



Universidade de Brasília

Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade

Departamento de Administração

Pedro Alexandre Moura Barros Henrique

Estudo de eventos em conflitos armados: Uma abordagem do
modelo de Máquinas de Suportes Vetoriais

Brasília – DF

2014

Pedro Alexandre Moura Barros Henrique

**Estudo de eventos em conflitos armados: Uma abordagem do
modelo de Máquinas de Suportes Vetoriais**

Monografia apresentada ao
Departamento de Administração como
requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Administração.

Professor Orientador: Dr. Pedro
Henrique Melo Albuquerque

Brasília – DF

2014

Pedro Alexandre Moura Barros Henrique

Estudo de eventos em conflitos armados: Uma abordagem do
modelo de Máquinas de Suportes Vetoriais

A Comissão Examinadora, abaixo identificada, aprova o Trabalho
de Conclusão do Curso de Administração da Universidade de
Brasília do aluno

Pedro Alexandre Moura Barros Henrique

Doutor, Pedro Henrique Melo Albuquerque
Professor-Orientador

Mestre, Yuri Sampaio Maluf,
Professor-Examinador

Mestre, Pedro Correia Santos Bezerra
Professor-Examinador

Brasília, 20 de novembro de 2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me guiar e abençoar até aqui. A minha família, por me apoiar em todas as situações. A minha namorada, por incentivar e auxiliar nessa jornada. E os amigos, por apoiarem e viverem os desafios juntamente comigo. E a meu orientador, pela paciência e pelos ensinamentos.

RESUMO

Esse trabalho investigou a aplicabilidade das máquinas de suporte vetorial em regressão à finalidade de buscar evidências de efeitos das guerras nos mercados financeiros internacionais, através da comparação de previsões feitas usando máquinas de suporte vetorial em sua forma de regressão. Não foram encontrados trabalhos que dessem essa aplicação às máquinas de suporte vetorial. Porém outras metodologias foram encontradas aplicadas ao estudo de eventos associando conflitos armados e os mercados financeiros internacionais. Usando o *kernel* gaussiano no SVR, podemos incluir relações não lineares em nosso estudo. Os resultados apresentaram evidências de que os conflitos geraram impacto nos mercados, porém foram impactos específicos em períodos restritos e mercados específicos. Também foi identificado que a relação entre diferentes mercados é um fator preponderante para a sensibilidade de um mercado a um dado conflito, bem como as características dos conflitos são importantes para descrever os efeitos nos diversos mercados. Os conflitos analisados neste trabalho foram, conflitos nos anos de 2011, na região da Síria, e da Líbia. Em razão da metodologia utilizada a interpretação dos resultados foi limitada. Porém, o trabalho representa um avanço e constituiu-se em uma opção a ser aprimorada para estudos de eventos. A contribuição deste trabalho está em apresentar uma metodologia inovadora e testar a sua aplicabilidade no estudo de eventos em finanças.

