.86438
15-Jan-19	3.72671	12-Nov-18	3.75474	13-Sep-18	4.19652	18-Jul-18	3.83885
14-Jan-19	3.69591	9-Nov-18	3.74740	12-Sep-18	4.13684	17-Jul-18	3.84941
11-Jan-19	3.71481	8-Nov-18	3.76487	11-Sep-18	4.16432	16-Jul-18	3.87023
10-Jan-19	3.71533	7-Nov-18	3.75305	10-Sep-18	4.09415	13-Jul-18	3.87117
9-Jan-19	3.69537	6-Nov-18	3.75271	6-Sep-18	4.12801	12-Jul-18	3.90530
8-Jan-19	3.72004	5-Nov-18	3.72694	5-Sep-18	4.14062	11-Jul-18	3.88297
7-Jan-19	3.73322	1-Nov-18	3.69765	4-Sep-18	4.16712	10-Jul-18	3.81550
4-Jan-19	3.72032	31-Oct-18	3.71770	3-Sep-18	4.15514	6-Jul-18	3.87555
3-Jan-19	3.75878	30-Oct-18	3.71193	31-Aug-18	4.13530	5-Jul-18	3.94730
2-Jan-19	3.81904	29-Oct-18	3.69992	30-Aug-18	4.17166	4-Jul-18	3.91850
28-Dec-18	3.87480	26-Oct-18	3.65222	29-Aug-18	4.12825	3-Jul-18	3.90543
27-Dec-18	3.88973	25-Oct-18	3.70064	28-Aug-18	4.13668	2-Jul-18	3.92394
26-Dec-18	3.91866	24-Oct-18	3.72599	27-Aug-18	4.08234	29-Jun-18	3.85580
21-Dec-18	3.88746	23-Oct-18	3.69762	24-Aug-18	4.11045	28-Jun-18	3.85572
20-Dec-18	3.85140	22-Oct-18	3.68871	23-Aug-18	4.11978	27-Jun-18	3.86998
19-Dec-18	3.87612	19-Oct-18	3.70795	22-Aug-18	4.06550	26-Jun-18	3.79229
18-Dec-18	3.90195	18-Oct-18	3.71249	21-Aug-18	4.02674	25-Jun-18	3.77311
17-Dec-18	3.88863	17-Oct-18	3.68282	20-Aug-18	3.96651	22-Jun-18	3.77020
14-Dec-18	3.89935	16-Oct-18	3.73133	17-Aug-18	3.92997	21-Jun-18	3.76133
13-Dec-18	3.88171	15-Oct-18	3.73581	16-Aug-18	3.91121	20-Jun-18	3.77195
12-Dec-18	3.84965	11-Oct-18	3.77810	15-Aug-18	3.90625	19-Jun-18	3.74244
11-Dec-18	3.91692	10-Oct-18	3.76058	14-Aug-18	3.87866	18-Jun-18	3.75517
10-Dec-18	3.92873	9-Oct-18	3.71034	13-Aug-18	3.92288	15-Jun-18	3.72972
7-Dec-18	3.88025	8-Oct-18	3.76145	10-Aug-18	3.87946	14-Jun-18	3.79358
6-Dec-18	3.89190	5-Oct-18	3.87348	9-Aug-18	3.81115	13-Jun-18	3.72292
5-Dec-18	3.86824	4-Oct-18	3.90703	8-Aug-18	3.77506	12-Jun-18	3.72351
4-Dec-18	3.85663	3-Oct-18	3.90839	7-Aug-18	3.77113	11-Jun-18	3.73259
3-Dec-18	3.82678	2-Oct-18	3.93115	6-Aug-18	3.73976	8-Jun-18	3.71293
30-Nov-18	3.86330	1-Oct-18	4.02220	3-Aug-18	3.71938	7-Jun-18	3.91627
29-Nov-18	3.86051	28-Sep-18	4.00390	2-Aug-18	3.77266	6-Jun-18	3.83065
28-Nov-18	3.84037	27-Sep-18	3.99394	1-Aug-18	3.76545	5-Jun-18	3.80641
27-Nov-18	3.89437	26-Sep-18	4.03181	31-Jul-18	3.75490	4-Jun-18	3.74596
26-Nov-18	3.90664	25-Sep-18	4.08290	30-Jul-18	3.72898	1-Jun-18	3.77719
23-Nov-18	3.81908	24-Sep-18	4.09448	27-Jul-18	3.71851	30-May-18	3.73700
22-Nov-18	3.81141	21-Sep-18	4.04410	26-Jul-18	3.74416	29-May-18	3.74418
21-Nov-18	3.78643	20-Sep-18	4.08027	25-Jul-18	3.71005	28-May-18	3.72565
19-Nov-18	3.76548	19-Sep-18	4.13070	24-Jul-18	3.74595	25-May-18	3.67061

DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
24-May-18	3.65053	27-Mar-18	3.32770	26-Jan-18	3.15026	27-Nov-17	3.22369
23-May-18	3.62602	26-Mar-18	3.30166	24-Jan-18	3.18485	24-Nov-17	3.22659
22-May-18	3.63432	23-Mar-18	3.31049	23-Jan-18	3.24388	23-Nov-17	3.22499
21-May-18	3.69034	22-Mar-18	3.30276	22-Jan-18	3.20651	22-Nov-17	3.23889
18-May-18	3.74203	21-Mar-18	3.27915	19-Jan-18	3.20594	21-Nov-17	3.24751
17-May-18	3.70738	20-Mar-18	3.30718	18-Jan-18	3.21818	17-Nov-17	3.26264
16-May-18	3.69011	19-Mar-18	3.28778	17-Jan-18	3.22367	16-Nov-17	3.28339
15-May-18	3.65986	16-Mar-18	3.28250	16-Jan-18	3.23334	14-Nov-17	3.31026
14-May-18	3.62804	15-Mar-18	3.29533	15-Jan-18	3.21052	13-Nov-17	3.30282
11-May-18	3.60554	14-Mar-18	3.26559	12-Jan-18	3.21818	10-Nov-17	3.28358
10-May-18	3.55289	13-Mar-18	3.26284	11-Jan-18	3.23240	9-Nov-17	3.26732
9-May-18	3.60673	12-Mar-18	3.26387	10-Jan-18	3.24212	8-Nov-17	3.26066
8-May-18	3.57575	9-Mar-18	3.25806	9-Jan-18	3.25964	7-Nov-17	3.28764
7-May-18	3.56220	8-Mar-18	3.26877	8-Jan-18	3.24403	6-Nov-17	3.27535
4-May-18	3.52989	7-Mar-18	3.24928	5-Jan-18	3.24238	3-Nov-17	3.31816
3-May-18	3.53650	6-Mar-18	3.22094	4-Jan-18	3.23913	1-Nov-17	3.27915
2-May-18	3.54850	5-Mar-18	3.25660	3-Jan-18	3.25338	31-Oct-17	3.27690
30-Apr-18	3.48110	2-Mar-18	3.26589	2-Jan-18	3.27039	30-Oct-17	3.27297
27-Apr-18	3.45831	1-Mar-18	3.27441	28-Dec-17	3.30800	27-Oct-17	3.25363
26-Apr-18	3.48573	28-Feb-18	3.24490	27-Dec-17	3.31000	26-Oct-17	3.28294
25-Apr-18	3.49878	27-Feb-18	3.24551	26-Dec-17	3.31969	25-Oct-17	3.25033
24-Apr-18	3.46974	26-Feb-18	3.24067	22-Dec-17	3.33479	24-Oct-17	3.26005
23-Apr-18	3.44773	23-Feb-18	3.24149	21-Dec-17	3.31093	23-Oct-17	3.21927
20-Apr-18	3.40964	22-Feb-18	3.24880	20-Dec-17	3.29050	20-Oct-17	3.19204
19-Apr-18	3.39210	21-Feb-18	3.25531	19-Dec-17	3.30119	19-Oct-17	3.17993
18-Apr-18	3.37969	20-Feb-18	3.25371	18-Dec-17	3.29703	18-Oct-17	3.17380
17-Apr-18	3.40603	19-Feb-18	3.23815	15-Dec-17	3.31426	17-Oct-17	3.17715
16-Apr-18	3.42588	16-Feb-18	3.21456	14-Dec-17	3.34338	16-Oct-17	3.17305
13-Apr-18	3.42691	15-Feb-18	3.24268	13-Dec-17	3.31886	13-Oct-17	3.15793
12-Apr-18	3.40509	14-Feb-18	3.25062	12-Dec-17	3.33573	11-Oct-17	3.17530
11-Apr-18	3.38299	9-Feb-18	3.32096	11-Dec-17	3.30587	10-Oct-17	3.18715
10-Apr-18	3.41209	8-Feb-18	3.30686	8-Dec-17	3.30557	9-Oct-17	3.19289
9-Apr-18	3.40186	7-Feb-18	3.28045	7-Dec-17	3.30016	6-Oct-17	3.16872
6-Apr-18	3.38305	6-Feb-18	3.25148	6-Dec-17	3.25085	5-Oct-17	3.16269
5-Apr-18	3.34579	5-Feb-18	3.24979	5-Dec-17	3.24207	4-Oct-17	3.13869
4-Apr-18	3.34513	2-Feb-18	3.22736	4-Dec-17	3.25155	3-Oct-17	3.15811
3-Apr-18	3.34233	1-Feb-18	3.18238	1-Dec-17	3.26227	2-Oct-17	3.16669
2-Apr-18	3.32544	31-Jan-18	3.16240	30-Nov-17	3.26160	29-Sep-17	3.16800
29-Mar-18	3.32380	30-Jan-18	3.18106	29-Nov-17	3.23844	28-Sep-17	3.18216
28-Mar-18	3.33685	29-Jan-18	3.17136	28-Nov-17	3.20978	27-Sep-17	3.18963

DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
26-Sep-17	3.17003	31-Jul-17	3.13070	2-Jun-17	3.27272	4-Apr-17	3.11701
25-Sep-17	3.15457	28-Jul-17	3.13993	1-Jun-17	3.27201	3-Apr-17	3.13221
22-Sep-17	3.12941	27-Jul-17	3.15760	31-May-17	3.24370	31-Mar-17	3.16840
21-Sep-17	3.14713	26-Jul-17	3.15032	30-May-17	3.26155	30-Mar-17	3.13712
20-Sep-17	3.13626	25-Jul-17	3.16969	29-May-17	3.27223	29-Mar-17	3.12365
19-Sep-17	3.13965	24-Jul-17	3.15056	26-May-17	3.26007	28-Mar-17	3.14056
18-Sep-17	3.13875	21-Jul-17	3.14402	25-May-17	3.29290	27-Mar-17	3.14061
15-Sep-17	3.12412	20-Jul-17	3.13717	24-May-17	3.27348	24-Mar-17	3.11616
14-Sep-17	3.12856	19-Jul-17	3.15563	23-May-17	3.27346	23-Mar-17	3.13524
13-Sep-17	3.14139	18-Jul-17	3.16705	22-May-17	3.29099	22-Mar-17	3.10018
12-Sep-17	3.14062	17-Jul-17	3.19016	19-May-17	3.26974	21-Mar-17	3.09600
11-Sep-17	3.10609	14-Jul-17	3.19202	18-May-17	3.34596	20-Mar-17	3.08591
8-Sep-17	3.09817	13-Jul-17	3.22122	17-May-17	3.13543	17-Mar-17	3.11398
6-Sep-17	3.11215	12-Jul-17	3.22563	16-May-17	3.10934	16-Mar-17	3.12629
5-Sep-17	3.12988	11-Jul-17	3.26626	15-May-17	3.11517	15-Mar-17	3.12584
4-Sep-17	3.14613	10-Jul-17	3.27808	12-May-17	3.13736	14-Mar-17	3.19746
1-Sep-17	3.15364	7-Jul-17	3.29664	11-May-17	3.16713	13-Mar-17	3.16869
31-Aug-17	3.14710	6-Jul-17	3.31813	10-May-17	3.17806	10-Mar-17	3.16417
30-Aug-17	3.16181	5-Jul-17	3.31469	9-May-17	3.20415	9-Mar-17	3.20836
29-Aug-17	3.16513	4-Jul-17	3.32808	8-May-17	3.21599	8-Mar-17	3.18029
28-Aug-17	3.15995	3-Jul-17	3.31723	5-May-17	3.19685	7-Mar-17	3.13890
25-Aug-17	3.15725	30-Jun-17	3.30820	4-May-17	3.20851	6-Mar-17	3.14479
24-Aug-17	3.14743	29-Jun-17	3.30489	3-May-17	3.17227	3-Mar-17	3.14203
23-Aug-17	3.14361	28-Jun-17	3.29067	2-May-17	3.17382	2-Mar-17	3.16713
22-Aug-17	3.16940	27-Jun-17	3.32934	28-Apr-17	3.19840	1-Mar-17	3.12142
21-Aug-17	3.17349	26-Jun-17	3.30480	27-Apr-17	3.17785	24-Feb-17	3.09930
18-Aug-17	3.15450	23-Jun-17	3.34467	26-Apr-17	3.18490	23-Feb-17	3.06082
17-Aug-17	3.18339	22-Jun-17	3.33688	25-Apr-17	3.15696	22-Feb-17	3.08094
16-Aug-17	3.16405	21-Jun-17	3.33663	24-Apr-17	3.13504	21-Feb-17	3.09768
15-Aug-17	3.20045	20-Jun-17	3.33992	20-Apr-17	3.16130	20-Feb-17	3.09335
14-Aug-17	3.19682	19-Jun-17	3.29910	19-Apr-17	3.14591	17-Feb-17	3.09897
11-Aug-17	3.17786	16-Jun-17	3.29671	18-Apr-17	3.11835	16-Feb-17	3.08452
10-Aug-17	3.17716	14-Jun-17	3.29450	17-Apr-17	3.11026	15-Feb-17	3.06928
9-Aug-17	3.16358	13-Jun-17	3.32181	13-Apr-17	3.15291	14-Feb-17	3.10890
8-Aug-17	3.13651	12-Jun-17	3.33148	12-Apr-17	3.16672	13-Feb-17	3.12417
7-Aug-17	3.13706	9-Jun-17	3.30123	11-Apr-17	3.14566	10-Feb-17	3.12367
4-Aug-17	3.14136	8-Jun-17	3.28476	10-Apr-17	3.14983	9-Feb-17	3.14033
3-Aug-17	3.13692	7-Jun-17	3.29416	7-Apr-17	3.16606	8-Feb-17	3.12968
2-Aug-17	3.13486	6-Jun-17	3.29394	6-Apr-17	3.15487	7-Feb-17	3.13958
1-Aug-17	3.13705	5-Jun-17	3.31250	5-Apr-17	3.10775	6-Feb-17	3.13990



DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
3-Feb-17	3.13189	7-Dec-16	3.43407	7-Oct-16	3.24185	11-Aug-16	3.15597
2-Feb-17	3.14022	6-Dec-16	3.43748	6-Oct-16	3.24686	10-Aug-16	3.14223
1-Feb-17	3.17345	5-Dec-16	3.45507	5-Oct-16	3.24558	9-Aug-16	3.16799
31-Jan-17	3.12700	2-Dec-16	3.49930	4-Oct-16	3.27944	8-Aug-16	3.19392
30-Jan-17	3.11713	1-Dec-16	3.50468	3-Oct-16	3.23763	5-Aug-16	3.19688
27-Jan-17	3.15368	30-Nov-16	3.39670	30-Sep-16	3.24620	4-Aug-16	3.23455
26-Jan-17	3.18654	29-Nov-16	3.39755	29-Sep-16	3.24569	3-Aug-16	3.27843
24-Jan-17	3.17310	28-Nov-16	3.39402	28-Sep-16	3.22322	2-Aug-16	3.29351
23-Jan-17	3.18149	25-Nov-16	3.42427	27-Sep-16	3.23555	1-Aug-16	3.30170
20-Jan-17	3.18544	24-Nov-16	3.40269	26-Sep-16	3.25046	29-Jul-16	3.23900
19-Jan-17	3.20793	23-Nov-16	3.40021	23-Sep-16	3.24301	28-Jul-16	3.29359
18-Jan-17	3.23445	22-Nov-16	3.36725	22-Sep-16	3.22669	27-Jul-16	3.27421
17-Jan-17	3.22636	21-Nov-16	3.35981	21-Sep-16	3.22771	26-Jul-16	3.27881
16-Jan-17	3.24615	18-Nov-16	3.40021	20-Sep-16	3.26442	25-Jul-16	3.29121
13-Jan-17	3.22527	17-Nov-16	3.43772	19-Sep-16	3.28166	22-Jul-16	3.28492
12-Jan-17	3.19104	16-Nov-16	3.43667	16-Sep-16	3.28903	21-Jul-16	3.29405
11-Jan-17	3.21337	14-Nov-16	3.46177	15-Sep-16	3.31772	20-Jul-16	3.26490
10-Jan-17	3.21781	11-Nov-16	3.40392	14-Sep-16	3.35145	19-Jul-16	3.27645
9-Jan-17	3.21805	10-Nov-16	3.37903	13-Sep-16	3.33502	18-Jul-16	3.26861
6-Jan-17	3.24450	9-Nov-16	3.22171	12-Sep-16	3.26781	15-Jul-16	3.27714
5-Jan-17	3.22305	8-Nov-16	3.19443	9-Sep-16	3.28875	14-Jul-16	3.26977
4-Jan-17	3.24740	7-Nov-16	3.22294	8-Sep-16	3.21944	13-Jul-16	3.29887
3-Jan-17	3.28037	4-Nov-16	3.24434	6-Sep-16	3.22969	12-Jul-16	3.30668
2-Jan-17	3.30827	3-Nov-16	3.26036	5-Sep-16	3.29683	11-Jul-16	3.32456
29-Dec-16	3.25910	1-Nov-16	3.27568	2-Sep-16	3.26930	8-Jul-16	3.31207
28-Dec-16	3.28486	31-Oct-16	3.18110	1-Sep-16	3.26797	7-Jul-16	3.37905
27-Dec-16	3.28193	28-Oct-16	3.20092	31-Aug-16	3.24030	6-Jul-16	3.35211
26-Dec-16	3.28597	27-Oct-16	3.15194	30-Aug-16	3.24827	5-Jul-16	3.32423
23-Dec-16	3.27510	26-Oct-16	3.14914	29-Aug-16	3.24197	4-Jul-16	3.28460
22-Dec-16	3.31113	25-Oct-16	3.11129	26-Aug-16	3.27853	1-Jul-16	3.24755
21-Dec-16	3.33813	24-Oct-16	3.12817	25-Aug-16	3.23420	30-Jun-16	3.20980
20-Dec-16	3.35955	21-Oct-16	3.17248	24-Aug-16	3.22899	29-Jun-16	3.24514
19-Dec-16	3.38377	20-Oct-16	3.14772	23-Aug-16	3.23326	28-Jun-16	3.30746
16-Dec-16	3.40379	19-Oct-16	3.18067	22-Aug-16	3.21863	27-Jun-16	3.40257
15-Dec-16	3.38895	18-Oct-16	3.19000	19-Aug-16	3.22825	24-Jun-16	3.38028
14-Dec-16	3.35056	17-Oct-16	3.20799	18-Aug-16	3.25065	23-Jun-16	3.35849
13-Dec-16	3.34288	14-Oct-16	3.20817	17-Aug-16	3.22090	22-Jun-16	3.38544
12-Dec-16	3.36702	13-Oct-16	3.20023	16-Aug-16	3.20024	21-Jun-16	3.40279
9-Dec-16	3.38513	11-Oct-16	3.22504	15-Aug-16	3.19446	20-Jun-16	3.40557
8-Dec-16	3.40539	10-Oct-16	3.22793	12-Aug-16	3.20568	17-Jun-16	3.43923

DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
16-Jun-16	3.48391	19-Apr-16	3.54971	22-Feb-16	3.96024	17-Dec-15	3.91432
15-Jun-16	3.47570	18-Apr-16	3.58778	19-Feb-16	4.05397	16-Dec-15	3.94387
14-Jun-16	3.51031	15-Apr-16	3.54514	18-Feb-16	4.05297	15-Dec-15	3.91394
13-Jun-16	3.49239	14-Apr-16	3.48520	17-Feb-16	3.99421	14-Dec-15	3.90545
10-Jun-16	3.45293	13-Apr-16	3.50567	16-Feb-16	4.07116	11-Dec-15	3.90406
9-Jun-16	3.41719	12-Apr-16	3.53369	15-Feb-16	4.01191	10-Dec-15	3.82011
8-Jun-16	3.39560	11-Apr-16	3.52249	12-Feb-16	4.00318	9-Dec-15	3.75084
7-Jun-16	3.47302	8-Apr-16	3.63638	11-Feb-16	3.99706	8-Dec-15	3.84082
6-Jun-16	3.52148	7-Apr-16	3.72033	10-Feb-16	3.94895	7-Dec-15	3.79229
3-Jun-16	3.55767	6-Apr-16	3.67671	5-Feb-16	3.92840	4-Dec-15	3.78241
2-Jun-16	3.61970	5-Apr-16	3.69441	4-Feb-16	3.90965	3-Dec-15	3.77477
1-Jun-16	3.62822	4-Apr-16	3.62921	3-Feb-16	3.94900	2-Dec-15	3.87954
31-May-16	3.59510	1-Apr-16	3.59008	2-Feb-16	4.02188	1-Dec-15	3.89608
30-May-16	3.58094	31-Mar-16	3.55890	1-Feb-16	4.01274	30-Nov-15	3.85060
27-May-16	3.61370	30-Mar-16	3.62261	29-Jan-16	4.04280	27-Nov-15	3.79253
25-May-16	3.59980	29-Mar-16	3.64342	28-Jan-16	4.07880	26-Nov-15	3.75535
24-May-16	3.58822	28-Mar-16	3.63330	27-Jan-16	4.06992	25-Nov-15	3.75297
23-May-16	3.57556	24-Mar-16	3.69703	26-Jan-16	4.06610	24-Nov-15	3.70547
20-May-16	3.53445	23-Mar-16	3.67882	22-Jan-16	4.12122	23-Nov-15	3.73553
19-May-16	3.58851	22-Mar-16	3.59092	21-Jan-16	4.15698	19-Nov-15	3.74694
18-May-16	3.55994	21-Mar-16	3.61113	20-Jan-16	4.13577	18-Nov-15	3.80043
17-May-16	3.50782	18-Mar-16	3.60323	19-Jan-16	4.05808	17-Nov-15	3.82731
16-May-16	3.51397	17-Mar-16	3.64820	18-Jan-16	4.04666	16-Nov-15	3.84402
13-May-16	3.53308	16-Mar-16	3.77185	15-Jan-16	4.06663	13-Nov-15	3.85007
12-May-16	3.49075	15-Mar-16	3.78034	14-Jan-16	4.01893	12-Nov-15	3.80059
11-May-16	3.46502	14-Mar-16	3.63402	13-Jan-16	4.01217	11-Nov-15	3.79989
10-May-16	3.49304	11-Mar-16	3.62852	12-Jan-16	4.06387	10-Nov-15	3.81396
9-May-16	3.54347	10-Mar-16	3.66573	11-Jan-16	4.07103	9-Nov-15	3.81317
6-May-16	3.52570	9-Mar-16	3.71914	8-Jan-16	4.06099	6-Nov-15	3.80718
5-May-16	3.56666	8-Mar-16	3.77679	7-Jan-16	4.07607	5-Nov-15	3.80076
4-May-16	3.56544	7-Mar-16	3.81278	6-Jan-16	4.04629	4-Nov-15	3.82748
3-May-16	3.59834	4-Mar-16	3.77659	5-Jan-16	4.04752	3-Nov-15	3.78271
2-May-16	3.51759	3-Mar-16	3.82482	4-Jan-16	4.08710	30-Oct-15	3.85890
29-Apr-16	3.45080	2-Mar-16	3.92543	30-Dec-15	3.90480	29-Oct-15	3.86333
28-Apr-16	3.48833	1-Mar-16	3.96986	29-Dec-15	3.88904	28-Oct-15	3.87458
27-Apr-16	3.52307	29-Feb-16	3.97960	28-Dec-15	3.86412	27-Oct-15	3.91213
26-Apr-16	3.52940	26-Feb-16	3.99269	23-Dec-15	3.96989	26-Oct-15	3.91139
25-Apr-16	3.55564	25-Feb-16	3.94428	22-Dec-15	4.00955	23-Oct-15	3.90687
22-Apr-16	3.58119	24-Feb-16	3.97441	21-Dec-15	4.03038	22-Oct-15	3.93634
20-Apr-16	3.53743	23-Feb-16	3.96866	18-Dec-15	3.95166	21-Oct-15	3.95354

DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
20-Oct-15	3.92407	21-Aug-15	3.50349	25-Jun-15	3.12193	28-Apr-15	2.93592
19-Oct-15	3.91666	20-Aug-15	3.46795	24-Jun-15	3.10400	27-Apr-15	2.91731
16-Oct-15	3.84960	19-Aug-15	3.50434	23-Jun-15	3.09452	24-Apr-15	2.96873
15-Oct-15	3.83152	18-Aug-15	3.47970	22-Jun-15	3.09522	23-Apr-15	2.98362
14-Oct-15	3.86467	17-Aug-15	3.49935	19-Jun-15	3.10724	22-Apr-15	3.01663
13-Oct-15	3.89009	14-Aug-15	3.49830	18-Jun-15	3.06763	20-Apr-15	3.03827
9-Oct-15	3.77845	13-Aug-15	3.53008	17-Jun-15	3.07812	17-Apr-15	3.06385
8-Oct-15	3.84302	12-Aug-15	3.50039	16-Jun-15	3.10348	16-Apr-15	3.02097
7-Oct-15	3.90666	11-Aug-15	3.52889	15-Jun-15	3.14369	15-Apr-15	3.05555
6-Oct-15	3.88641	10-Aug-15	3.48192	12-Jun-15	3.13328	14-Apr-15	3.08003
5-Oct-15	3.93971	7-Aug-15	3.53823	11-Jun-15	3.12539	13-Apr-15	3.13576
2-Oct-15	3.98841	6-Aug-15	3.57412	10-Jun-15	3.13523	10-Apr-15	3.10254
1-Oct-15	4.03073	5-Aug-15	3.52245	9-Jun-15	3.12555	9-Apr-15	3.07855
30-Sep-15	3.97290	4-Aug-15	3.50064	8-Jun-15	3.14295	8-Apr-15	3.07684
29-Sep-15	4.03555	3-Aug-15	3.48864	5-Jun-15	3.18033	7-Apr-15	3.14800
28-Sep-15	4.05601	31-Jul-15	3.39400	3-Jun-15	3.16558	6-Apr-15	3.13520
25-Sep-15	3.97133	30-Jul-15	3.38023	2-Jun-15	3.16337	2-Apr-15	3.15516
24-Sep-15	4.07700	29-Jul-15	3.32633	1-Jun-15	3.21628	1-Apr-15	3.20664
23-Sep-15	4.14595	28-Jul-15	3.38611	29-May-15	3.17880	31-Mar-15	3.20800
22-Sep-15	4.06817	27-Jul-15	3.37070	28-May-15	3.16668	30-Mar-15	3.22225
21-Sep-15	3.97760	24-Jul-15	3.36244	27-May-15	3.14848	27-Mar-15	3.23816
18-Sep-15	3.95234	23-Jul-15	3.29932	26-May-15	3.15373	26-Mar-15	3.19760
17-Sep-15	3.85897	22-Jul-15	3.23561	25-May-15	3.10647	25-Mar-15	3.19873
16-Sep-15	3.85631	21-Jul-15	3.18071	22-May-15	3.09564	24-Mar-15	3.13788
15-Sep-15	3.88965	20-Jul-15	3.21118	21-May-15	3.04241	23-Mar-15	3.17703
14-Sep-15	3.85694	17-Jul-15	3.20837	20-May-15	3.01574	20-Mar-15	3.23853
11-Sep-15	3.90789	16-Jul-15	3.16627	19-May-15	3.03641	19-Mar-15	3.30260
10-Sep-15	3.88599	15-Jul-15	3.15584	18-May-15	3.03733	18-Mar-15	3.24414
9-Sep-15	3.83058	14-Jul-15	3.15218	15-May-15	3.00426	17-Mar-15	3.26900
8-Sep-15	3.84760	13-Jul-15	3.15657	14-May-15	3.01723	16-Mar-15	3.24694
4-Sep-15	3.87654	10-Jul-15	3.18603	13-May-15	3.05681	13-Mar-15	3.27676
3-Sep-15	3.77787	8-Jul-15	3.24815	12-May-15	3.04326	12-Mar-15	3.17717
2-Sep-15	3.79845	7-Jul-15	3.22179	11-May-15	3.07028	11-Mar-15	3.15114
1-Sep-15	3.73327	6-Jul-15	3.17905	8-May-15	3.00716	10-Mar-15	3.12444
31-Aug-15	3.64670	3-Jul-15	3.16675	7-May-15	3.04393	9-Mar-15	3.13931
28-Aug-15	3.58418	2-Jul-15	3.13492	6-May-15	3.07492	6-Mar-15	3.07654
27-Aug-15	3.56160	1-Jul-15	3.17388	5-May-15	3.10195	5-Mar-15	3.03795
26-Aug-15	3.61759	30-Jun-15	3.10260	4-May-15	3.11282	4-Mar-15	3.00783
25-Aug-15	3.59023	29-Jun-15	3.11772	30-Apr-15	2.99360	3-Mar-15	2.93276
24-Aug-15	3.56328	26-Jun-15	3.12797	29-Apr-15	2.94954	2-Mar-15	2.91383

DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
27-Feb-15	2.87820	29-Dec-14	2.70327	29-Oct-14	2.44917	3-Sep-14	2.24819
26-Feb-15	2.88229	26-Dec-14	2.68009	28-Oct-14	2.48374	2-Sep-14	2.26255
25-Feb-15	2.87771	23-Dec-14	2.70985	27-Oct-14	2.52535	1-Sep-14	2.26133
24-Feb-15	2.83628	22-Dec-14	2.66469	24-Oct-14	2.46869	29-Aug-14	2.23960
23-Feb-15	2.87733	19-Dec-14	2.66463	23-Oct-14	2.51842	28-Aug-14	2.24079
20-Feb-15	2.88394	18-Dec-14	2.66025	22-Oct-14	2.49751	27-Aug-14	2.26359
19-Feb-15	2.87450	17-Dec-14	2.70864	21-Oct-14	2.48118	26-Aug-14	2.26857
18-Feb-15	2.85195	16-Dec-14	2.74704	20-Oct-14	2.46778	25-Aug-14	2.29046
13-Feb-15	2.84372	15-Dec-14	2.69799	17-Oct-14	2.45028	22-Aug-14	2.28434
12-Feb-15	2.83766	12-Dec-14	2.67622	16-Oct-14	2.47661	21-Aug-14	2.26777
11-Feb-15	2.89228	11-Dec-14	2.65571	15-Oct-14	2.44736	20-Aug-14	2.26469
10-Feb-15	2.83899	10-Dec-14	2.62474	14-Oct-14	2.41531	19-Aug-14	2.25787
9-Feb-15	2.79501	9-Dec-14	2.61094	13-Oct-14	2.39759	18-Aug-14	2.26817
6-Feb-15	2.78950	8-Dec-14	2.62918	10-Oct-14	2.42043	15-Aug-14	2.27288
5-Feb-15	2.75455	5-Dec-14	2.60703	9-Oct-14	2.40517	14-Aug-14	2.28258
4-Feb-15	2.76434	4-Dec-14	2.60514	8-Oct-14	2.39925	13-Aug-14	2.29318
3-Feb-15	2.72551	3-Dec-14	2.57362	7-Oct-14	2.41856	12-Aug-14	2.28670
2-Feb-15	2.72895	2-Dec-14	2.59565	6-Oct-14	2.44971	11-Aug-14	2.29090
30-Jan-15	2.66230	1-Dec-14	2.57658	3-Oct-14	2.49397	8-Aug-14	2.29734
29-Jan-15	2.61519	28-Nov-14	2.56010	2-Oct-14	2.50004	7-Aug-14	2.30850
28-Jan-15	2.57989	27-Nov-14	2.51524	1-Oct-14	2.50606	6-Aug-14	2.29245
27-Jan-15	2.57862	26-Nov-14	2.50185	30-Sep-14	2.45100	5-Aug-14	2.30253
26-Jan-15	2.59399	25-Nov-14	2.54066	29-Sep-14	2.45390	4-Aug-14	2.27659
23-Jan-15	2.58853	24-Nov-14	2.55357	26-Sep-14	2.41673	1-Aug-14	2.27803
22-Jan-15	2.57574	21-Nov-14	2.52041	25-Sep-14	2.42717	31-Jul-14	2.26750
21-Jan-15	2.61662	19-Nov-14	2.58716	24-Sep-14	2.39673	30-Jul-14	2.25060
20-Jan-15	2.62350	18-Nov-14	2.59970	23-Sep-14	2.41673	29-Jul-14	2.23257
19-Jan-15	2.65166	17-Nov-14	2.61330	22-Sep-14	2.40129	28-Jul-14	2.22587
16-Jan-15	2.63036	14-Nov-14	2.61115	19-Sep-14	2.38704	25-Jul-14	2.23182
15-Jan-15	2.64540	13-Nov-14	2.60650	18-Sep-14	2.37293	24-Jul-14	2.22576
14-Jan-15	2.62826	12-Nov-14	2.57207	17-Sep-14	2.35492	23-Jul-14	2.22644
13-Jan-15	2.64550	11-Nov-14	2.57847	16-Sep-14	2.33510	22-Jul-14	2.21755
12-Jan-15	2.67803	10-Nov-14	2.56205	15-Sep-14	2.35003	21-Jul-14	2.22988
9-Jan-15	2.65339	7-Nov-14	2.58494	12-Sep-14	2.34995	18-Jul-14	2.23702
8-Jan-15	2.68729	6-Nov-14	2.56671	11-Sep-14	2.30068	17-Jul-14	2.25529
7-Jan-15	2.71170	5-Nov-14	2.53170	10-Sep-14	2.30801	16-Jul-14	2.23468
6-Jan-15	2.71468	4-Nov-14	2.52770	9-Sep-14	2.29943	15-Jul-14	2.22868
5-Jan-15	2.74445	3-Nov-14	2.51975	8-Sep-14	2.28007	14-Jul-14	2.22439
2-Jan-15	2.71363	31-Oct-14	2.44420	5-Sep-14	2.25870	11-Jul-14	2.23392
30-Dec-14	2.65620	30-Oct-14	2.40600	4-Sep-14	2.25710	10-Jul-14	2.23225

DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
8-Jul-14	2.22996	9-May-14	2.23273	11-Mar-14	2.37891	10-Jan-14	2.38149
7-Jul-14	2.23772	8-May-14	2.22389	10-Mar-14	2.36879	9-Jan-14	2.41116
4-Jul-14	2.23005	7-May-14	2.23481	7-Mar-14	2.36075	8-Jan-14	2.40401
3-Jul-14	2.22909	6-May-14	2.24287	6-Mar-14	2.33401	7-Jan-14	2.38736
2-Jul-14	2.24006	5-May-14	2.26113	5-Mar-14	2.33704	6-Jan-14	2.39280
1-Jul-14	2.22099	2-May-14	2.24044	28-Feb-14	2.33340	3-Jan-14	2.39840
30-Jun-14	2.20250	30-Apr-14	2.23600	27-Feb-14	2.32314	2-Jan-14	2.41219
27-Jun-14	2.20150	29-Apr-14	2.23041	26-Feb-14	2.35330	30-Dec-13	2.34260
26-Jun-14	2.20691	28-Apr-14	2.22676	25-Feb-14	2.33743	27-Dec-13	2.34509
25-Jun-14	2.21034	25-Apr-14	2.24542	24-Feb-14	2.34313	26-Dec-13	2.35876
24-Jun-14	2.22771	24-Apr-14	2.22308	21-Feb-14	2.36008	23-Dec-13	2.37097
23-Jun-14	2.22188	23-Apr-14	2.23113	20-Feb-14	2.38037	20-Dec-13	2.38265
20-Jun-14	2.23673	22-Apr-14	2.24626	19-Feb-14	2.39392	19-Dec-13	2.35602
18-Jun-14	2.24013	17-Apr-14	2.24863	18-Feb-14	2.39889	18-Dec-13	2.34992
17-Jun-14	2.26906	16-Apr-14	2.24908	17-Feb-14	2.39322	17-Dec-13	2.32893
16-Jun-14	2.24318	15-Apr-14	2.24560	14-Feb-14	2.39439	16-Dec-13	2.33578
13-Jun-14	2.23897	14-Apr-14	2.22485	13-Feb-14	2.41421	13-Dec-13	2.34454
11-Jun-14	2.24694	11-Apr-14	2.22719	12-Feb-14	2.43382	12-Dec-13	2.35297
10-Jun-14	2.23807	10-Apr-14	2.20088	11-Feb-14	2.41688	11-Dec-13	2.34526
9-Jun-14	2.24051	9-Apr-14	2.21121	10-Feb-14	2.41198	10-Dec-13	2.31984
6-Jun-14	2.26206	8-Apr-14	2.21934	7-Feb-14	2.39539	9-Dec-13	2.33155
5-Jun-14	2.28094	7-Apr-14	2.22778	6-Feb-14	2.40069	6-Dec-13	2.34364
4-Jun-14	2.29757	4-Apr-14	2.25707	5-Feb-14	2.41455	5-Dec-13	2.37480
3-Jun-14	2.29645	3-Apr-14	2.29871	4-Feb-14	2.42639	4-Dec-13	2.39405
2-Jun-14	2.28614	2-Apr-14	2.28756	3-Feb-14	2.45040	3-Dec-13	2.39160
30-May-14	2.23900	1-Apr-14	2.28177	31-Jan-14	2.42630	2-Dec-13	2.37236
29-May-14	2.22471	31-Mar-14	2.26300	30-Jan-14	2.41308	29-Nov-13	2.32490
28-May-14	2.23799	28-Mar-14	2.26480	29-Jan-14	2.43761	28-Nov-13	2.32969
27-May-14	2.24236	27-Mar-14	2.26416	28-Jan-14	2.42954	27-Nov-13	2.31204
26-May-14	2.22841	26-Mar-14	2.31444	27-Jan-14	2.42280	26-Nov-13	2.29871
23-May-14	2.22673	25-Mar-14	2.30900	24-Jan-14	2.40991	25-Nov-13	2.28777
22-May-14	2.22288	24-Mar-14	2.32626	23-Jan-14	2.40139	22-Nov-13	2.29449
21-May-14	2.21577	21-Mar-14	2.32964	22-Jan-14	2.37935	21-Nov-13	2.31061
20-May-14	2.22487	20-Mar-14	2.33346	21-Jan-14	2.37138	19-Nov-13	2.27382
19-May-14	2.21663	19-Mar-14	2.35432	20-Jan-14	2.34659	18-Nov-13	2.27463
16-May-14	2.22227	18-Mar-14	2.34822	17-Jan-14	2.35736	14-Nov-13	2.32718
15-May-14	2.22962	17-Mar-14	2.35885	16-Jan-14	2.37295	13-Nov-13	2.34117
14-May-14	2.21818	14-Mar-14	2.36418	15-Jan-14	2.35993	12-Nov-13	2.34347
13-May-14	2.22329	13-Mar-14	2.37703	14-Jan-14	2.36608	11-Nov-13	2.34591
12-May-14	2.23196	12-Mar-14	2.37307	13-Jan-14	2.37211	8-Nov-13	2.32622

DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
7-Nov-13	2.31524	12-Sep-13	2.28435	18-Jul-13	2.23084	21-May-13	2.04197
6-Nov-13	2.29606	11-Sep-13	2.28403	17-Jul-13	2.24004	20-May-13	2.04358
5-Nov-13	2.29614	10-Sep-13	2.29528	16-Jul-13	2.25924	17-May-13	2.04207
4-Nov-13	2.25821	9-Sep-13	2.28795	15-Jul-13	2.23576	16-May-13	2.03082
1-Nov-13	2.27180	6-Sep-13	2.30992	12-Jul-13	2.27883	15-May-13	2.03274
31-Oct-13	2.20260	5-Sep-13	2.33610	11-Jul-13	2.27070	14-May-13	2.02247
30-Oct-13	2.18509	4-Sep-13	2.37424	10-Jul-13	2.28294	13-May-13	2.01625
29-Oct-13	2.18191	3-Sep-13	2.37988	8-Jul-13	2.26865	10-May-13	2.03362
28-Oct-13	2.18641	2-Sep-13	2.38875	5-Jul-13	2.26484	9-May-13	2.02005
25-Oct-13	2.19195	30-Aug-13	2.37250	4-Jul-13	2.28076	8-May-13	2.01184
24-Oct-13	2.20799	29-Aug-13	2.37413	3-Jul-13	2.27976	7-May-13	2.01692
23-Oct-13	2.18985	28-Aug-13	2.33279	2-Jul-13	2.26450	6-May-13	2.02294
22-Oct-13	2.17790	27-Aug-13	2.37643	1-Jul-13	2.24127	3-May-13	2.02029
21-Oct-13	2.17966	26-Aug-13	2.38653	28-Jun-13	2.21560	2-May-13	2.02089
18-Oct-13	2.18450	23-Aug-13	2.36351	27-Jun-13	2.18621	30-Apr-13	2.00150
17-Oct-13	2.16918	22-Aug-13	2.44736	26-Jun-13	2.19072	29-Apr-13	2.00605
16-Oct-13	2.17977	21-Aug-13	2.45195	25-Jun-13	2.21513	26-Apr-13	2.00089
15-Oct-13	2.19375	20-Aug-13	2.40411	24-Jun-13	2.23121	25-Apr-13	2.00744
14-Oct-13	2.18599	19-Aug-13	2.42682	21-Jun-13	2.24880	24-Apr-13	2.01583
11-Oct-13	2.18910	16-Aug-13	2.39479	20-Jun-13	2.27583	23-Apr-13	2.02894
10-Oct-13	2.19064	15-Aug-13	2.35056	19-Jun-13	2.20085	22-Apr-13	2.02343
9-Oct-13	2.21771	14-Aug-13	2.33143	18-Jun-13	2.17799	19-Apr-13	2.01259
8-Oct-13	2.22121	13-Aug-13	2.32127	17-Jun-13	2.17643	18-Apr-13	2.02444
7-Oct-13	2.21824	12-Aug-13	2.29285	14-Jun-13	2.14948	17-Apr-13	2.00781
4-Oct-13	2.22142	9-Aug-13	2.27919	13-Jun-13	2.14980	16-Apr-13	1.99891
3-Oct-13	2.21498	8-Aug-13	2.29342	12-Jun-13	2.15709	15-Apr-13	1.99035
2-Oct-13	2.21747	7-Aug-13	2.31984	11-Jun-13	2.14551	12-Apr-13	1.97531
1-Oct-13	2.24223	6-Aug-13	2.31173	10-Jun-13	2.15541	11-Apr-13	1.98071
30-Sep-13	2.23000	5-Aug-13	2.31527	7-Jun-13	2.14718	10-Apr-13	1.98365
27-Sep-13	2.25776	2-Aug-13	2.29577	6-Jun-13	2.13910	9-Apr-13	1.98846
26-Sep-13	2.24594	1-Aug-13	2.31577	5-Jun-13	2.14663	8-Apr-13	1.99759
25-Sep-13	2.22866	31-Jul-13	2.29030	4-Jun-13	2.14690	5-Apr-13	1.99718
24-Sep-13	2.20093	30-Jul-13	2.28019	3-Jun-13	2.13896	4-Apr-13	2.02269
23-Sep-13	2.20475	29-Jul-13	2.26781	31-May-13	2.13190	3-Apr-13	2.03387
20-Sep-13	2.22301	26-Jul-13	2.25462	29-May-13	2.10974	2-Apr-13	2.02993
19-Sep-13	2.20730	25-Jul-13	2.25592	28-May-13	2.07214	1-Apr-13	2.02957
18-Sep-13	2.20762	24-Jul-13	2.25026	27-May-13	2.05668	28-Mar-13	2.01850
17-Sep-13	2.26378	23-Jul-13	2.22264	24-May-13	2.05127	27-Mar-13	2.00829
16-Sep-13	2.28709	22-Jul-13	2.23802	23-May-13	2.04809	26-Mar-13	2.01549
13-Sep-13	2.29041	19-Jul-13	2.24220	22-May-13	2.04948	25-Mar-13	2.01263

DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
22-Mar-13	2.01600	22-Jan-13	2.04959	21-Nov-12	2.09885	20-Sep-12	2.02636
21-Mar-13	2.00484	21-Jan-13	2.04525	19-Nov-12	2.08299	19-Sep-12	2.02718
20-Mar-13	1.99319	18-Jan-13	2.04858	16-Nov-12	2.08174	18-Sep-12	2.02890
19-Mar-13	1.98964	17-Jan-13	2.04414	14-Nov-12	2.07265	17-Sep-12	2.03430
18-Mar-13	1.99083	16-Jan-13	2.04978	13-Nov-12	2.07769	14-Sep-12	2.01708
15-Mar-13	1.98313	15-Jan-13	2.03959	12-Nov-12	2.05840	13-Sep-12	2.02612
14-Mar-13	1.97757	14-Jan-13	2.03700	9-Nov-12	2.05104	12-Sep-12	2.03237
13-Mar-13	1.97426	11-Jan-13	2.04313	8-Nov-12	2.04623	11-Sep-12	2.02508
12-Mar-13	1.96867	10-Jan-13	2.03783	7-Nov-12	2.04113	10-Sep-12	2.03252
11-Mar-13	1.96188	9-Jan-13	2.04552	6-Nov-12	2.04085	6-Sep-12	2.03842
8-Mar-13	1.95687	8-Jan-13	2.04871	5-Nov-12	2.04301	5-Sep-12	2.04740
7-Mar-13	1.96966	7-Jan-13	2.03853	1-Nov-12	2.03986	4-Sep-12	2.04889
6-Mar-13	1.97467	4-Jan-13	2.04418	31-Oct-12	2.03130	3-Sep-12	2.04069
5-Mar-13	1.97246	3-Jan-13	2.04602	30-Oct-12	2.03131	31-Aug-12	2.03720
4-Mar-13	1.98629	2-Jan-13	2.05404	29-Oct-12	2.03303	30-Aug-12	2.04677
1-Mar-13	1.98923	28-Dec-12	2.04350	26-Oct-12	2.02792	29-Aug-12	2.05227
28-Feb-13	1.97540	27-Dec-12	2.05034	25-Oct-12	2.02799	28-Aug-12	2.04402
27-Feb-13	1.97534	26-Dec-12	2.05459	24-Oct-12	2.02895	27-Aug-12	2.03360
26-Feb-13	1.98509	21-Dec-12	2.07599	23-Oct-12	2.02998	24-Aug-12	2.02766
25-Feb-13	1.97708	20-Dec-12	2.06240	22-Oct-12	2.02808	23-Aug-12	2.02761
22-Feb-13	1.97331	19-Dec-12	2.07230	19-Oct-12	2.03196	22-Aug-12	2.02313
21-Feb-13	1.97570	18-Dec-12	2.09171	18-Oct-12	2.03302	21-Aug-12	2.02194
20-Feb-13	1.96355	17-Dec-12	2.09830	17-Oct-12	2.03570	20-Aug-12	2.02413
19-Feb-13	1.95880	14-Dec-12	2.08778	16-Oct-12	2.04131	17-Aug-12	2.02155
18-Feb-13	1.96592	13-Dec-12	2.08570	15-Oct-12	2.04012	16-Aug-12	2.02539
15-Feb-13	1.96754	12-Dec-12	2.07764	11-Oct-12	2.04400	15-Aug-12	2.02736
14-Feb-13	1.96304	11-Dec-12	2.08444	10-Oct-12	2.04604	14-Aug-12	2.03298
13-Feb-13	1.97016	10-Dec-12	2.08403	9-Oct-12	2.04103	13-Aug-12	2.02978
8-Feb-13	1.97632	7-Dec-12	2.09168	8-Oct-12	2.03702	10-Aug-12	2.02538
7-Feb-13	1.97512	6-Dec-12	2.08553	5-Oct-12	2.03806	9-Aug-12	2.02603
6-Feb-13	1.99279	5-Dec-12	2.10689	4-Oct-12	2.02772	8-Aug-12	2.03420
5-Feb-13	1.99124	4-Dec-12	2.12093	3-Oct-12	2.03197	7-Aug-12	2.03862
4-Feb-13	1.99952	3-Dec-12	2.12858	2-Oct-12	2.03691	6-Aug-12	2.03632
1-Feb-13	1.99599	30-Nov-12	2.10750	1-Oct-12	2.03705	3-Aug-12	2.03906
31-Jan-13	1.98800	29-Nov-12	2.09723	28-Sep-12	2.03060	2-Aug-12	2.06089
30-Jan-13	1.98803	28-Nov-12	2.08659	27-Sep-12	2.03197	1-Aug-12	2.05645
29-Jan-13	1.98544	27-Nov-12	2.07887	26-Sep-12	2.03355	31-Jul-12	2.04990
28-Jan-13	2.00248	26-Nov-12	2.08508	25-Sep-12	2.02902	30-Jul-12	2.03500
24-Jan-13	2.03247	23-Nov-12	2.08595	24-Sep-12	2.02677	27-Jul-12	2.02197
23-Jan-13	2.03997	22-Nov-12	2.09940	21-Sep-12	2.02657	26-Jul-12	2.02249

DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
25-Jul-12	2.03693	28-May-12	1.97929	29-Mar-12	1.82956	31-Jan-12	1.73910
24-Jul-12	2.04997	25-May-12	1.99936	28-Mar-12	1.82712	30-Jan-12	1.75085
23-Jul-12	2.04488	24-May-12	2.04403	27-Mar-12	1.81471	27-Jan-12	1.74440
20-Jul-12	2.02930	23-May-12	2.04817	26-Mar-12	1.81822	26-Jan-12	1.74374
19-Jul-12	2.02136	22-May-12	2.06481	23-Mar-12	1.81810	24-Jan-12	1.76023
18-Jul-12	2.03024	21-May-12	2.05077	22-Mar-12	1.82761	23-Jan-12	1.75745
17-Jul-12	2.03056	18-May-12	2.03621	21-Mar-12	1.82783	20-Jan-12	1.76371
16-Jul-12	2.04060	17-May-12	2.00010	20-Mar-12	1.82737	19-Jan-12	1.77783
13-Jul-12	2.04297	16-May-12	2.00489	19-Mar-12	1.81240	18-Jan-12	1.77180
12-Jul-12	2.04871	15-May-12	2.00392	16-Mar-12	1.80875	17-Jan-12	1.78508
11-Jul-12	2.04397	14-May-12	1.99740	15-Mar-12	1.81221	16-Jan-12	1.79010
10-Jul-12	2.04531	11-May-12	1.96010	14-Mar-12	1.81723	13-Jan-12	1.79843
6-Jul-12	2.04387	10-May-12	1.95471	13-Mar-12	1.81280	12-Jan-12	1.79267
5-Jul-12	2.03343	9-May-12	1.96615	12-Mar-12	1.82298	11-Jan-12	1.81322
4-Jul-12	2.04432	8-May-12	1.94581	9-Mar-12	1.79527	10-Jan-12	1.81262
3-Jul-12	2.01978	7-May-12	1.93365	8-Mar-12	1.78113	9-Jan-12	1.85218
2-Jul-12	1.99817	4-May-12	1.93194	7-Mar-12	1.77996	6-Jan-12	1.86434
29-Jun-12	2.02130	3-May-12	1.93250	6-Mar-12	1.77038	5-Jan-12	1.85250
28-Jun-12	2.08486	2-May-12	1.93551	5-Mar-12	1.74563	4-Jan-12	1.83404
27-Jun-12	2.09621	30-Apr-12	1.89150	2-Mar-12	1.73762	3-Jan-12	1.84437
26-Jun-12	2.07451	27-Apr-12	1.88561	1-Mar-12	1.72571	2-Jan-12	1.88400
25-Jun-12	2.06998	26-Apr-12	1.88665	29-Feb-12	1.70900	29-Dec-11	1.87580
22-Jun-12	2.06164	25-Apr-12	1.88512	28-Feb-12	1.70273	28-Dec-11	1.87600
21-Jun-12	2.05299	24-Apr-12	1.88064	27-Feb-12	1.71012	27-Dec-11	1.86218
20-Jun-12	2.03405	23-Apr-12	1.88589	24-Feb-12	1.70547	26-Dec-11	1.86160
19-Jun-12	2.03788	20-Apr-12	1.87493	23-Feb-12	1.71316	23-Dec-11	1.85950
18-Jun-12	2.06570	19-Apr-12	1.89096	22-Feb-12	1.71005	22-Dec-11	1.85320
15-Jun-12	2.04617	18-Apr-12	1.88360	17-Feb-12	1.71786	21-Dec-11	1.85881
14-Jun-12	2.06386	17-Apr-12	1.85633	16-Feb-12	1.72802	20-Dec-11	1.84818
13-Jun-12	2.07598	16-Apr-12	1.84368	15-Feb-12	1.72680	19-Dec-11	1.87285
12-Jun-12	2.07228	13-Apr-12	1.84372	14-Feb-12	1.72421	16-Dec-11	1.86426
11-Jun-12	2.05788	12-Apr-12	1.83248	13-Feb-12	1.72415	15-Dec-11	1.86922
8-Jun-12	2.03533	11-Apr-12	1.84053	10-Feb-12	1.73277	14-Dec-11	1.88322
6-Jun-12	2.03851	10-Apr-12	1.83836	9-Feb-12	1.72749	13-Dec-11	1.86474
5-Jun-12	2.03107	9-Apr-12	1.82746	8-Feb-12	1.72631	12-Dec-11	1.84701
4-Jun-12	2.05885	5-Apr-12	1.83799	7-Feb-12	1.72967	9-Dec-11	1.81703
1-Jun-12	2.04855	4-Apr-12	1.83821	6-Feb-12	1.73131	8-Dec-11	1.82353
31-May-12	2.02230	3-Apr-12	1.84142	3-Feb-12	1.72693	7-Dec-11	1.80302
30-May-12	2.01510	2-Apr-12	1.84279	2-Feb-12	1.73303	6-Dec-11	1.80613
29-May-12	1.99052	30-Mar-12	1.82210	1-Feb-12	1.74571	5-Dec-11	1.79581



DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
2-Dec-11	1.80419	4-Oct-11	1.90472	8-Aug-11	1.61939	10-Jun-11	1.60265
1-Dec-11	1.81558	3-Oct-11	1.89342	5-Aug-11	1.59796	9-Jun-11	1.59529
30-Nov-11	1.81090	30-Sep-11	1.85440	4-Aug-11	1.59259	8-Jun-11	1.58892
29-Nov-11	1.84555	29-Sep-11	1.85101	3-Aug-11	1.57329	7-Jun-11	1.58555
28-Nov-11	1.86086	28-Sep-11	1.82655	2-Aug-11	1.57893	6-Jun-11	1.59186
25-Nov-11	1.88706	27-Sep-11	1.80045	1-Aug-11	1.57274	3-Jun-11	1.58377
24-Nov-11	1.89032	26-Sep-11	1.84932	29-Jul-11	1.55630	2-Jun-11	1.59010
23-Nov-11	1.85744	23-Sep-11	1.85285	28-Jul-11	1.56720	1-Jun-11	1.60054
22-Nov-11	1.80839	22-Sep-11	1.89862	27-Jul-11	1.55904	31-May-11	1.57990
21-Nov-11	1.81342	21-Sep-11	1.85526	26-Jul-11	1.53610	30-May-11	1.59562
18-Nov-11	1.78990	20-Sep-11	1.79783	25-Jul-11	1.54324	27-May-11	1.60069
17-Nov-11	1.78600	19-Sep-11	1.78649	22-Jul-11	1.55478	26-May-11	1.61851
16-Nov-11	1.77911	16-Sep-11	1.72874	21-Jul-11	1.55805	25-May-11	1.63024
14-Nov-11	1.77353	15-Sep-11	1.71941	20-Jul-11	1.56305	24-May-11	1.62662
11-Nov-11	1.75394	14-Sep-11	1.73004	19-Jul-11	1.57033	23-May-11	1.63411
10-Nov-11	1.77249	13-Sep-11	1.71849	18-Jul-11	1.58355	20-May-11	1.61778
9-Nov-11	1.76995	12-Sep-11	1.72702	15-Jul-11	1.58037	19-May-11	1.61949
8-Nov-11	1.75138	9-Sep-11	1.69143	14-Jul-11	1.58354	18-May-11	1.61628
7-Nov-11	1.76117	8-Sep-11	1.66862	13-Jul-11	1.57980	17-May-11	1.62803
4-Nov-11	1.75114	6-Sep-11	1.67256	12-Jul-11	1.58404	16-May-11	1.63876
3-Nov-11	1.74724	5-Sep-11	1.66112	11-Jul-11	1.58673	13-May-11	1.63898
1-Nov-11	1.75061	2-Sep-11	1.65323	8-Jul-11	1.57391	12-May-11	1.62858
31-Oct-11	1.68850	1-Sep-11	1.61559	7-Jul-11	1.56569	11-May-11	1.62683
28-Oct-11	1.67917	31-Aug-11	1.58750	6-Jul-11	1.57769	10-May-11	1.61425
27-Oct-11	1.70587	30-Aug-11	1.58531	5-Jul-11	1.57297	9-May-11	1.62579
26-Oct-11	1.76254	29-Aug-11	1.59216	4-Jul-11	1.56231	6-May-11	1.62630
25-Oct-11	1.76751	26-Aug-11	1.60438	1-Jul-11	1.56636	5-May-11	1.63264
24-Oct-11	1.75490	25-Aug-11	1.61309	30-Jun-11	1.56100	4-May-11	1.61377
21-Oct-11	1.78629	24-Aug-11	1.61302	29-Jun-11	1.57203	3-May-11	1.59738
20-Oct-11	1.79334	23-Aug-11	1.60480	28-Jun-11	1.57832	2-May-11	1.57850
19-Oct-11	1.77715	22-Aug-11	1.60842	27-Jun-11	1.59742	29-Apr-11	1.57330
18-Oct-11	1.76921	19-Aug-11	1.60414	24-Jun-11	1.60438	28-Apr-11	1.58025
17-Oct-11	1.76205	18-Aug-11	1.60969	22-Jun-11	1.59122	27-Apr-11	1.56944
14-Oct-11	1.73947	17-Aug-11	1.59145	21-Jun-11	1.59153	26-Apr-11	1.56204
13-Oct-11	1.75997	16-Aug-11	1.59792	20-Jun-11	1.59866	25-Apr-11	1.57106
11-Oct-11	1.77041	15-Aug-11	1.59725	17-Jun-11	1.60169	20-Apr-11	1.56980
10-Oct-11	1.76458	12-Aug-11	1.62347	16-Jun-11	1.61732	19-Apr-11	1.57541
7-Oct-11	1.78575	11-Aug-11	1.63228	15-Jun-11	1.60515	18-Apr-11	1.58972
6-Oct-11	1.79892	10-Aug-11	1.62379	14-Jun-11	1.58778	15-Apr-11	1.57966
5-Oct-11	1.84236	9-Aug-11	1.63942	13-Jun-11	1.59440	14-Apr-11	1.58302

DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
13-Apr-11	1.59292	14-Feb-11	1.67362	15-Dec-10	1.70697	18-Oct-10	1.66973
12-Apr-11	1.59252	11-Feb-11	1.67232	14-Dec-10	1.69972	15-Oct-10	1.66802
11-Apr-11	1.58248	10-Feb-11	1.67672	13-Dec-10	1.70713	14-Oct-10	1.66815
8-Apr-11	1.57624	9-Feb-11	1.66820	10-Dec-10	1.72157	13-Oct-10	1.66165
7-Apr-11	1.58725	8-Feb-11	1.67351	9-Dec-10	1.71833	11-Oct-10	1.67340
6-Apr-11	1.61821	7-Feb-11	1.68731	8-Dec-10	1.70554	8-Oct-10	1.67422
5-Apr-11	1.61513	4-Feb-11	1.68465	7-Dec-10	1.68974	7-Oct-10	1.69286
4-Apr-11	1.61608	3-Feb-11	1.67929	6-Dec-10	1.69186	6-Oct-10	1.69078
1-Apr-11	1.62002	2-Feb-11	1.67778	3-Dec-10	1.69659	5-Oct-10	1.68262
31-Mar-11	1.62850	1-Feb-11	1.67368	2-Dec-10	1.71410	4-Oct-10	1.70189
30-Mar-11	1.63146	31-Jan-11	1.67340	1-Dec-10	1.71818	1-Oct-10	1.68947
29-Mar-11	1.65303	28-Jan-11	1.68561	30-Nov-10	1.71610	30-Sep-10	1.69420
28-Mar-11	1.66276	27-Jan-11	1.68029	29-Nov-10	1.72505	29-Sep-10	1.70473
25-Mar-11	1.66049	26-Jan-11	1.67199	26-Nov-10	1.72811	28-Sep-10	1.71061
24-Mar-11	1.65990	24-Jan-11	1.67416	25-Nov-10	1.72286	27-Sep-10	1.71029
23-Mar-11	1.66197	21-Jan-11	1.67539	24-Nov-10	1.72407	24-Sep-10	1.71125
22-Mar-11	1.66700	20-Jan-11	1.67442	23-Nov-10	1.73785	23-Sep-10	1.72224
21-Mar-11	1.66930	19-Jan-11	1.67773	22-Nov-10	1.73140	22-Sep-10	1.72385
18-Mar-11	1.67540	18-Jan-11	1.68169	19-Nov-10	1.72335	21-Sep-10	1.72277
17-Mar-11	1.69106	17-Jan-11	1.68835	18-Nov-10	1.72028	20-Sep-10	1.73174
16-Mar-11	1.67664	14-Jan-11	1.69074	17-Nov-10	1.73093	17-Sep-10	1.72258
15-Mar-11	1.67349	13-Jan-11	1.67415	16-Nov-10	1.74574	16-Sep-10	1.72207
14-Mar-11	1.67113	12-Jan-11	1.68292	12-Nov-10	1.72880	15-Sep-10	1.73246
11-Mar-11	1.67243	11-Jan-11	1.69633	11-Nov-10	1.72294	14-Sep-10	1.71092
10-Mar-11	1.66914	10-Jan-11	1.69647	10-Nov-10	1.71853	13-Sep-10	1.72405
9-Mar-11	1.66262	7-Jan-11	1.69627	9-Nov-10	1.70594	10-Sep-10	1.72633
4-Mar-11	1.65216	6-Jan-11	1.69438	8-Nov-10	1.70677	9-Sep-10	1.73162
3-Mar-11	1.66026	5-Jan-11	1.68331	5-Nov-10	1.68733	8-Sep-10	1.73307
2-Mar-11	1.66822	4-Jan-11	1.67220	4-Nov-10	1.68675	6-Sep-10	1.73537
1-Mar-11	1.67255	3-Jan-11	1.65996	3-Nov-10	1.71010	3-Sep-10	1.73989
28-Feb-11	1.66120	30-Dec-10	1.66620	1-Nov-10	1.71863	2-Sep-10	1.74309
25-Feb-11	1.66298	29-Dec-10	1.67839	29-Oct-10	1.70140	1-Sep-10	1.75779
24-Feb-11	1.66569	28-Dec-10	1.69119	28-Oct-10	1.71326	31-Aug-10	1.75600
23-Feb-11	1.67642	27-Dec-10	1.69192	27-Oct-10	1.72187	30-Aug-10	1.75999
22-Feb-11	1.67261	23-Dec-10	1.69880	26-Oct-10	1.70558	27-Aug-10	1.75322
21-Feb-11	1.66950	22-Dec-10	1.69962	25-Oct-10	1.70819	26-Aug-10	1.76394
18-Feb-11	1.66623	21-Dec-10	1.70057	22-Oct-10	1.71244	25-Aug-10	1.76744
17-Feb-11	1.66605	20-Dec-10	1.71216	21-Oct-10	1.70272	24-Aug-10	1.76637
16-Feb-11	1.67598	17-Dec-10	1.71990	20-Oct-10	1.67793	23-Aug-10	1.76841
15-Feb-11	1.67436	16-Dec-10	1.70657	19-Oct-10	1.68701	20-Aug-10	1.76259

DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
19-Aug-10	1.76453	23-Jun-10	1.79432	27-Apr-10	1.76730	26-Feb-10	1.81100
18-Aug-10	1.75753	22-Jun-10	1.78717	26-Apr-10	1.74691	25-Feb-10	1.83293
17-Aug-10	1.75987	21-Jun-10	1.77487	23-Apr-10	1.76514	24-Feb-10	1.82372
16-Aug-10	1.76438	18-Jun-10	1.77536	22-Apr-10	1.76709	23-Feb-10	1.82768
13-Aug-10	1.77912	17-Jun-10	1.78973	20-Apr-10	1.75595	22-Feb-10	1.81199
12-Aug-10	1.78127	16-Jun-10	1.79137	19-Apr-10	1.75904	19-Feb-10	1.80666
11-Aug-10	1.77830	15-Jun-10	1.79155	16-Apr-10	1.76433	18-Feb-10	1.82511
10-Aug-10	1.76598	14-Jun-10	1.81458	15-Apr-10	1.75376	17-Feb-10	1.83636
9-Aug-10	1.76101	11-Jun-10	1.82316	14-Apr-10	1.75086	12-Feb-10	1.86351
6-Aug-10	1.76821	10-Jun-10	1.81715	13-Apr-10	1.76654	11-Feb-10	1.85506
5-Aug-10	1.76381	9-Jun-10	1.85615	12-Apr-10	1.76472	10-Feb-10	1.85569
4-Aug-10	1.76914	8-Jun-10	1.87228	9-Apr-10	1.78216	9-Feb-10	1.85198
3-Aug-10	1.77039	7-Jun-10	1.88665	8-Apr-10	1.78182	8-Feb-10	1.87662
2-Aug-10	1.76222	4-Jun-10	1.87072	7-Apr-10	1.78096	5-Feb-10	1.89092
30-Jul-10	1.75720	2-Jun-10	1.83928	6-Apr-10	1.76377	4-Feb-10	1.89400
29-Jul-10	1.76124	1-Jun-10	1.84393	5-Apr-10	1.77130	3-Feb-10	1.85316
28-Jul-10	1.76780	31-May-10	1.81670	1-Apr-10	1.77811	2-Feb-10	1.83812
27-Jul-10	1.77088	28-May-10	1.81595	31-Mar-10	1.78100	1-Feb-10	1.87092
26-Jul-10	1.76854	27-May-10	1.82103	30-Mar-10	1.79433	29-Jan-10	1.87480
23-Jul-10	1.76122	26-May-10	1.85820	29-Mar-10	1.80511	28-Jan-10	1.87112
22-Jul-10	1.76300	25-May-10	1.87192	26-Mar-10	1.83005	27-Jan-10	1.86503
21-Jul-10	1.78588	24-May-10	1.86367	25-Mar-10	1.81173	26-Jan-10	1.83243
20-Jul-10	1.77822	21-May-10	1.86295	24-Mar-10	1.80320	22-Jan-10	1.81868
19-Jul-10	1.78994	20-May-10	1.86156	23-Mar-10	1.78345	21-Jan-10	1.80494
16-Jul-10	1.78688	19-May-10	1.84048	22-Mar-10	1.80268	20-Jan-10	1.79241
15-Jul-10	1.77466	18-May-10	1.82324	19-Mar-10	1.80194	19-Jan-10	1.77563
14-Jul-10	1.76840	17-May-10	1.81760	18-Mar-10	1.79202	18-Jan-10	1.77240
13-Jul-10	1.75992	14-May-10	1.80927	17-Mar-10	1.76895	15-Jan-10	1.77654
12-Jul-10	1.77082	13-May-10	1.78034	16-Mar-10	1.77128	14-Jan-10	1.76933
8-Jul-10	1.77138	12-May-10	1.77960	15-Mar-10	1.76954	13-Jan-10	1.76293
7-Jul-10	1.77447	11-May-10	1.78871	12-Mar-10	1.76992	12-Jan-10	1.75253
6-Jul-10	1.78837	10-May-10	1.78659	11-Mar-10	1.77502	11-Jan-10	1.74368
5-Jul-10	1.78787	7-May-10	1.86205	10-Mar-10	1.78143	8-Jan-10	1.73650
2-Jul-10	1.78732	6-May-10	1.88730	9-Mar-10	1.78743	7-Jan-10	1.74876
1-Jul-10	1.80910	5-May-10	1.80471	8-Mar-10	1.79679	6-Jan-10	1.74027
30-Jun-10	1.80150	4-May-10	1.77243	5-Mar-10	1.79389	5-Jan-10	1.73795
29-Jun-10	1.81010	3-May-10	1.73899	4-Mar-10	1.80100	4-Jan-10	1.73065
28-Jun-10	1.77871	30-Apr-10	1.73060	3-Mar-10	1.79402	30-Dec-09	1.74120
25-Jun-10	1.77913	29-Apr-10	1.73329	2-Mar-10	1.79210	29-Dec-09	1.74207
24-Jun-10	1.78673	28-Apr-10	1.75294	1-Mar-10	1.80765	28-Dec-09	1.74162

DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
23-Dec-09	1.75915	26-Oct-09	1.73237	27-Aug-09	1.86301	1-Jul-09	1.94356
22-Dec-09	1.78450	23-Oct-09	1.71402	26-Aug-09	1.85946	30-Jun-09	1.95160
21-Dec-09	1.78686	22-Oct-09	1.73046	25-Aug-09	1.85894	29-Jun-09	1.96440
18-Dec-09	1.78463	21-Oct-09	1.72684	24-Aug-09	1.84172	26-Jun-09	1.93528
17-Dec-09	1.79514	20-Oct-09	1.75408	21-Aug-09	1.83230	25-Jun-09	1.95139
16-Dec-09	1.75542	19-Oct-09	1.71707	20-Aug-09	1.84508	24-Jun-09	1.98217
15-Dec-09	1.75907	16-Oct-09	1.71143	19-Aug-09	1.84598	23-Jun-09	1.98261
14-Dec-09	1.74750	15-Oct-09	1.70479	18-Aug-09	1.85324	22-Jun-09	2.02729
11-Dec-09	1.76601	14-Oct-09	1.70910	17-Aug-09	1.87187	19-Jun-09	1.97341
10-Dec-09	1.77695	13-Oct-09	1.73277	14-Aug-09	1.85665	18-Jun-09	1.97913
9-Dec-09	1.78018	9-Oct-09	1.74315	13-Aug-09	1.83785	17-Jun-09	1.97184
8-Dec-09	1.75962	8-Oct-09	1.74328	12-Aug-09	1.83988	16-Jun-09	1.97001
7-Dec-09	1.73403	7-Oct-09	1.76506	11-Aug-09	1.84992	15-Jun-09	1.95967
4-Dec-09	1.73213	6-Oct-09	1.76089	10-Aug-09	1.85590	12-Jun-09	1.92974
3-Dec-09	1.71683	5-Oct-09	1.76946	7-Aug-09	1.82902	10-Jun-09	1.95828
2-Dec-09	1.73242	2-Oct-09	1.78493	6-Aug-09	1.84789	9-Jun-09	1.94535
1-Dec-09	1.73291	1-Oct-09	1.79396	5-Aug-09	1.81739	8-Jun-09	1.97663
30-Nov-09	1.75050	30-Sep-09	1.77810	4-Aug-09	1.83220	5-Jun-09	1.96457
27-Nov-09	1.74219	29-Sep-09	1.79301	3-Aug-09	1.84453	4-Jun-09	1.95058
26-Nov-09	1.74835	28-Sep-09	1.79212	31-Jul-09	1.87260	3-Jun-09	1.98120
25-Nov-09	1.72895	25-Sep-09	1.79974	30-Jul-09	1.87500	2-Jun-09	1.93573
24-Nov-09	1.73599	24-Sep-09	1.80740	29-Jul-09	1.90396	1-Jun-09	1.96300
23-Nov-09	1.72979	23-Sep-09	1.78469	28-Jul-09	1.88211	29-May-09	1.97300
19-Nov-09	1.73513	22-Sep-09	1.79866	27-Jul-09	1.87795	28-May-09	2.00716
18-Nov-09	1.71976	21-Sep-09	1.81785	24-Jul-09	1.89693	27-May-09	2.01384
17-Nov-09	1.72096	18-Sep-09	1.81120	23-Jul-09	1.89124	26-May-09	2.02135
16-Nov-09	1.71706	17-Sep-09	1.80912	22-Jul-09	1.90468	25-May-09	2.02846
13-Nov-09	1.72721	16-Sep-09	1.80235	21-Jul-09	1.91347	22-May-09	2.02953
12-Nov-09	1.74185	15-Sep-09	1.81139	20-Jul-09	1.90846	21-May-09	2.03829
11-Nov-09	1.73035	14-Sep-09	1.81635	17-Jul-09	1.93021	20-May-09	2.02633
10-Nov-09	1.72097	11-Sep-09	1.82696	16-Jul-09	1.93420	19-May-09	2.03934
9-Nov-09	1.70717	10-Sep-09	1.82462	15-Jul-09	1.94090	18-May-09	2.08304
6-Nov-09	1.72656	9-Sep-09	1.84326	14-Jul-09	1.97772	15-May-09	2.11542
5-Nov-09	1.73164	8-Sep-09	1.83350	13-Jul-09	1.98791	14-May-09	2.09032
4-Nov-09	1.73772	4-Sep-09	1.84626	10-Jul-09	2.00858	13-May-09	2.10509
3-Nov-09	1.75350	3-Sep-09	1.87518	8-Jul-09	2.02291	12-May-09	2.07712
30-Oct-09	1.74400	2-Sep-09	1.89067	7-Jul-09	1.99796	11-May-09	2.06463
29-Oct-09	1.72918	1-Sep-09	1.91654	6-Jul-09	1.97024	8-May-09	2.07826
28-Oct-09	1.75547	31-Aug-09	1.88640	3-Jul-09	1.96203	7-May-09	2.11980
27-Oct-09	1.74030	28-Aug-09	1.88161	2-Jul-09	1.96296	6-May-09	2.12551

DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
5-May-09	2.16332	5-Mar-09	2.39803	6-Jan-09	2.19656	4-Nov-08	2.12311
4-May-09	2.14138	4-Mar-09	2.39132	5-Jan-09	2.27392	3-Nov-08	2.18759
30-Apr-09	2.17830	3-Mar-09	2.44200	2-Jan-09	2.35853	31-Oct-08	2.11530
29-Apr-09	2.17739	2-Mar-09	2.46116	30-Dec-08	2.33700	30-Oct-08	2.11229
28-Apr-09	2.20307	27-Feb-09	2.37840	29-Dec-08	2.41133	29-Oct-08	2.12964
27-Apr-09	2.22493	26-Feb-09	2.34726	26-Dec-08	2.37180	28-Oct-08	2.20898
24-Apr-09	2.19579	25-Feb-09	2.37537	23-Dec-08	2.39399	27-Oct-08	2.24221
23-Apr-09	2.22448	20-Feb-09	2.39695	22-Dec-08	2.40102	24-Oct-08	2.32523
22-Apr-09	2.21007	19-Feb-09	2.35848	19-Dec-08	2.39279	23-Oct-08	2.26915
20-Apr-09	2.24659	18-Feb-09	2.36310	18-Dec-08	2.37195	22-Oct-08	2.38768
17-Apr-09	2.20076	17-Feb-09	2.33092	17-Dec-08	2.36144	21-Oct-08	2.25500
16-Apr-09	2.18374	16-Feb-09	2.28725	16-Dec-08	2.37510	20-Oct-08	2.13874
15-Apr-09	2.20593	13-Feb-09	2.27601	15-Dec-08	2.37124	17-Oct-08	2.11940
14-Apr-09	2.20537	12-Feb-09	2.29765	12-Dec-08	2.38028	16-Oct-08	2.17908
13-Apr-09	2.18160	11-Feb-09	2.29970	11-Dec-08	2.35887	15-Oct-08	2.17318
9-Apr-09	2.18235	10-Feb-09	2.28586	10-Dec-08	2.44316	14-Oct-08	2.11421
8-Apr-09	2.21511	9-Feb-09	2.25007	9-Dec-08	2.46699	13-Oct-08	2.18850
7-Apr-09	2.23517	6-Feb-09	2.27093	8-Dec-08	2.51099	10-Oct-08	2.32800
6-Apr-09	2.23261	5-Feb-09	2.30634	5-Dec-08	2.48161	9-Oct-08	2.19660
3-Apr-09	2.21362	4-Feb-09	2.32035	4-Dec-08	2.50799	8-Oct-08	2.28636
2-Apr-09	2.24656	3-Feb-09	2.33877	3-Dec-08	2.46676	7-Oct-08	2.32346
1-Apr-09	2.29303	2-Feb-09	2.34154	2-Dec-08	2.42852	6-Oct-08	2.19200
31-Mar-09	2.31520	30-Jan-09	2.31620	1-Dec-08	2.35864	3-Oct-08	2.06822
30-Mar-09	2.33331	29-Jan-09	2.29474	28-Nov-08	2.33310	2-Oct-08	2.03793
27-Mar-09	2.29406	28-Jan-09	2.27773	27-Nov-08	2.27147	1-Oct-08	1.93784
26-Mar-09	2.24353	27-Jan-09	2.32625	26-Nov-08	2.27486	30-Sep-08	1.91430
25-Mar-09	2.25032	26-Jan-09	2.31388	25-Nov-08	2.33222	29-Sep-08	1.96645
24-Mar-09	2.24811	23-Jan-09	2.35068	24-Nov-08	2.33748	26-Sep-08	1.85405
23-Mar-09	2.25488	22-Jan-09	2.33729	21-Nov-08	2.46821	25-Sep-08	1.82296
20-Mar-09	2.27052	21-Jan-09	2.36290	19-Nov-08	2.39452	24-Sep-08	1.85579
19-Mar-09	2.25912	20-Jan-09	2.37138	18-Nov-08	2.31726	23-Sep-08	1.83262
18-Mar-09	2.26915	19-Jan-09	2.34073	17-Nov-08	2.28296	22-Sep-08	1.79474
17-Mar-09	2.29028	16-Jan-09	2.35170	14-Nov-08	2.27281	19-Sep-08	1.83062
16-Mar-09	2.28466	15-Jan-09	2.39914	13-Nov-08	2.36310	18-Sep-08	1.94261
13-Mar-09	2.30901	14-Jan-09	2.36699	12-Nov-08	2.30139	17-Sep-08	1.87001
12-Mar-09	2.31652	13-Jan-09	2.34032	11-Nov-08	2.23604	16-Sep-08	1.83196
11-Mar-09	2.36285	12-Jan-09	2.30781	10-Nov-08	2.19583	15-Sep-08	1.81850
10-Mar-09	2.36262	9-Jan-09	2.28956	7-Nov-08	2.16978	12-Sep-08	1.79132
9-Mar-09	2.38956	8-Jan-09	2.29824	6-Nov-08	2.21607	11-Sep-08	1.82622
6-Mar-09	2.39720	7-Jan-09	2.25564	5-Nov-08	2.13429	10-Sep-08	1.79440

DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
9-Sep-08	1.78243	15-Jul-08	1.59423	16-May-08	1.64666	18-Mar-08	1.69975
8-Sep-08	1.74399	14-Jul-08	1.60082	15-May-08	1.66129	17-Mar-08	1.72996
5-Sep-08	1.72852	11-Jul-08	1.60884	14-May-08	1.66974	14-Mar-08	1.71986
4-Sep-08	1.73043	10-Jul-08	1.61807	13-May-08	1.66262	13-Mar-08	1.69832
3-Sep-08	1.68788	8-Jul-08	1.62154	12-May-08	1.67345	12-Mar-08	1.67827
2-Sep-08	1.67606	7-Jul-08	1.61074	9-May-08	1.69717	11-Mar-08	1.69030
1-Sep-08	1.65492	4-Jul-08	1.61756	8-May-08	1.70558	10-Mar-08	1.71188
29-Aug-08	1.63440	3-Jul-08	1.62178	7-May-08	1.69720	7-Mar-08	1.68886
28-Aug-08	1.63137	2-Jul-08	1.61288	6-May-08	1.67080	6-Mar-08	1.68501
27-Aug-08	1.62066	1-Jul-08	1.61532	5-May-08	1.66909	5-Mar-08	1.67812
26-Aug-08	1.63266	30-Jun-08	1.59190	2-May-08	1.66117	4-Mar-08	1.69166
25-Aug-08	1.63352	27-Jun-08	1.59600	30-Apr-08	1.68720	3-Mar-08	1.67759
22-Aug-08	1.62979	26-Jun-08	1.60239	29-Apr-08	1.70731	29-Feb-08	1.68330
21-Aug-08	1.61374	25-Jun-08	1.59212	28-Apr-08	1.68762	28-Feb-08	1.67219
20-Aug-08	1.62312	24-Jun-08	1.60393	25-Apr-08	1.66886	27-Feb-08	1.67148
19-Aug-08	1.63100	23-Jun-08	1.61555	24-Apr-08	1.67109	26-Feb-08	1.68294
18-Aug-08	1.64345	20-Jun-08	1.60957	23-Apr-08	1.66107	25-Feb-08	1.70568
15-Aug-08	1.64617	19-Jun-08	1.60750	22-Apr-08	1.66332	22-Feb-08	1.70670
14-Aug-08	1.63139	18-Jun-08	1.61244	18-Apr-08	1.67356	21-Feb-08	1.71112
13-Aug-08	1.62167	17-Jun-08	1.61379	17-Apr-08	1.66110	20-Feb-08	1.72573
12-Aug-08	1.62967	16-Jun-08	1.63113	16-Apr-08	1.66872	19-Feb-08	1.73443
11-Aug-08	1.62536	13-Jun-08	1.64234	15-Apr-08	1.68838	18-Feb-08	1.74028
8-Aug-08	1.61773	12-Jun-08	1.64163	14-Apr-08	1.69193	15-Feb-08	1.75769
7-Aug-08	1.59979	11-Jun-08	1.64754	11-Apr-08	1.69604	14-Feb-08	1.75308
6-Aug-08	1.58625	10-Jun-08	1.65625	10-Apr-08	1.69257	13-Feb-08	1.74903
5-Aug-08	1.58327	9-Jun-08	1.63459	9-Apr-08	1.69643	12-Feb-08	1.75511
4-Aug-08	1.57249	6-Jun-08	1.64269	8-Apr-08	1.70334	11-Feb-08	1.76277
1-Aug-08	1.57000	5-Jun-08	1.63738	7-Apr-08	1.71189	8-Feb-08	1.77424
31-Jul-08	1.56660	4-Jun-08	1.63822	4-Apr-08	1.71884	7-Feb-08	1.76546
30-Jul-08	1.56111	3-Jun-08	1.63919	3-Apr-08	1.72785	6-Feb-08	1.75930
29-Jul-08	1.56949	2-Jun-08	1.64347	2-Apr-08	1.73631	1-Feb-08	1.75280
28-Jul-08	1.57551	30-May-08	1.62940	1-Apr-08	1.75640	31-Jan-08	1.76030
25-Jul-08	1.57431	29-May-08	1.63758	31-Mar-08	1.74910	30-Jan-08	1.77939
24-Jul-08	1.58155	28-May-08	1.65794	28-Mar-08	1.74525	29-Jan-08	1.77950
23-Jul-08	1.58623	27-May-08	1.67200	27-Mar-08	1.73782	28-Jan-08	1.78301
22-Jul-08	1.58233	26-May-08	1.66173	26-Mar-08	1.72824	24-Jan-08	1.78791
21-Jul-08	1.58313	23-May-08	1.66347	25-Mar-08	1.73503	23-Jan-08	1.82541
18-Jul-08	1.59394	21-May-08	1.66145	24-Mar-08	1.74855	22-Jan-08	1.79567
17-Jul-08	1.60358	20-May-08	1.65406	20-Mar-08	1.73552	21-Jan-08	1.83346
16-Jul-08	1.60143	19-May-08	1.65459	19-Mar-08	1.72371	18-Jan-08	1.79054

DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
17-Jan-08	1.78563	14-Nov-07	1.73745	17-Sep-07	1.92253	20-Jul-07	1.86021
16-Jan-08	1.77212	13-Nov-07	1.76995	14-Sep-07	1.90469	19-Jul-07	1.85704
15-Jan-08	1.75323	12-Nov-07	1.78135	13-Sep-07	1.90453	18-Jul-07	1.86305
14-Jan-08	1.73815	9-Nov-07	1.74902	12-Sep-07	1.91026	17-Jul-07	1.86317
11-Jan-08	1.75035	8-Nov-07	1.74929	11-Sep-07	1.92704	16-Jul-07	1.87302
10-Jan-08	1.76194	7-Nov-07	1.74431	10-Sep-07	1.95108	13-Jul-07	1.86617
9-Jan-08	1.77324	6-Nov-07	1.74004	6-Sep-07	1.95150	12-Jul-07	1.87862
8-Jan-08	1.76407	5-Nov-07	1.75567	5-Sep-07	1.97379	11-Jul-07	1.89504
7-Jan-08	1.76985	1-Nov-07	1.75381	4-Sep-07	1.95248	10-Jul-07	1.89741
4-Jan-08	1.76183	31-Oct-07	1.74400	3-Sep-07	1.95987	6-Jul-07	1.90683
3-Jan-08	1.75741	30-Oct-07	1.75169	31-Aug-07	1.96200	5-Jul-07	1.92021
2-Jan-08	1.77863	29-Oct-07	1.75496	30-Aug-07	1.97706	4-Jul-07	1.91502
28-Dec-07	1.77130	26-Oct-07	1.77013	29-Aug-07	1.96579	3-Jul-07	1.91634
27-Dec-07	1.76377	25-Oct-07	1.79442	28-Aug-07	1.99942	2-Jul-07	1.92235
26-Dec-07	1.77322	24-Oct-07	1.80574	27-Aug-07	1.94681	29-Jun-07	1.92620
21-Dec-07	1.79000	23-Oct-07	1.79875	24-Aug-07	1.94318	28-Jun-07	1.92143
20-Dec-07	1.80611	22-Oct-07	1.81525	23-Aug-07	1.98882	27-Jun-07	1.94412
19-Dec-07	1.80043	19-Oct-07	1.80383	22-Aug-07	2.01509	26-Jun-07	1.95383
18-Dec-07	1.81312	18-Oct-07	1.79277	21-Aug-07	2.03677	25-Jun-07	1.95224
17-Dec-07	1.81414	17-Oct-07	1.82273	20-Aug-07	2.03407	22-Jun-07	1.94444
14-Dec-07	1.79802	16-Oct-07	1.81829	17-Aug-07	2.02575	21-Jun-07	1.91847
13-Dec-07	1.78189	15-Oct-07	1.81753	16-Aug-07	2.09828	20-Jun-07	1.93052
12-Dec-07	1.77580	11-Oct-07	1.80464	15-Aug-07	2.02968	19-Jun-07	1.90632
11-Dec-07	1.75866	10-Oct-07	1.80767	14-Aug-07	1.99089	18-Jun-07	1.90659
10-Dec-07	1.76964	9-Oct-07	1.80532	13-Aug-07	1.94618	15-Jun-07	1.91230
7-Dec-07	1.76102	8-Oct-07	1.82183	10-Aug-07	1.94874	14-Jun-07	1.92907
6-Dec-07	1.77808	5-Oct-07	1.80802	9-Aug-07	1.92982	13-Jun-07	1.94694
5-Dec-07	1.79663	4-Oct-07	1.82969	8-Aug-07	1.89139	12-Jun-07	1.94666
4-Dec-07	1.80885	3-Oct-07	1.84534	7-Aug-07	1.91557	11-Jun-07	1.94610
3-Dec-07	1.79596	2-Oct-07	1.82750	6-Aug-07	1.91267	8-Jun-07	1.96624
30-Nov-07	1.78370	1-Oct-07	1.81555	3-Aug-07	1.90325	6-Jun-07	1.96236
29-Nov-07	1.78844	28-Sep-07	1.83890	2-Aug-07	1.88238	5-Jun-07	1.94930
28-Nov-07	1.79192	27-Sep-07	1.84105	1-Aug-07	1.89769	4-Jun-07	1.93243
27-Nov-07	1.83723	26-Sep-07	1.84681	31-Jul-07	1.87760	1-Jun-07	1.90737
26-Nov-07	1.82315	25-Sep-07	1.86015	30-Jul-07	1.87679	31-May-07	1.92890
23-Nov-07	1.80505	24-Sep-07	1.87105	27-Jul-07	1.89762	30-May-07	1.94134
22-Nov-07	1.77946	21-Sep-07	1.86919	26-Jul-07	1.93129	29-May-07	1.95219
21-Nov-07	1.78279	20-Sep-07	1.88114	25-Jul-07	1.86920	28-May-07	1.94386
19-Nov-07	1.76657	19-Sep-07	1.86958	24-Jul-07	1.86262	25-May-07	1.95261
16-Nov-07	1.74770	18-Sep-07	1.88021	23-Jul-07	1.84464	24-May-07	1.96921

DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
23-May-07	1.95391	26-Mar-07	2.06120	22-Jan-07	2.13770	17-Nov-06	2.16490
22-May-07	1.94601	23-Mar-07	2.06431	19-Jan-07	2.13340	16-Nov-06	2.15969
21-May-07	1.94142	22-Mar-07	2.06098	18-Jan-07	2.13825	14-Nov-06	2.15685
18-May-07	1.96097	21-Mar-07	2.06528	17-Jan-07	2.13906	13-Nov-06	2.17387
17-May-07	1.95613	20-Mar-07	2.07965	16-Jan-07	2.14673	10-Nov-06	2.16014
16-May-07	1.95577	19-Mar-07	2.08167	15-Jan-07	2.14837	9-Nov-06	2.15050
15-May-07	1.98552	16-Mar-07	2.09701	12-Jan-07	2.14722	8-Nov-06	2.15442
14-May-07	2.01677	15-Mar-07	2.09341	11-Jan-07	2.15309	7-Nov-06	2.14704
11-May-07	2.02348	14-Mar-07	2.10189	10-Jan-07	2.15868	6-Nov-06	2.14718
10-May-07	2.02833	13-Mar-07	2.10668	9-Jan-07	2.15930	3-Nov-06	2.15148
9-May-07	2.02510	12-Mar-07	2.09348	8-Jan-07	2.16225	1-Nov-06	2.15452
8-May-07	2.02844	9-Mar-07	2.10409	5-Jan-07	2.16203	30-Oct-06	2.14775
7-May-07	2.02870	8-Mar-07	2.11217	4-Jan-07	2.15478	27-Oct-06	2.13615
4-May-07	2.04185	7-Mar-07	2.11789	3-Jan-07	2.15054	26-Oct-06	2.13900
3-May-07	2.03591	6-Mar-07	2.12429	2-Jan-07	2.14235	25-Oct-06	2.14905
2-May-07	2.03150	5-Mar-07	2.14313	27-Dec-06	2.14438	24-Oct-06	2.15262
30-Apr-07	2.03390	2-Mar-07	2.14086	26-Dec-06	2.14239	23-Oct-06	2.14235
27-Apr-07	2.03166	1-Mar-07	2.12956	22-Dec-06	2.14838	20-Oct-06	2.14578
26-Apr-07	2.02616	27-Feb-07	2.11923	21-Dec-06	2.15959	19-Oct-06	2.14502
25-Apr-07	2.02053	26-Feb-07	2.08491	20-Dec-06	2.15834	18-Oct-06	2.14157
24-Apr-07	2.03626	23-Feb-07	2.09080	19-Dec-06	2.16298	17-Oct-06	2.13837
23-Apr-07	2.03716	22-Feb-07	2.08388	18-Dec-06	2.15154	16-Oct-06	2.13686
20-Apr-07	2.02880	21-Feb-07	2.08026	15-Dec-06	2.14905	13-Oct-06	2.14615
19-Apr-07	2.03153	16-Feb-07	2.09500	14-Dec-06	2.15083	11-Oct-06	2.16920
18-Apr-07	2.03604	15-Feb-07	2.09696	13-Dec-06	2.15199	10-Oct-06	2.16135
17-Apr-07	2.03946	14-Feb-07	2.09453	12-Dec-06	2.15667	9-Oct-06	2.16645
16-Apr-07	2.04040	13-Feb-07	2.11176	11-Dec-06	2.14335	6-Oct-06	2.17248
13-Apr-07	2.02572	12-Feb-07	2.11728	8-Dec-06	2.14653	5-Oct-06	2.17020
12-Apr-07	2.03945	9-Feb-07	2.11334	7-Dec-06	2.15049	4-Oct-06	2.17345
11-Apr-07	2.04318	8-Feb-07	2.09915	6-Dec-06	2.15430	3-Oct-06	2.18602
10-Apr-07	2.03320	7-Feb-07	2.09661	5-Dec-06	2.16170	2-Oct-06	2.17118
9-Apr-07	2.03045	6-Feb-07	2.09069	4-Dec-06	2.17444	28-Sep-06	2.17199
5-Apr-07	2.03877	5-Feb-07	2.10056	1-Dec-06	2.17717	27-Sep-06	2.18715
4-Apr-07	2.03939	2-Feb-07	2.11076	29-Nov-06	2.17298	26-Sep-06	2.19417
3-Apr-07	2.04355	1-Feb-07	2.10926	28-Nov-06	2.18949	25-Sep-06	2.22071
2-Apr-07	2.05497	30-Jan-07	2.13085	27-Nov-06	2.19000	22-Sep-06	2.21096
30-Mar-07	2.05040	29-Jan-07	2.13578	24-Nov-06	2.17143	21-Sep-06	2.20765
29-Mar-07	2.04460	26-Jan-07	2.13847	23-Nov-06	2.17134	20-Sep-06	2.18288
28-Mar-07	2.06911	24-Jan-07	2.12919	22-Nov-06	2.16978	19-Sep-06	2.16933
27-Mar-07	2.06376	23-Jan-07	2.13341	21-Nov-06	2.16663	18-Sep-06	2.15216



DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
15-Sep-06	2.15803	18-Jul-06	2.20012	19-May-06	2.21662	20-Mar-06	2.15607
14-Sep-06	2.16900	17-Jul-06	2.21525	18-May-06	2.18023	17-Mar-06	2.13317
13-Sep-06	2.16569	14-Jul-06	2.22476	17-May-06	2.21117	16-Mar-06	2.11778
12-Sep-06	2.17700	13-Jul-06	2.22994	16-May-06	2.14595	15-Mar-06	2.13272
11-Sep-06	2.18578	12-Jul-06	2.20837	15-May-06	2.19331	14-Mar-06	2.13642
8-Sep-06	2.16884	11-Jul-06	2.19389	12-May-06	2.15072	13-Mar-06	2.14748
6-Sep-06	2.16150	10-Jul-06	2.19078	11-May-06	2.10826	10-Mar-06	2.15453
5-Sep-06	2.14076	7-Jul-06	2.19485	10-May-06	2.07151	9-Mar-06	2.17822
4-Sep-06	2.13513	6-Jul-06	2.19181	9-May-06	2.07351	8-Mar-06	2.19719
1-Sep-06	2.15084	5-Jul-06	2.21464	8-May-06	2.08381	7-Mar-06	2.18805
30-Aug-06	2.13849	4-Jul-06	2.18422	5-May-06	2.07030	6-Mar-06	2.15679
29-Aug-06	2.13914	3-Jul-06	2.19384	4-May-06	2.08575	3-Mar-06	2.12965
28-Aug-06	2.14425	30-Jun-06	2.16430	3-May-06	2.08841	2-Mar-06	2.13564
25-Aug-06	2.15959	29-Jun-06	2.17998	2-May-06	2.07700	1-Mar-06	2.13745
24-Aug-06	2.15935	28-Jun-06	2.22092	27-Apr-06	2.10511	23-Feb-06	2.14291
23-Aug-06	2.15462	27-Jun-06	2.23941	26-Apr-06	2.11971	22-Feb-06	2.14334
22-Aug-06	2.14325	26-Jun-06	2.23069	25-Apr-06	2.12730	21-Feb-06	2.15365
21-Aug-06	2.13915	23-Jun-06	2.23704	24-Apr-06	2.11711	20-Feb-06	2.11996
18-Aug-06	2.15385	22-Jun-06	2.24596	20-Apr-06	2.12482	17-Feb-06	2.12809
17-Aug-06	2.14869	21-Jun-06	2.23903	19-Apr-06	2.11781	16-Feb-06	2.12027
16-Aug-06	2.14524	20-Jun-06	2.25515	18-Apr-06	2.12448	15-Feb-06	2.14206
15-Aug-06	2.14881	19-Jun-06	2.25910	17-Apr-06	2.14180	14-Feb-06	2.14529
14-Aug-06	2.17020	16-Jun-06	2.25965	13-Apr-06	2.14585	13-Feb-06	2.16239
11-Aug-06	2.17552	14-Jun-06	2.29483	12-Apr-06	2.14378	10-Feb-06	2.17066
10-Aug-06	2.17048	13-Jun-06	2.32121	11-Apr-06	2.14997	9-Feb-06	2.17984
9-Aug-06	2.17800	12-Jun-06	2.30145	10-Apr-06	2.16708	8-Feb-06	2.19732
8-Aug-06	2.19298	9-Jun-06	2.27321	7-Apr-06	2.16077	7-Feb-06	2.20234
7-Aug-06	2.19771	8-Jun-06	2.28391	6-Apr-06	2.14122	6-Feb-06	2.19699
4-Aug-06	2.19583	7-Jun-06	2.25544	5-Apr-06	2.14649	3-Feb-06	2.22422
3-Aug-06	2.19309	6-Jun-06	2.27452	4-Apr-06	2.14763	2-Feb-06	2.24191
2-Aug-06	2.19601	5-Jun-06	2.27055	3-Apr-06	2.15270	1-Feb-06	2.23927
1-Aug-06	2.20872	2-Jun-06	2.29601	31-Mar-06	2.17240	31-Jan-06	2.21600
28-Jul-06	2.17643	1-Jun-06	2.27281	30-Mar-06	2.19265	30-Jan-06	2.21347
27-Jul-06	2.19224	30-May-06	2.31741	29-Mar-06	2.21818	27-Jan-06	2.21163
26-Jul-06	2.19393	29-May-06	2.28675	28-Mar-06	2.21439	26-Jan-06	2.23174
25-Jul-06	2.20455	26-May-06	2.24349	27-Mar-06	2.17786	24-Jan-06	2.24534
24-Jul-06	2.19437	25-May-06	2.29680	24-Mar-06	2.16406	23-Jan-06	2.26259
21-Jul-06	2.20407	24-May-06	2.40779	23-Mar-06	2.16755	20-Jan-06	2.28439
20-Jul-06	2.19658	23-May-06	2.29313	22-Mar-06	2.16158	19-Jan-06	2.34116
19-Jul-06	2.18252	22-May-06	2.30184	21-Mar-06	2.17920	18-Jan-06	2.33297

DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
17-Jan-06	2.31404	21-Nov-05	2.22778	21-Sep-05	2.28554	26-Jul-05	2.46039
16-Jan-06	2.28254	18-Nov-05	2.23548	20-Sep-05	2.30717	25-Jul-05	2.46778
13-Jan-06	2.28279	17-Nov-05	2.19876	19-Sep-05	2.30801	22-Jul-05	2.40340
12-Jan-06	2.27561	16-Nov-05	2.21309	16-Sep-05	2.30964	21-Jul-05	2.36573
11-Jan-06	2.29281	14-Nov-05	2.22206	15-Sep-05	2.31044	20-Jul-05	2.35271
10-Jan-06	2.27119	11-Nov-05	2.17521	14-Sep-05	2.34501	19-Jul-05	2.35387
9-Jan-06	2.26925	10-Nov-05	2.17965	13-Sep-05	2.34398	18-Jul-05	2.34798
6-Jan-06	2.30080	9-Nov-05	2.18995	12-Sep-05	2.34036	15-Jul-05	2.35308
5-Jan-06	2.30771	8-Nov-05	2.21057	9-Sep-05	2.33158	14-Jul-05	2.35202
4-Jan-06	2.31368	7-Nov-05	2.22051	8-Sep-05	2.34374	13-Jul-05	2.37104
3-Jan-06	2.35233	4-Nov-05	2.23181	6-Sep-05	2.34963	12-Jul-05	2.35807
2-Jan-06	2.35845	3-Nov-05	2.24267	5-Sep-05	2.36488	11-Jul-05	2.35987
29-Dec-05	2.34070	1-Nov-05	2.26716	2-Sep-05	2.35798	8-Jul-05	2.39589
28-Dec-05	2.34307	31-Oct-05	2.25430	1-Sep-05	2.39094	7-Jul-05	2.40083
27-Dec-05	2.33975	28-Oct-05	2.26675	31-Aug-05	2.36370	6-Jul-05	2.41797
26-Dec-05	2.33901	27-Oct-05	2.29258	30-Aug-05	2.38700	5-Jul-05	2.40251
23-Dec-05	2.31944	26-Oct-05	2.28143	29-Aug-05	2.38791	4-Jul-05	2.39307
22-Dec-05	2.33612	25-Oct-05	2.26846	26-Aug-05	2.40948	1-Jul-05	2.38344
21-Dec-05	2.31588	24-Oct-05	2.26679	25-Aug-05	2.40879	30-Jun-05	2.35040
20-Dec-05	2.35666	21-Oct-05	2.26802	24-Aug-05	2.45025	29-Jun-05	2.35573
19-Dec-05	2.38902	20-Oct-05	2.25764	23-Aug-05	2.42135	28-Jun-05	2.37146
16-Dec-05	2.34876	19-Oct-05	2.26163	22-Aug-05	2.39608	27-Jun-05	2.38062
15-Dec-05	2.31080	18-Oct-05	2.25320	19-Aug-05	2.46400	24-Jun-05	2.38598
14-Dec-05	2.29744	17-Oct-05	2.24894	18-Aug-05	2.39744	23-Jun-05	2.40796
13-Dec-05	2.27535	14-Oct-05	2.26061	17-Aug-05	2.36593	22-Jun-05	2.39062
12-Dec-05	2.27650	13-Oct-05	2.27659	16-Aug-05	2.37486	21-Jun-05	2.38467
9-Dec-05	2.26746	11-Oct-05	2.24964	15-Aug-05	2.34908	20-Jun-05	2.40640
8-Dec-05	2.23718	10-Oct-05	2.25831	12-Aug-05	2.38693	17-Jun-05	2.39804
7-Dec-05	2.21011	7-Oct-05	2.27141	11-Aug-05	2.37378	16-Jun-05	2.42456
6-Dec-05	2.19317	6-Oct-05	2.31376	10-Aug-05	2.29971	15-Jun-05	2.45275
5-Dec-05	2.21524	5-Oct-05	2.29010	9-Aug-05	2.31964	14-Jun-05	2.45603
2-Dec-05	2.22937	4-Oct-05	2.28178	8-Aug-05	2.35311	13-Jun-05	2.47482
1-Dec-05	2.24154	3-Oct-05	2.25461	5-Aug-05	2.34055	10-Jun-05	2.49728
30-Nov-05	2.20700	30-Sep-05	2.22210	4-Aug-05	2.33420	9-Jun-05	2.52088
29-Nov-05	2.19261	29-Sep-05	2.21272	3-Aug-05	2.34251	8-Jun-05	2.48404
28-Nov-05	2.20636	28-Sep-05	2.23868	2-Aug-05	2.37414	7-Jun-05	2.48977
25-Nov-05	2.23763	27-Sep-05	2.26513	1-Aug-05	2.40107	6-Jun-05	2.47514
24-Nov-05	2.24558	26-Sep-05	2.25660	29-Jul-05	2.39130	3-Jun-05	2.45575
23-Nov-05	2.24386	23-Sep-05	2.27300	28-Jul-05	2.40976	2-Jun-05	2.44360
22-Nov-05	2.25425	22-Sep-05	2.28375	27-Jul-05	2.44020	1-Jun-05	2.47247

DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
31-May-05	2.40380	1-Apr-05	2.68822	1-Feb-05	2.63246	2-Dec-04	2.76351
30-May-05	2.37007	31-Mar-05	2.66620	31-Jan-05	2.62480	1-Dec-04	2.74196
27-May-05	2.38637	30-Mar-05	2.67576	28-Jan-05	2.65073	30-Nov-04	2.73070
25-May-05	2.41212	29-Mar-05	2.70012	27-Jan-05	2.66650	29-Nov-04	2.74778
24-May-05	2.43337	28-Mar-05	2.72821	26-Jan-05	2.66895	26-Nov-04	2.73352
23-May-05	2.43295	24-Mar-05	2.74590	24-Jan-05	2.68701	25-Nov-04	2.74968
20-May-05	2.45030	23-Mar-05	2.75572	21-Jan-05	2.69633	24-Nov-04	2.75862
19-May-05	2.45790	22-Mar-05	2.70563	20-Jan-05	2.72939	23-Nov-04	2.75057
18-May-05	2.46989	21-Mar-05	2.73656	19-Jan-05	2.72250	22-Nov-04	2.76590
17-May-05	2.49532	18-Mar-05	2.72697	18-Jan-05	2.73228	19-Nov-04	2.79645
16-May-05	2.49017	17-Mar-05	2.73434	17-Jan-05	2.71642	18-Nov-04	2.78598
13-May-05	2.48978	16-Mar-05	2.77445	14-Jan-05	2.71744	17-Nov-04	2.77646
12-May-05	2.48503	15-Mar-05	2.78459	13-Jan-05	2.71560	16-Nov-04	2.80157
11-May-05	2.47616	14-Mar-05	2.77368	12-Jan-05	2.71764	12-Nov-04	2.80896
10-May-05	2.49678	11-Mar-05	2.73679	11-Jan-05	2.74193	11-Nov-04	2.83885
9-May-05	2.47101	10-Mar-05	2.73655	10-Jan-05	2.72499	10-Nov-04	2.84540
6-May-05	2.48032	9-Mar-05	2.72296	7-Jan-05	2.73356	9-Nov-04	2.84722
5-May-05	2.49291	8-Mar-05	2.71599	6-Jan-05	2.74880	8-Nov-04	2.86168
4-May-05	2.49186	7-Mar-05	2.69988	5-Jan-05	2.73351	5-Nov-04	2.84515
3-May-05	2.52121	4-Mar-05	2.68304	4-Jan-05	2.72819	4-Nov-04	2.84676
2-May-05	2.53981	3-Mar-05	2.70828	3-Jan-05	2.70355	3-Nov-04	2.85875
29-Apr-05	2.53150	2-Mar-05	2.66972	30-Dec-04	2.65440	1-Nov-04	2.88720
28-Apr-05	2.54957	1-Mar-05	2.64771	29-Dec-04	2.67494	29-Oct-04	2.85650
27-Apr-05	2.51722	28-Feb-05	2.59500	28-Dec-04	2.69378	28-Oct-04	2.86813
26-Apr-05	2.54055	25-Feb-05	2.62121	27-Dec-04	2.69528	27-Oct-04	2.86272
25-Apr-05	2.52819	24-Feb-05	2.63881	23-Dec-04	2.70951	26-Oct-04	2.87249
22-Apr-05	2.54557	23-Feb-05	2.59745	22-Dec-04	2.71591	25-Oct-04	2.89221
20-Apr-05	2.57357	22-Feb-05	2.60645	21-Dec-04	2.71120	22-Oct-04	2.87748
19-Apr-05	2.58597	21-Feb-05	2.58449	20-Dec-04	2.69525	21-Oct-04	2.86667
18-Apr-05	2.62380	18-Feb-05	2.58312	17-Dec-04	2.72616	20-Oct-04	2.88483
15-Apr-05	2.62938	17-Feb-05	2.57501	16-Dec-04	2.75654	19-Oct-04	2.89219
14-Apr-05	2.59113	16-Feb-05	2.59749	15-Dec-04	2.74842	18-Oct-04	2.87116
13-Apr-05	2.57885	15-Feb-05	2.59142	14-Dec-04	2.78623	15-Oct-04	2.87215
12-Apr-05	2.59309	14-Feb-05	2.59345	13-Dec-04	2.78685	14-Oct-04	2.89358
11-Apr-05	2.60247	11-Feb-05	2.61823	10-Dec-04	2.79972	13-Oct-04	2.85837
8-Apr-05	2.60512	10-Feb-05	2.63430	9-Dec-04	2.80435	11-Oct-04	2.84025
7-Apr-05	2.62232	9-Feb-05	2.61963	8-Dec-04	2.78529	8-Oct-04	2.84789
6-Apr-05	2.62297	4-Feb-05	2.63223	7-Dec-04	2.77412	7-Oct-04	2.87297
5-Apr-05	2.65371	3-Feb-05	2.62482	6-Dec-04	2.74670	6-Oct-04	2.86695
4-Apr-05	2.67087	2-Feb-05	2.63906	3-Dec-04	2.73808	5-Oct-04	2.85451

DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
4-Oct-04	2.85325	6-Aug-04	3.06103	9-Jun-04	3.15287	13-Apr-04	2.91204
1-Oct-04	2.86970	5-Aug-04	3.09840	8-Jun-04	3.13886	12-Apr-04	2.90268
30-Sep-04	2.85860	4-Aug-04	3.08677	7-Jun-04	3.14154	8-Apr-04	2.90737
29-Sep-04	2.85425	3-Aug-04	3.08538	4-Jun-04	3.15993	7-Apr-04	2.89454
28-Sep-04	2.86761	2-Aug-04	3.08303	3-Jun-04	3.19219	6-Apr-04	2.90104
27-Sep-04	2.87765	30-Jul-04	3.02700	2-Jun-04	3.16704	5-Apr-04	2.90309
24-Sep-04	2.87639	29-Jul-04	3.03567	1-Jun-04	3.18579	2-Apr-04	2.92310
23-Sep-04	2.88756	28-Jul-04	3.05495	31-May-04	3.12910	1-Apr-04	2.92111
22-Sep-04	2.88934	27-Jul-04	3.06814	28-May-04	3.08848	31-Mar-04	2.90860
21-Sep-04	2.88078	26-Jul-04	3.08086	27-May-04	3.12436	30-Mar-04	2.91211
20-Sep-04	2.88643	23-Jul-04	3.06056	26-May-04	3.17040	29-Mar-04	2.94229
17-Sep-04	2.88260	22-Jul-04	3.05292	25-May-04	3.14759	26-Mar-04	2.94380
16-Sep-04	2.90107	21-Jul-04	3.04083	24-May-04	3.19090	25-Mar-04	2.93984
15-Sep-04	2.91935	20-Jul-04	3.01718	21-May-04	3.21358	24-Mar-04	2.93707
14-Sep-04	2.92917	19-Jul-04	3.00784	20-May-04	3.22157	23-Mar-04	2.92318
13-Sep-04	2.93020	16-Jul-04	3.01783	19-May-04	3.15051	22-Mar-04	2.92315
10-Sep-04	2.92490	15-Jul-04	3.03482	18-May-04	3.15402	19-Mar-04	2.91257
9-Sep-04	2.92380	14-Jul-04	3.04605	17-May-04	3.14463	18-Mar-04	2.92210
8-Sep-04	2.92624	13-Jul-04	3.06346	14-May-04	3.10724	17-Mar-04	2.92824
6-Sep-04	2.93860	12-Jul-04	3.05937	13-May-04	3.15610	16-Mar-04	2.91582
3-Sep-04	2.95514	8-Jul-04	3.08758	12-May-04	3.16665	15-Mar-04	2.92435
2-Sep-04	2.96844	7-Jul-04	3.06189	11-May-04	3.10181	12-Mar-04	2.92054
1-Sep-04	2.96190	6-Jul-04	3.07803	10-May-04	3.17136	11-Mar-04	2.93509
31-Aug-04	2.93380	5-Jul-04	3.05850	7-May-04	3.08958	10-Mar-04	2.92106
30-Aug-04	2.94531	2-Jul-04	3.07419	6-May-04	3.02948	9-Mar-04	2.90646
27-Aug-04	2.95767	1-Jul-04	3.11286	5-May-04	2.98920	8-Mar-04	2.90068
26-Aug-04	2.95797	30-Jun-04	3.10750	4-May-04	3.00351	5-Mar-04	2.89559
25-Aug-04	2.95551	29-Jun-04	3.10943	3-May-04	3.02255	4-Mar-04	2.91914
24-Aug-04	2.96331	28-Jun-04	3.12950	30-Apr-04	2.94400	3-Mar-04	2.91961
23-Aug-04	2.97104	25-Jun-04	3.11170	29-Apr-04	2.96717	2-Mar-04	2.92688
20-Aug-04	2.97575	24-Jun-04	3.09988	28-Apr-04	2.95108	1-Mar-04	2.93039
19-Aug-04	2.99771	23-Jun-04	3.12601	27-Apr-04	2.92266	27-Feb-04	2.91380
18-Aug-04	2.99577	22-Jun-04	3.14290	26-Apr-04	2.91593	26-Feb-04	2.93663
17-Aug-04	3.01133	21-Jun-04	3.14435	23-Apr-04	2.91712	25-Feb-04	2.94456
16-Aug-04	3.02589	18-Jun-04	3.15451	22-Apr-04	2.93750	20-Feb-04	2.96425
13-Aug-04	3.03891	17-Jun-04	3.14385	20-Apr-04	2.93999	19-Feb-04	2.96344
12-Aug-04	3.05416	16-Jun-04	3.15947	19-Apr-04	2.92216	18-Feb-04	2.94950
11-Aug-04	3.06078	15-Jun-04	3.14338	16-Apr-04	2.92254	17-Feb-04	2.92560
10-Aug-04	3.05103	14-Jun-04	3.19199	15-Apr-04	2.93432	16-Feb-04	2.91847
9-Aug-04	3.06725	11-Jun-04	3.16544	14-Apr-04	2.90464	13-Feb-04	2.91582

DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
12-Feb-04	2.90697	12-Dec-03	2.95445	17-Oct-03	2.88848	22-Aug-03	3.00018
11-Feb-04	2.92425	11-Dec-03	2.95679	16-Oct-03	2.87071	21-Aug-03	3.01790
10-Feb-04	2.93860	10-Dec-03	2.96344	15-Oct-03	2.85922	20-Aug-03	3.01320
9-Feb-04	2.94537	9-Dec-03	2.95687	14-Oct-03	2.85323	19-Aug-03	3.00901
6-Feb-04	2.95276	8-Dec-03	2.96616	13-Oct-03	2.86220	18-Aug-03	3.02786
5-Feb-04	2.95146	5-Dec-03	2.96319	10-Oct-03	2.85542	15-Aug-03	3.01966
4-Feb-04	2.94059	4-Dec-03	2.97300	9-Oct-03	2.86217	14-Aug-03	3.03882
3-Feb-04	2.94206	3-Dec-03	2.96332	8-Oct-03	2.87844	13-Aug-03	3.04703
2-Feb-04	2.96766	2-Dec-03	2.96295	7-Oct-03	2.89403	12-Aug-03	3.06328
30-Jan-04	2.94090	1-Dec-03	2.95861	6-Oct-03	2.89998	11-Aug-03	3.04158
29-Jan-04	2.93423	28-Nov-03	2.94940	3-Oct-03	2.92535	8-Aug-03	3.02688
28-Jan-04	2.89716	27-Nov-03	2.94290	2-Oct-03	2.92971	7-Aug-03	3.03104
27-Jan-04	2.87263	26-Nov-03	2.94826	1-Oct-03	2.94867	6-Aug-03	3.10799
26-Jan-04	2.84871	25-Nov-03	2.93823	30-Sep-03	2.92340	5-Aug-03	3.07503
23-Jan-04	2.84718	24-Nov-03	2.92554	29-Sep-03	2.92961	4-Aug-03	3.11773
22-Jan-04	2.84654	21-Nov-03	2.92969	26-Sep-03	2.93417	1-Aug-03	3.07887
21-Jan-04	2.85399	20-Nov-03	2.95120	25-Sep-03	2.94381	31-Jul-03	2.96550
20-Jan-04	2.85035	19-Nov-03	2.95173	24-Sep-03	2.92857	30-Jul-03	2.97124
19-Jan-04	2.85295	18-Nov-03	2.96173	23-Sep-03	2.93168	29-Jul-03	2.94457
16-Jan-04	2.84027	17-Nov-03	2.94759	22-Sep-03	2.91326	28-Jul-03	2.90543
15-Jan-04	2.82653	14-Nov-03	2.96690	19-Sep-03	2.91807	25-Jul-03	2.90106
14-Jan-04	2.83961	13-Nov-03	2.95448	18-Sep-03	2.91692	24-Jul-03	2.90096
13-Jan-04	2.82640	12-Nov-03	2.92641	17-Sep-03	2.92871	23-Jul-03	2.90996
12-Jan-04	2.80797	11-Nov-03	2.92801	16-Sep-03	2.93058	22-Jul-03	2.89836
9-Jan-04	2.85392	10-Nov-03	2.91076	15-Sep-03	2.90205	21-Jul-03	2.90016
8-Jan-04	2.87714	7-Nov-03	2.89266	12-Sep-03	2.92629	18-Jul-03	2.90735
7-Jan-04	2.88389	6-Nov-03	2.90516	11-Sep-03	2.93854	17-Jul-03	2.89200
6-Jan-04	2.89058	5-Nov-03	2.89221	10-Sep-03	2.91827	16-Jul-03	2.87612
5-Jan-04	2.88160	4-Nov-03	2.89077	9-Sep-03	2.95767	15-Jul-03	2.87898
2-Jan-04	2.90999	3-Nov-03	2.88605	8-Sep-03	2.97511	14-Jul-03	2.89555
30-Dec-03	2.88920	31-Oct-03	2.85620	5-Sep-03	2.94541	11-Jul-03	2.92549
29-Dec-03	2.86794	30-Oct-03	2.85190	4-Sep-03	2.97266	10-Jul-03	2.92805
26-Dec-03	2.90093	29-Oct-03	2.84735	3-Sep-03	3.00182	8-Jul-03	2.91673
23-Dec-03	2.91349	28-Oct-03	2.86185	2-Sep-03	3.00735	7-Jul-03	2.92818
22-Dec-03	2.92673	27-Oct-03	2.87608	1-Sep-03	3.03493	4-Jul-03	2.88482
19-Dec-03	2.93294	24-Oct-03	2.87929	29-Aug-03	2.96650	3-Jul-03	2.87288
18-Dec-03	2.94339	23-Oct-03	2.87558	28-Aug-03	2.95754	2-Jul-03	2.86417
17-Dec-03	2.94275	22-Oct-03	2.87509	27-Aug-03	2.96523	1-Jul-03	2.89075
16-Dec-03	2.94999	21-Oct-03	2.87134	26-Aug-03	2.99644	30-Jun-03	2.87200
15-Dec-03	2.93454	20-Oct-03	2.89271	25-Aug-03	3.00563	27-Jun-03	2.88009

DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
26-Jun-03	2.90638	29-Apr-03	2.91988	26-Feb-03	3.58722	30-Dec-02	3.53330
25-Jun-03	2.86518	28-Apr-03	2.96304	25-Feb-03	3.61571	27-Dec-02	3.52547
24-Jun-03	2.87528	25-Apr-03	3.01529	24-Feb-03	3.59667	26-Dec-02	3.52618
23-Jun-03	2.87439	24-Apr-03	3.02882	21-Feb-03	3.63684	23-Dec-02	3.47951
20-Jun-03	2.90554	23-Apr-03	3.01683	20-Feb-03	3.63605	20-Dec-02	3.46799
18-Jun-03	2.90595	22-Apr-03	3.06020	19-Feb-03	3.63352	19-Dec-02	3.45352
17-Jun-03	2.88316	17-Apr-03	3.05154	18-Feb-03	3.61561	18-Dec-02	3.50776
16-Jun-03	2.89375	16-Apr-03	3.11454	17-Feb-03	3.64722	17-Dec-02	3.55998
13-Jun-03	2.86372	15-Apr-03	3.10564	14-Feb-03	3.69130	16-Dec-02	3.56935
12-Jun-03	2.88895	14-Apr-03	3.19084	13-Feb-03	3.69203	13-Dec-02	3.67839
11-Jun-03	2.88691	11-Apr-03	3.23429	12-Feb-03	3.63313	12-Dec-02	3.74254
10-Jun-03	2.90131	10-Apr-03	3.28087	11-Feb-03	3.61735	11-Dec-02	3.73649
9-Jun-03	2.89898	9-Apr-03	3.22338	10-Feb-03	3.62293	10-Dec-02	3.75740
6-Jun-03	2.92344	8-Apr-03	3.22705	7-Feb-03	3.62412	9-Dec-02	3.73893
5-Jun-03	2.90484	7-Apr-03	3.19326	6-Feb-03	3.63489	6-Dec-02	3.70708
4-Jun-03	2.95379	4-Apr-03	3.26458	5-Feb-03	3.59878	5-Dec-02	3.76649
3-Jun-03	2.99161	3-Apr-03	3.30675	4-Feb-03	3.60971	4-Dec-02	3.67254
2-Jun-03	3.03112	2-Apr-03	3.31323	3-Feb-03	3.56530	3-Dec-02	3.62939
30-May-03	2.96560	1-Apr-03	3.36333	31-Jan-03	3.52580	2-Dec-02	3.58474
29-May-03	2.94263	31-Mar-03	3.35310	30-Jan-03	3.56692	29-Nov-02	3.63650
28-May-03	3.01258	28-Mar-03	3.36652	29-Jan-03	3.60826	28-Nov-02	3.58369
27-May-03	3.03272	27-Mar-03	3.38853	28-Jan-03	3.64245	27-Nov-02	3.57468
26-May-03	3.03047	26-Mar-03	3.39091	27-Jan-03	3.62545	26-Nov-02	3.60857
23-May-03	2.92601	25-Mar-03	3.37703	24-Jan-03	3.64003	25-Nov-02	3.53200
22-May-03	2.99530	24-Mar-03	3.41755	23-Jan-03	3.53805	22-Nov-02	3.55344
21-May-03	3.02085	21-Mar-03	3.42188	22-Jan-03	3.52544	21-Nov-02	3.52036
20-May-03	3.05928	20-Mar-03	3.49646	21-Jan-03	3.49686	20-Nov-02	3.50499
19-May-03	3.02094	19-Mar-03	3.49126	20-Jan-03	3.42553	19-Nov-02	3.56540
16-May-03	2.97253	18-Mar-03	3.46882	17-Jan-03	3.39165	18-Nov-02	3.55627
15-May-03	2.99927	17-Mar-03	3.46849	16-Jan-03	3.32081	14-Nov-02	3.70510
14-May-03	2.92233	14-Mar-03	3.46175	15-Jan-03	3.35144	13-Nov-02	3.61607
13-May-03	2.92266	13-Mar-03	3.43774	14-Jan-03	3.27872	12-Nov-02	3.59105
12-May-03	2.90329	12-Mar-03	3.50093	13-Jan-03	3.32955	11-Nov-02	3.49409
9-May-03	2.91959	11-Mar-03	3.51892	10-Jan-03	3.31152	8-Nov-02	3.52221
8-May-03	2.95910	10-Mar-03	3.56759	9-Jan-03	3.31882	7-Nov-02	3.57815
7-May-03	2.98934	7-Mar-03	3.53759	8-Jan-03	3.32966	6-Nov-02	3.63737
6-May-03	3.07193	6-Mar-03	3.54449	7-Jan-03	3.30523	5-Nov-02	3.50639
5-May-03	3.09358	5-Mar-03	3.60042	6-Jan-03	3.35788	4-Nov-02	3.51441
2-May-03	3.01717	28-Feb-03	3.56320	3-Jan-03	3.42908	1-Nov-02	3.55005
30-Apr-03	2.88980	27-Feb-03	3.55891	2-Jan-03	3.51944	31-Oct-02	3.64500

DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
30-Oct-02	3.70897	4-Sep-02	3.09809	10-Jul-02	2.86034	13-May-02	2.54323
29-Oct-02	3.79433	3-Sep-02	3.08086	8-Jul-02	2.87461	10-May-02	2.48500
28-Oct-02	3.73355	2-Sep-02	3.04624	5-Jul-02	2.89046	9-May-02	2.49277
25-Oct-02	3.68619	30-Aug-02	3.02230	4-Jul-02	2.86256	8-May-02	2.46569
24-Oct-02	3.76168	29-Aug-02	3.06825	3-Jul-02	2.86766	7-May-02	2.46001
23-Oct-02	3.83922	28-Aug-02	3.11852	2-Jul-02	2.88532	6-May-02	2.45242
22-Oct-02	3.84626	27-Aug-02	3.12744	1-Jul-02	2.89899	3-May-02	2.43700
21-Oct-02	3.86425	26-Aug-02	3.07812	28-Jun-02	2.84440	2-May-02	2.43035
18-Oct-02	3.81308	23-Aug-02	3.10100	27-Jun-02	2.85110	30-Apr-02	2.36250
17-Oct-02	3.83615	22-Aug-02	3.12750	26-Jun-02	2.87716	29-Apr-02	2.36879
16-Oct-02	3.87706	21-Aug-02	3.06670	25-Jun-02	2.82322	26-Apr-02	2.37600
15-Oct-02	3.80502	20-Aug-02	3.09534	24-Jun-02	2.78045	25-Apr-02	2.36871
14-Oct-02	3.76680	19-Aug-02	3.10024	21-Jun-02	2.83534	24-Apr-02	2.36556
11-Oct-02	3.77000	16-Aug-02	3.12013	20-Jun-02	2.77736	23-Apr-02	2.36867
10-Oct-02	3.96179	15-Aug-02	3.21062	19-Jun-02	2.71858	22-Apr-02	2.35182
9-Oct-02	3.83563	14-Aug-02	3.20495	18-Jun-02	2.71809	19-Apr-02	2.34350
8-Oct-02	3.69564	13-Aug-02	3.13497	17-Jun-02	2.68135	18-Apr-02	2.33964
7-Oct-02	3.69197	12-Aug-02	3.14076	14-Jun-02	2.72361	17-Apr-02	2.33888
4-Oct-02	3.54290	9-Aug-02	3.05735	13-Jun-02	2.71901	16-Apr-02	2.33664
3-Oct-02	3.58662	8-Aug-02	2.90847	12-Jun-02	2.79795	15-Apr-02	2.33829
2-Oct-02	3.59217	7-Aug-02	2.96548	11-Jun-02	2.72276	12-Apr-02	2.31300
1-Oct-02	3.56885	6-Aug-02	3.03102	10-Jun-02	2.65351	11-Apr-02	2.30200
30-Sep-02	3.89490	5-Aug-02	3.08883	7-Jun-02	2.65541	10-Apr-02	2.28546
27-Sep-02	3.85800	2-Aug-02	2.92900	6-Jun-02	2.67793	9-Apr-02	2.30338
26-Sep-02	3.75594	1-Aug-02	2.95500	5-Jun-02	2.62950	8-Apr-02	2.31833
25-Sep-02	3.66051	31-Jul-02	3.42850	4-Jun-02	2.61855	5-Apr-02	2.33000
24-Sep-02	3.77526	30-Jul-02	3.27887	3-Jun-02	2.56472	4-Apr-02	2.32994
23-Sep-02	3.54982	29-Jul-02	3.16694	31-May-02	2.52200	3-Apr-02	2.33969
20-Sep-02	3.38916	26-Jul-02	2.98314	29-May-02	2.51552	2-Apr-02	2.32819
19-Sep-02	3.42792	25-Jul-02	2.98840	28-May-02	2.52892	1-Apr-02	2.33785
18-Sep-02	3.33245	24-Jul-02	2.93304	27-May-02	2.52655	28-Mar-02	2.32360
17-Sep-02	3.24185	23-Jul-02	2.90964	24-May-02	2.52256	27-Mar-02	2.32673
16-Sep-02	3.21634	22-Jul-02	2.88441	23-May-02	2.53479	26-Mar-02	2.35021
13-Sep-02	3.16080	19-Jul-02	2.86700	22-May-02	2.53168	25-Mar-02	2.37312
12-Sep-02	3.12397	18-Jul-02	2.84252	21-May-02	2.49254	22-Mar-02	2.36900
11-Sep-02	3.10543	17-Jul-02	2.90196	20-May-02	2.49428	21-Mar-02	2.35093
10-Sep-02	3.13864	16-Jul-02	2.87116	17-May-02	2.48900	20-Mar-02	2.35265
9-Sep-02	3.09885	15-Jul-02	2.86546	16-May-02	2.48290	19-Mar-02	2.35469
6-Sep-02	3.15436	12-Jul-02	2.82197	15-May-02	2.52614	18-Mar-02	2.35301
5-Sep-02	3.14505	11-Jul-02	2.80041	14-May-02	2.52116	15-Mar-02	2.36000

DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
14-Mar-02	2.36019	14-Jan-02	2.42023	13-Nov-01	2.54228	14-Sep-01	2.70800
13-Mar-02	2.36626	11-Jan-02	2.42500	12-Nov-01	2.57072	13-Sep-01	2.69051
12-Mar-02	2.34859	10-Jan-02	2.44845	9-Nov-01	2.56000	12-Sep-01	2.71308
11-Mar-02	2.37839	9-Jan-02	2.40218	8-Nov-01	2.55500	11-Sep-01	2.69143
8-Mar-02	2.37200	8-Jan-02	2.40208	7-Nov-01	2.59752	10-Sep-01	2.63221
7-Mar-02	2.39763	7-Jan-02	2.36051	6-Nov-01	2.63155	6-Sep-01	2.61318
6-Mar-02	2.39260	4-Jan-02	2.36600	5-Nov-01	2.62990	5-Sep-01	2.60547
5-Mar-02	2.35687	3-Jan-02	2.32790	1-Nov-01	2.71056	4-Sep-01	2.58932
4-Mar-02	2.35616	2-Jan-02	2.34271	31-Oct-01	2.70710	3-Sep-01	2.60168
1-Mar-02	2.37200	28-Dec-01	2.32000	30-Oct-01	2.72523	31-Aug-01	2.55250
28-Feb-02	2.34820	27-Dec-01	2.33995	29-Oct-01	2.72595	30-Aug-01	2.53033
27-Feb-02	2.35904	26-Dec-01	2.33686	26-Oct-01	2.72900	29-Aug-01	2.55293
26-Feb-02	2.39430	21-Dec-01	2.35500	25-Oct-01	2.71956	28-Aug-01	2.56474
25-Feb-02	2.39933	20-Dec-01	2.34976	24-Oct-01	2.76648	27-Aug-01	2.56827
22-Feb-02	2.42800	19-Dec-01	2.30392	23-Oct-01	2.74051	24-Aug-01	2.55800
21-Feb-02	2.43034	18-Dec-01	2.34175	22-Oct-01	2.73266	23-Aug-01	2.54193
20-Feb-02	2.43002	17-Dec-01	2.37408	19-Oct-01	2.74900	22-Aug-01	2.53565
19-Feb-02	2.43544	14-Dec-01	2.39600	18-Oct-01	2.77513	21-Aug-01	2.56826
18-Feb-02	2.44750	13-Dec-01	2.39599	17-Oct-01	2.74176	20-Aug-01	2.54136
15-Feb-02	2.44000	12-Dec-01	2.39384	16-Oct-01	2.73794	17-Aug-01	2.54200
14-Feb-02	2.44492	11-Dec-01	2.39385	15-Oct-01	2.79758	16-Aug-01	2.52362
13-Feb-02	2.42957	10-Dec-01	2.36068	11-Oct-01	2.80985	15-Aug-01	2.51941
8-Feb-02	2.47900	7-Dec-01	2.41900	10-Oct-01	2.79760	14-Aug-01	2.54478
7-Feb-02	2.48239	6-Dec-01	2.44896	9-Oct-01	2.81401	13-Aug-01	2.53075
6-Feb-02	2.45757	5-Dec-01	2.47067	8-Oct-01	2.80581	10-Aug-01	2.49400
5-Feb-02	2.44683	4-Dec-01	2.46497	5-Oct-01	2.81500	9-Aug-01	2.50267
4-Feb-02	2.45413	3-Dec-01	2.48328	4-Oct-01	2.77370	8-Aug-01	2.51021
1-Feb-02	2.43900	30-Nov-01	2.53000	3-Oct-01	2.76489	7-Aug-01	2.51165
31-Jan-02	2.41830	29-Nov-01	2.53894	2-Oct-01	2.74567	6-Aug-01	2.50210
30-Jan-02	2.43637	28-Nov-01	2.48966	1-Oct-01	2.71916	3-Aug-01	2.55000
29-Jan-02	2.44003	27-Nov-01	2.47932	28-Sep-01	2.67100	2-Aug-01	2.53879
28-Jan-02	2.42979	26-Nov-01	2.48414	27-Sep-01	2.69600	1-Aug-01	2.54369
24-Jan-02	2.40509	23-Nov-01	2.51200	26-Sep-01	2.73544	31-Jul-01	2.43150
23-Jan-02	2.39846	22-Nov-01	2.54815	25-Sep-01	2.71589	30-Jul-01	2.42236
22-Jan-02	2.39364	21-Nov-01	2.55188	24-Sep-01	2.73455	27-Jul-01	2.46500
21-Jan-02	2.38759	20-Nov-01	2.56372	21-Sep-01	2.84000	26-Jul-01	2.49203
18-Jan-02	2.38000	19-Nov-01	2.53203	20-Sep-01	2.76290	25-Jul-01	2.49317
17-Jan-02	2.40243	16-Nov-01	2.54400	19-Sep-01	2.72590	24-Jul-01	2.48230
16-Jan-02	2.38296	15-Nov-01	2.54659	18-Sep-01	2.70874	23-Jul-01	2.43172
15-Jan-02	2.39529	14-Nov-01	2.56373	17-Sep-01	2.68551	20-Jul-01	2.46700



DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
19-Jul-01	2.52163	23-May-01	2.35549	27-Mar-01	2.11803	26-Jan-01	1.97669
18-Jul-01	2.52648	22-May-01	2.33408	26-Mar-01	2.14025	24-Jan-01	1.97195
17-Jul-01	2.52135	21-May-01	2.32940	23-Mar-01	2.17758	23-Jan-01	1.96306
16-Jul-01	2.59975	18-May-01	2.31300	22-Mar-01	2.16704	22-Jan-01	1.96082
13-Jul-01	2.64000	17-May-01	2.31382	21-Mar-01	2.12691	19-Jan-01	1.96184
12-Jul-01	2.57735	16-May-01	2.32815	20-Mar-01	2.09152	18-Jan-01	1.96079
11-Jul-01	2.52939	15-May-01	2.35347	19-Mar-01	2.11722	17-Jan-01	1.96076
10-Jul-01	2.51855	14-May-01	2.32872	16-Mar-01	2.13700	16-Jan-01	1.95773
6-Jul-01	2.48500	11-May-01	2.29900	15-Mar-01	2.10682	15-Jan-01	1.95419
5-Jul-01	2.48893	10-May-01	2.27678	14-Mar-01	2.08278	12-Jan-01	1.95455
4-Jul-01	2.44470	9-May-01	2.28221	13-Mar-01	2.07206	11-Jan-01	1.96258
3-Jul-01	2.37893	8-May-01	2.26585	12-Mar-01	2.06877	10-Jan-01	1.95260
2-Jul-01	2.35829	7-May-01	2.23259	9-Mar-01	2.05497	9-Jan-01	1.95160
29-Jun-01	2.30600	4-May-01	2.22750	8-Mar-01	2.06379	8-Jan-01	1.95963
28-Jun-01	2.30123	3-May-01	2.23371	7-Mar-01	2.05331	5-Jan-01	1.96596
27-Jun-01	2.32776	2-May-01	2.26236	6-Mar-01	2.04423	4-Jan-01	1.95149
26-Jun-01	2.32597	30-Apr-01	2.18470	5-Mar-01	2.03365	3-Jan-01	1.94243
25-Jun-01	2.30069	27-Apr-01	2.20500	2-Mar-01	2.03821	2-Jan-01	1.95217
22-Jun-01	2.30000	26-Apr-01	2.24471	1-Mar-01	2.05667	28-Dec-00	1.95540
21-Jun-01	2.38939	25-Apr-01	2.30114	28-Feb-01	2.04520	27-Dec-00	1.95852
20-Jun-01	2.47737	24-Apr-01	2.26831	23-Feb-01	2.03651	26-Dec-00	1.96067
19-Jun-01	2.48685	23-Apr-01	2.26620	22-Feb-01	2.04371	22-Dec-00	1.95930
18-Jun-01	2.46823	20-Apr-01	2.24400	21-Feb-01	2.04556	21-Dec-00	1.95492
15-Jun-01	2.42800	19-Apr-01	2.20309	20-Feb-01	2.01124	20-Dec-00	1.95928
14-Jun-01	2.43550	18-Apr-01	2.18972	19-Feb-01	2.00456	19-Dec-00	1.95417
13-Jun-01	2.42900	17-Apr-01	2.20571	16-Feb-01	1.99937	18-Dec-00	1.95683
12-Jun-01	2.41176	16-Apr-01	2.20441	15-Feb-01	1.99251	15-Dec-00	1.96704
11-Jun-01	2.39366	13-Apr-01	2.16700	14-Feb-01	1.99244	14-Dec-00	1.96485
8-Jun-01	2.37800	12-Apr-01	2.16460	13-Feb-01	1.99144	13-Dec-00	1.95606
7-Jun-01	2.38170	11-Apr-01	2.16560	12-Feb-01	1.98774	12-Dec-00	1.97399
6-Jun-01	2.40564	10-Apr-01	2.14871	9-Feb-01	1.98712	11-Dec-00	1.97345
5-Jun-01	2.40908	9-Apr-01	2.16999	8-Feb-01	1.99748	8-Dec-00	1.97411
4-Jun-01	2.40136	6-Apr-01	2.17700	7-Feb-01	2.01129	7-Dec-00	1.98025
1-Jun-01	2.40300	5-Apr-01	2.16634	6-Feb-01	2.00801	6-Dec-00	1.98275
31-May-01	2.36000	4-Apr-01	2.19037	5-Feb-01	2.01284	5-Dec-00	1.96814
30-May-01	2.34330	3-Apr-01	2.19177	2-Feb-01	1.99733	4-Dec-00	1.98782
29-May-01	2.34820	2-Apr-01	2.18750	1-Feb-01	1.99558	1-Dec-00	1.98356
28-May-01	2.33722	30-Mar-01	2.16300	31-Jan-01	1.97110	30-Nov-00	1.95960
25-May-01	2.32700	29-Mar-01	2.15230	30-Jan-01	1.96551	29-Nov-00	1.95608
24-May-01	2.35575	28-Mar-01	2.12640	29-Jan-01	1.97479	28-Nov-00	1.96961

DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
27-Nov-00	1.97126	27-Sep-00	1.85129	1-Aug-00	1.80930	5-Jun-00	1.80310
24-Nov-00	1.96090	26-Sep-00	1.85202	31-Jul-00	1.77480	2-Jun-00	1.81491
23-Nov-00	1.95381	25-Sep-00	1.84915	28-Jul-00	1.78817	1-Jun-00	1.83296
22-Nov-00	1.93535	22-Sep-00	1.84858	27-Jul-00	1.78134	31-May-00	1.82660
21-Nov-00	1.92227	21-Sep-00	1.85754	26-Jul-00	1.79143	30-May-00	1.83151
20-Nov-00	1.92360	20-Sep-00	1.86040	25-Jul-00	1.79518	29-May-00	1.83869
17-Nov-00	1.97191	19-Sep-00	1.85793	24-Jul-00	1.79906	26-May-00	1.83801
16-Nov-00	1.95560	18-Sep-00	1.86359	21-Jul-00	1.80395	25-May-00	1.84998
14-Nov-00	1.95829	15-Sep-00	1.85339	20-Jul-00	1.80513	24-May-00	1.84488
13-Nov-00	1.96057	14-Sep-00	1.84601	19-Jul-00	1.81156	23-May-00	1.85976
10-Nov-00	1.95353	13-Sep-00	1.84002	18-Jul-00	1.80674	22-May-00	1.85650
9-Nov-00	1.97352	12-Sep-00	1.84013	17-Jul-00	1.80693	19-May-00	1.84611
8-Nov-00	1.97498	11-Sep-00	1.83214	14-Jul-00	1.81470	18-May-00	1.84229
7-Nov-00	1.96300	8-Sep-00	1.82975	13-Jul-00	1.82734	17-May-00	1.83823
6-Nov-00	1.94555	6-Sep-00	1.83341	12-Jul-00	1.81511	16-May-00	1.82889
3-Nov-00	1.95302	5-Sep-00	1.83666	11-Jul-00	1.81832	15-May-00	1.83781
1-Nov-00	1.92668	4-Sep-00	1.84008	10-Jul-00	1.80918	12-May-00	1.84678
31-Oct-00	1.90900	1-Sep-00	1.83839	7-Jul-00	1.81497	11-May-00	1.83504
30-Oct-00	1.91555	31-Aug-00	1.82340	6-Jul-00	1.81662	10-May-00	1.82891
27-Oct-00	1.91472	30-Aug-00	1.82266	5-Jul-00	1.81794	9-May-00	1.82392
26-Oct-00	1.93673	29-Aug-00	1.82824	4-Jul-00	1.82430	8-May-00	1.82182
25-Oct-00	1.92432	28-Aug-00	1.83436	3-Jul-00	1.82869	5-May-00	1.81630
24-Oct-00	1.90989	25-Aug-00	1.82666	30-Jun-00	1.80000	4-May-00	1.82608
23-Oct-00	1.89848	24-Aug-00	1.82468	29-Jun-00	1.81277	3-May-00	1.83246
20-Oct-00	1.88946	23-Aug-00	1.82753	28-Jun-00	1.82328	2-May-00	1.81710
19-Oct-00	1.88008	22-Aug-00	1.82062	27-Jun-00	1.82567	28-Apr-00	1.80670
18-Oct-00	1.87886	21-Aug-00	1.82760	26-Jun-00	1.82802	27-Apr-00	1.80674
17-Oct-00	1.87705	18-Aug-00	1.82529	23-Jun-00	1.83015	26-Apr-00	1.80002
16-Oct-00	1.87167	17-Aug-00	1.81812	21-Jun-00	1.81556	25-Apr-00	1.78987
13-Oct-00	1.87907	16-Aug-00	1.82308	20-Jun-00	1.80636	24-Apr-00	1.79697
11-Oct-00	1.86627	15-Aug-00	1.81265	19-Jun-00	1.81067	20-Apr-00	1.78250
10-Oct-00	1.86362	14-Aug-00	1.81416	16-Jun-00	1.81048	19-Apr-00	1.77923
9-Oct-00	1.86237	11-Aug-00	1.81073	15-Jun-00	1.81921	18-Apr-00	1.76591
6-Oct-00	1.86356	10-Aug-00	1.80629	14-Jun-00	1.81869	17-Apr-00	1.78324
5-Oct-00	1.85711	9-Aug-00	1.80670	13-Jun-00	1.81938	14-Apr-00	1.78498
4-Oct-00	1.86262	8-Aug-00	1.80597	12-Jun-00	1.81611	13-Apr-00	1.78933
3-Oct-00	1.86197	7-Aug-00	1.81034	9-Jun-00	1.81515	12-Apr-00	1.76180
2-Oct-00	1.86384	4-Aug-00	1.80694	8-Jun-00	1.81415	11-Apr-00	1.75180
29-Sep-00	1.84370	3-Aug-00	1.80938	7-Jun-00	1.80571	10-Apr-00	1.75149
28-Sep-00	1.84368	2-Aug-00	1.81475	6-Jun-00	1.81213	7-Apr-00	1.75048

DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
6-Apr-00	1.75639	17-Feb-00	1.77961
5-Apr-00	1.75439	16-Feb-00	1.78244
4-Apr-00	1.75771	15-Feb-00	1.78681
3-Apr-00	1.75317	14-Feb-00	1.78164
31-Mar-00	1.74730	11-Feb-00	1.77847
30-Mar-00	1.74833	10-Feb-00	1.77504
29-Mar-00	1.74537	9-Feb-00	1.77742
28-Mar-00	1.74396	8-Feb-00	1.77492
27-Mar-00	1.74970	7-Feb-00	1.78150
24-Mar-00	1.73663	4-Feb-00	1.78161
23-Mar-00	1.72455	3-Feb-00	1.79776
22-Mar-00	1.73392	2-Feb-00	1.79857
21-Mar-00	1.74217	1-Feb-00	1.80476
20-Mar-00	1.74270	31-Jan-00	1.80240
17-Mar-00	1.74587	28-Jan-00	1.79850
16-Mar-00	1.74623	27-Jan-00	1.78252
15-Mar-00	1.74817	26-Jan-00	1.78106
14-Mar-00	1.74641	24-Jan-00	1.77698
13-Mar-00	1.75510	21-Jan-00	1.77812
10-Mar-00	1.75653	20-Jan-00	1.78861
9-Mar-00	1.75099	19-Jan-00	1.79699
8-Mar-00	1.75436	18-Jan-00	1.79993
3-Mar-00	1.75897	17-Jan-00	1.80139
2-Mar-00	1.77195	14-Jan-00	1.81259
1-Mar-00	1.77957	13-Jan-00	1.82237
29-Feb-00	1.76850	12-Jan-00	1.83927
28-Feb-00	1.77832	11-Jan-00	1.83165
25-Feb-00	1.77477	10-Jan-00	1.82537
24-Feb-00	1.78071	7-Jan-00	1.83990
23-Feb-00	1.78690	6-Jan-00	1.85578
22-Feb-00	1.79181	5-Jan-00	1.85218
21-Feb-00	1.78505	4-Jan-00	1.87019
18-Feb-00	1.78423	3-Jan-00	1.83583



## ANEXO B: PREÇOS DE FECHAMENTO DO SEGUNDO FUTURO NAS PASSAGENS DE MÊS

DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
30-Aug-19	4133.392	29-Apr-16	3476.381	30-Nov-12	2134.698	31-Aug-09	1897.736
31-Jul-19	3814.612	31-Mar-16	3618.771	31-Oct-12	2039.071	31-Jul-09	1875.43
28-Jun-19	3847.845	29-Feb-16	4022.783	28-Sep-12	2038.728	30-Jun-09	1970.641
31-May-19	3932.392	29-Jan-16	4035.435	31-Aug-12	2036.36	29-May-09	1993.965
30-Apr-19	3931.818	30-Dec-15	4002.373	31-Jul-12	2058.781	30-Apr-09	2193.451
29-Mar-19	3916.49	30-Nov-15	3930.671	29-Jun-12	2024.225	31-Mar-09	2324.441
28-Feb-19	3748.735	30-Oct-15	3897.239	31-May-12	2029.264	27-Feb-09	2394.41
31-Jan-19	3652.18	30-Sep-15	4030.476	30-Apr-12	1916.705	30-Jan-09	2327.968
28-Dec-18	3878.583	31-Aug-15	3666.435	30-Mar-12	1836.815	30-Dec-08	2358.161
30-Nov-18	3871.406	31-Jul-15	3456.964	29-Feb-12	1728.762	28-Nov-08	2348.225
31-Oct-18	3721.841	30-Jun-15	3136.095	31-Jan-12	1762.216	31-Oct-08	2177.206
28-Sep-18	4048.367	29-May-15	3217.854	29-Dec-11	1880.033	30-Sep-08	1914.963
31-Aug-18	4075.788	30-Apr-15	3036.492	30-Nov-11	1821.204	29-Aug-08	1643.24
31-Jul-18	3768.849	31-Mar-15	3228.63	31-Oct-11	1704.129	31-Jul-08	1574.4
29-Jun-18	3884.885	27-Feb-15	2883.266	30-Sep-11	1897.967	30-Jun-08	1610.219
30-May-18	3746.833	30-Jan-15	2702.926	31-Aug-11	1599.784	30-May-08	1640.845
30-Apr-18	3509.026	30-Dec-14	2667.982	29-Jul-11	1564.575	30-Apr-08	1677.972
29-Mar-18	3302.472	28-Nov-14	2596.484	30-Jun-11	1571.013	31-Mar-08	1762.618
28-Feb-18	3250.849	31-Oct-14	2489.367	31-May-11	1590.983	29-Feb-08	1698.446
31-Jan-18	3196.971	30-Sep-14	2466.558	29-Apr-11	1573.975	31-Jan-08	1766.552
28-Dec-17	3315.727	29-Aug-14	2259.755	31-Mar-11	1640.498	28-Dec-07	1789.621
30-Nov-17	3288.453	31-Jul-14	2286.468	28-Feb-11	1672.523	30-Nov-07	1798.192
31-Oct-17	3293.3	30-Jun-14	2233.525	31-Jan-11	1685.692	31-Oct-07	1742.347
29-Sep-17	3177.968	30-May-14	2260.264	30-Dec-10	1673.602	28-Sep-07	1840.007
31-Aug-17	3161.169	30-Apr-14	2248.077	30-Nov-10	1725.647	31-Aug-07	1965.039
31-Jul-17	3136.661	31-Mar-14	2284.984	29-Oct-10	1713.283	31-Jul-07	1891.007
30-Jun-17	3326.942	28-Feb-14	2355.792	30-Sep-10	1702.179	29-Jun-07	1937.356
31-May-17	3261.051	31-Jan-14	2431.655	31-Aug-10	1768.184	31-May-07	1932.409
28-Apr-17	3201.957	30-Dec-13	2381.421	30-Jul-10	1769.353	30-Apr-07	2044.294
31-Mar-17	3149.556	29-Nov-13	2351.32	29-Jul-10	1773.769	30-Mar-07	2066.793
24-Feb-17	3136.531	31-Oct-13	2250.383	30-Jun-10	1810.79	28-Feb-07	2127.089
31-Jan-17	3176.764	30-Sep-13	2237.104	31-May-10	1831.6	31-Jan-07	2131.254
29-Dec-16	3278.196	30-Aug-13	2397.77	30-Apr-10	1748.057	28-Dec-06	2147.666
30-Nov-16	3421.991	31-Jul-13	2292.547	31-Mar-10	1790.694	30-Nov-06	2176.858
31-Oct-16	3212.115	28-Jun-13	2243.301	26-Feb-10	1818.439	31-Oct-06	2155.3
30-Sep-16	3275.483	31-May-13	2155.75	29-Jan-10	1894.444	29-Sep-06	2184.148
31-Aug-16	3263.253	30-Apr-13	2010.772	30-Dec-09	1753.579	31-Aug-06	2156.371
29-Jul-16	3281.699	28-Mar-13	2028.535	30-Nov-09	1762.569	31-Jul-06	2193.133
30-Jun-16	3239.813	28-Feb-13	1982.432	30-Oct-09	1767.041	30-Jun-06	2182.909
31-May-16	3654.837	31-Jan-13	1993.904	30-Sep-09	1780.225	31-May-06	2342.061

DATA	PREÇO	DATA	PREÇO
28-Apr-06	2104.904	29-Sep-03	2976.706
31-Mar-06	2181.448	31-Jul-03	3018.944
24-Feb-06	2163.058	27-Jun-03	2933.089
31-Jan-06	2227.313	29-May-03	2994.633
29-Dec-05	2347.785	30-Apr-03	2970.361
30-Nov-05	2227.436	31-Mar-03	3408.193
31-Oct-05	2275.554	30-Oct-02	3668.97
30-Sep-05	2257.5	27-Jun-02	2883.504
31-Aug-05	2389.61	29-May-02	2545.617
29-Jul-05	2413.664	27-Mar-02	2358.13
30-Jun-05	2364.864	27-Feb-02	2387.64
31-May-05	2442.311	30-Jan-02	2468.066
29-Apr-05	2560.18	27-Dec-01	2379.248
31-Mar-05	2700.705	30-Nov-01	2531
31-Jan-05	2636.703	31-Oct-01	2737.744
30-Dec-04	2686.348	29-Oct-01	2760.952
30-Nov-04	2755.477	27-Sep-01	2720.583
28-Oct-04	2902.432	30-May-01	2367.295
30-Sep-04	2889.436	22-Feb-01	2057.506
31-Aug-04	2962.358	30-Nov-00	1993.07
30-Jul-04	3075.811	31-Oct-00	1909.378
30-Jun-04	3130.659	29-Sep-00	1858.241
28-May-04	3138.984	30-Aug-00	1837.058
30-Apr-04	2972.347	31-Jul-00	1805.202
31-Mar-04	2926.816	29-Jun-00	1825.232
27-Feb-04	2943.876	31-May-00	1838.256
29-Jan-04	2962.233	27-Apr-00	1822.719
30-Dec-03	2941.85	30-Mar-00	1761.502
26-Nov-03	2985.258	28-Feb-00	1794.123
30-Oct-03	2889.601	31-Jan-00	1800.651