Palavras chave: Estudo de Eventos. Máquina de Suporte Vetorial em Regressão. Conflitos Armados.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1; <i>exemplo de comparação de dados.</i>	33
Figura 2 ; Fonte: ELABORADO PELO AUTOR	41
Figura 3 ; Fonte: ELABORADO PELO AUTOR	41
Figura 4 - performance de parâmetros – CAC	54
Figura 5 - performance de parâmetros – DAX.....	54
Figura 6 - performance de parâmetros – FTSE.....	55
Figura 7 - performance de parâmetros – NASDAQ.....	55
Figura 8 - performance de parâmetros – NIKKEI	55
Figura 9 - performance de parâmetros – IBOVESPA.....	56
Figura 10 - performance de parâmetros – DJI.....	56
Figura 11 - performance de parâmetros –EURO/DÓLAR	56
Figura 12 - performance de parâmetros – GOLD.....	57
Figura 13 - performance de parâmetros – OIL	57
Figura 14 – Comparação de previsão – CAC.....	58
Figura 15– Comparação de previsão – CAC.....	58
Figura 16– Comparação de previsão – CAC.....	58
Figura 17– Comparação de previsão – DAX.....	59
Figura 18– Comparação de previsão – DAX.....	59
Figura 19– Comparação de previsão – DAX.....	59
Figura 20– Comparação de previsão – DJI.....	60
Figura 21– Comparação de previsão – DJI.....	60
Figura 22– Comparação de previsão – DJI.....	60
Figura 23– Comparação de previsão - EURO/DÓLAR	61
Figura 24– Comparação de previsão - EURO/DÓLAR	61
Figura 25– Comparação de previsão - EURO/DÓLAR	61
Figura 26– Comparação de previsão – FTSE	62
Figura 27– Comparação de previsão – FTSE	62
Figura 28– Comparação de previsão – FTSE	62
Figura 29– Comparação de previsão – OURO.....	63
Figura 30– Comparação de previsão – OURO.....	63
Figura 31– Comparação de previsão – OURO.....	63
Figura 32– Comparação de previsão – IBOVESPA	64
Figura 33– Comparação de previsão – IBOVESPA	64
Figura 34– Comparação de previsão – IBOVESPA	64
Figura 35– Comparação de previsão – NASDAQ	65
Figura 36– Comparação de previsão – NASDAQ	65
Figura 37– Comparação de previsão – NASDAQ	65
Figura 38– Comparação de previsão – NIKKEI.....	66
Figura 39– Comparação de previsão – NIKKEI.....	66
Figura 40– Comparação de previsão – NIKKEI.....	66
Figura 41– Comparação de previsão – PETROLEO.....	67
Figura 42– Comparação de previsão – PETROLEO.....	67
Figura 43– Comparação de previsão – PETROLEO.....	67

LISTA DETABELAS

Tabela 1 - MS Resultados; Fonte: ELABORADO PELO AUTOR.....	42
Tabela 2 - MC Resultados; Fonte: ELABORADO PELO AUTOR	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UCDP - Upsala Conflict Data Program

PRIO - Peace Research Institute in Oslo

IBOVESPA – Índice Bovespa

DJI – Dow Jones Industrial Average

NASDAQ – National Association of Securities Dealers Automated Quotations
Stock Market

FTSE – FTSE 100 Index

DAX - Deutscher Aktienindex

CAC - Cotation Assistée en Continu

NIKKAI - Nihon Keizai Shinbun

OIL - Barrio de petróleo

EURO / DOLAR - Relação de troca Dólar por Euro

GOLD - Once Oruro

SVM- Support Vector Machine

SVR- Support Vector Regression

SVC- Support Vector Classification

MS - Modulo Simples

MC - Modelo Composto

Sumário

1	INTRODUÇÃO	9
1.2	Formulação do Problema	11
1.3	Objetivo Geral	11
1.4	Objetivos Específicos	11
1.5	Justificativa	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Risco	14
2.1.1	Conflitos Armados	15
2.2	Estudo de Eventos	16
2.3	Support Vector Machine	18
2.3.1	Support Vector Regression	19
3	MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA	24
3.1	Tipo e descrição geral da pesquisa	24
3.2	Seleção dos dados e das amostras	24
3.2.1	Tratamento dos dados	25
3.3	Metodologia de Estudo de Eventos	26
3.4	Aplicação do SVR	29
3.4.1	Medida de desempenhos de previsão	30
3.4.2	Escolha de parâmetros	31
3.5	Teste de Diebold-Mariano	34
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	46
	REFERÊNCIAS	49
	APÊNDICES	54
	Apêndice A – Gráficos de performance de parâmetros	54
	Apêndice B – Gráficos de comparação de previsão	58
	Apêndice C – Programação R	68

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Hipótese de Mercados Eficientes descrita em Fama (1970 e 1991), o mercado precifica as informações que podem afetar o desempenho de um ativo através das movimentações dos preços. A possibilidade de encontrar modelos que identifiquem padrões nos preços ou relações entre os retornos de ativos e alguns eventos abre oportunidade para obtenção de retornos acima da média de mercado através da arbitragem, pois as diferentes formas de eficiência de mercado descritas por Fama mostram que não necessariamente toda e qualquer informação é imediatamente precificada, dependendo, assim da eficiência do mercado investigado.

A abordagem única desse trabalho, de aplicar uma máquina de aprendizado estatístico para aplicações em estudos de eventos em finanças, não foi encontrada em nenhum outro trabalho. Entende-se que a metodologia desenvolvida nesse trabalho possa ser aplicada em outras áreas de administração como uma nova abordagem para os estudos de eventos. A compreensão de como um evento ou informação pode afetar um ativo ou um projeto é de extrema importância na administração, pois contribui para o melhor planejamento e compreensão do cenário em que se está inserido.

Este trabalho investigou os efeitos das informações de conflitos armados nos mercados usando a modelagem do *Support Vector Regression* (SVR) e objetiva encontrar relação entre as cotações dos principais índices de preços e de algumas *commodities* dos mercados financeiros internacionais diante de conflitos armados. Caso exista uma relação, mesmo que não linear, entre os conflitos armados e as oscilações dos mercados, podemos de certo modo entender o seu comportamento e o que esperar como reação.

Schneider e Troeger (2006) e Guidolin e Ferrara (2010) provaram em seus estudos que os mercados são afetados de formas diversas pelos conflitos armados. O nível de previsibilidade desses efeitos, também provada em seus estudos, é em sua maior parte um efeito negativo, dependendo do local de referência. Esses efeitos se apresentam tanto nas balanças comerciais, como nos mercados financeiros e nos preços das *commodities* e taxas de retornos de títulos. As características de um conflito armado, como sua natureza, localização, impacto e amplitude, dentre outras informações inerentes ao

evento, geram alterações nas expectativas sobre dada economia, afetando assim os mercados. Normalmente ao se falar de conflitos armados e mercados espera-se que o efeito seja negativo. Porém os trabalhos de Shimabuko (2013) e Guidolin e Ferrara (2010), mostram que para diferentes momentos de incerteza dos conflitos os mercados têm diferentes reações. É evidenciado que existe impacto real dos diferentes momentos de um conflito armado na economia e Shimabuko (2013) e Guidolin e Ferrara (2010), Schneider e Troeger (2006), destacam a importância de entender essas relações. Diferente de Shimabuko (2013), neste trabalho, além de se utilizar índices internacionais (CAC, DAX, FTSE, IBOVESPA, NASDAQ, DJI, NIKKEI) utiliza-se também da relação entre o Euro e Dólar, preço do Petróleo (Cushing, OK WTI Spot Price FOB, dólar por bário) e cotação do Ouro (dólar por ounce). Por meio de um método com parâmetros lineares e não lineares espera-se obter uma melhor descrição da reação aos eventos. Com um entendimento melhor dos mercados espera-se dar aos gestores dos mercados financeiros insumos para maximizar seus ganhos ou minimizar suas perdas, dado o entendimento do impacto nos mercados. O uso do SVR como ferramenta para estudos de evento é a maior inovação trazida por esse trabalho, pois até o momento não foram encontradas aplicações deste gênero para essa ferramenta.

Desta forma buscaremos, cruzando os dados das datas de conflitos armados com os de cotação dos índices e ativos citados, identificar a reação de cada mercado face às informações sobre os eventos. Adotando o modelo que usa parâmetros lineares e não lineares espera-se obter resultados mais contundentes do que os encontrados na literatura sobre estudos de eventos em conflitos armados, que em sua grande maioria utiliza-se de modelos lineares.

1.2 Formulação do Problema

No atual contexto, onde as relações econômicas internacionais são cada vez mais intensas e dinâmicas, eventos que em um cenário de menor entrelaçamento entre as economias não afetariam determinado mercado, o afetam. O impacto de um evento em um mercado é refletido em outros mercados em razão das suas relações de interdependência econômica. É nesse contexto que se pode observar que decisões políticas e econômicas de alguns países geram impactos de relevantes proporções nos mercados internacionais. Eventos como conflitos armados sempre existiram e provavelmente continuarão existindo, o que nos desafia com algumas dúvidas. É possível identificar padrões nos mercados quando identificamos um cenário de guerra? Elementos que refletem a não linearidade podem nos auxiliar a encontrar esses padrões?

1.3 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é constatar a existência de impacto de conflitos armados em mercados financeiros internacionais através de uma abordagem que leva em consideração as relações lineares e não lineares existentes nas séries temporais dos indicadores financeiros utilizando o SVR.

1.4 Objetivos Específicos

A partir da comparação entre a performance de previsão de modelos que consideram os conflitos com modelos que ignoram os conflitos, este trabalho visa identificar o ganho de performance, que evidenciara a relevância de determinado conflito armado para o mercado estudado. Para este fim, foi testada a relevância do ganho de performance que podemos interpretar com a relevância do conflito para o mercado, através do teste de Diebold-Mariano.

1.5 Justificativa

Foram identificados poucos trabalhos de publicados no Brasil que exploram a metodologia SVM e suas diversas variações. Predição é uma das aplicações mais frequentes para essa metodologia, pois ela tem-se mostrado uma ferramenta muito eficiente nos estudos em áreas do conhecimento que precisam de modelos de previsão, como medicina, física, finanças e estatística.

Os trabalhos dos brasileiros, Lorena (2007), Belettrami (2009), Morettin (2011) e Albuquerque (2014), são exemplos do alto potencial dessa metodologia.

Também são escassos os trabalhos que usam uma abordagem não linear para estudo de eventos em finanças. Um exemplo de que essa abordagem é possível é o trabalho de Dionísio (2006).

O argumento de Fama (1991) sobre as formas de eficiência do mercado, mostra que o mercado reage às novas informações incorporando-as em seus preços, porém essa incorporação não é necessariamente linear. A melhora na compreensão de como o mercado incorpora as informações em seus preços é relevante para a tomada de decisão dos gestores, pois só assim é possível se planejar e se antecipar as mudanças. A possibilidade de ter em mãos mais uma ferramenta que auxilie na avaliação de ativos e nas estratégias de investimento é o que motiva muitos trabalhos na área de finanças. Não diferente daqueles, este trabalho busca através dos métodos propostos, identificar oportunidade nos mercados, além de apresentar uma melhor compreensão da dinâmica dos mercados internacionais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O conceito de mercados eficientes desenvolvido por Fama (1970) com a Hipótese do Mercado Eficiente considera que o atual preço de um ativo, caso esteja inserido em um mercado eficiente, reflete toda e qualquer informação a respeito desse ativo. Sendo assim, não há abertura para arbitragem de preços. Posteriormente, Fama (1991) descreveu como esse conceito pode ser dividido em três formas de eficiência de mercado: Fraca, quando os preços refletem somente informações passadas sobre os ativos. Semiforte, quando estão presentes no preço informações passadas, e todas as informações públicas, apresentando assim maior precisão que a forma fraca, por conter mais informações. E a forma forte, quando toda e qualquer informação sobre o mercado, informações passadas, informações públicas e informações privadas, estão contidas no preço do ativo. Na forma forte não existiriam brechas para arbitragens, pois qualquer método ou informação seria já amplamente conhecida pelos agentes do mercado, não havendo, assim nenhum tipo de assimetria de informação.

Porém, Gomes (2011), em sua análise de estudo de eventos nos mercados, mostra que nem sempre a hipótese de eficiência de mercado se confirma, ao menos não em sua forma forte, sendo assim de se considerar que haja distorções nos mercados, mas não descartando a eficiência de uma forma generalizada. A existência de assimetria de informação nos coloca em posição de concluir que o mercado eficiente, na sua forma forte, não existe. Contribuem para essa conclusão os estudos empíricos sobre o mercado, que levam em conta, por exemplo, a existência de reserva de informações restritas às empresas.

Os conceitos introduzidos por Fama (1991 e 1970) são extremamente importantes para esse trabalho, pois não se sabe como uma informação pode ser recebida pelo mercado, o que nos dá abertura para questionar se essa relação entre informação e preços é linear ou não linear. Muitos estudos de eventos constataam a causalidade de movimentos no mercado relacionados a dados acontecimentos. Porém via de regra essa influência é identificada em modelos lineares, que são mais comumente utilizados para estudo de eventos, o que pode resultar em uma subestimação dos efeitos

do evento no preço do ativo, já que sua metodologia é baseada em comparações de retornos estimados, em que não são considerados os impactos do evento, com retornos evidenciados no período do evento.

Comumente nos estudos de eventos são analisadas apenas relações lineares, o que não necessariamente corresponde à relação entre os eventos e seus impactos nos mercados. A metodologia mais comumente utilizada para estudo de eventos compara uma projeção dos retornos, baseada em parâmetros lineares, com o retorno evidenciado no momento do evento, buscando, assim, encontrar um desvio relevante entre a projeção linear dos retornos e os retornos evidenciados durante o evento estudado. O fato de essa projeção ser linear abre margem para questionamento a respeito da qualidade da projeção e da relação entre causa e efeito, relativamente a um dado evento estudado e a um mercado.

2.1 Risco

A hipótese de mercados eficientes é baseada, dentre muitos fatores, na racionalidade dos agentes, que buscam maiores retornos e/ou menores riscos (Fama, 1970). Segundo essa perspectiva, a aversão ao risco é importante para que se possa fazer a diferenciação entre os ativos, e assim, determinar um prêmio pelo risco, considerando esse a chance de ocorrência de dado retorno negativo. Quanto maior a chance de retornos abaixo do esperado, maior o risco. Para o caso de ativos de maior liquidez a volatilidade dos preços pode ser considerada uma medida de risco.

O risco de um ativo pode ser dividido em duas partes, risco esperado, e risco inesperado. O risco esperado é o utilizado para precificar um ativo, cuja mensuração é feita através de probabilidade. O inesperado é o risco efetivo, geralmente associado a eventos repentinos que afetam ou podem afetar determinado ativo, como apresentado por Santos (2008).

Ainda podemos destrinchar o risco entre interno e externo. O primeiro, representando a parcela de risco que está sob controle dos gestores, fortemente relacionada à estratégia. O segundo, o risco externo ou sistêmico, cuja característica é a abrangência sobre o mercado como um

todo, ou sobre um mercado específico. Segundo essa visão, exposta por Santos (2008) e Gomes (2011), a ocorrência do risco sistêmico não deixa opção aos gestores, que ficam reféns de uma situação específica e não esperada, que age sobre variáveis não controláveis por eles.

2.1.1 Conflitos Armados

A ausência de poder dos agentes sobre os conflitos armados, a sua característica de tipicamente inesperados, e a evidência de seus impactos econômicos potencialmente abrangentes, caracterizam-nos como eventos sistêmicos (Schneider e Troeger, 2006). Para os fins de estudo de eventos a literatura tem considerado conflitos armados.

De acordo o UCDP/PRIO Armed Conflict, o conceito de conflitos armados é:

“Uma incompatibilidade contestada envolvendo governo e/ou território onde o uso de força armada entre duas partes, sendo pelo menos uma delas o governo de um estado, resulta em pelo menos 25 mortes em batalha relatadas”. (THEMNÉR e WALLENSTEEN, 2012, tradução, Eiji Fernandes Shimabuko).

De acordo com Shimabuko (2013), conflitos armados podem ser distinguidos por localidade, duração, e gravidade em relação ao número de mortos. Em seu trabalho também foi apresentada uma característica que diz respeito a como se inicia o conflito. Foi identificado que as características do conflito e seu desenvolvimento, sua duração e sua abrangência também têm impacto sobre o retorno esperado dos mercados.

No estudo desenvolvido por Schneider e Troeger (2006) foi mostrado que existe uma relação intensa de dupla direção entre interação econômica e a chance de guerra. Quanto maior a interação menor será a probabilidade de haver um conflito. Na existência de conflitos notou-se também uma grande redução nas atividades econômicas. Assim como Schneider e Troeger (2006) e Shimabuko (2013), no trabalho aqui

desenvolvido foi desconsiderado o fato de alguns setores, como exportação, importação, transporte e setores militares e bélicos, serem diretamente afetados pelos conflitos armados. Buscamos aqui entender os efeitos sobre o mercado de uma forma mais abrangente, e assim, identificar padrões nos movimentos do mercado.

Esses mesmos estudos mostraram que o mercado não age apenas de forma negativa aos conflitos (Schneider e Troeger, 2006). Foi verificado que em momentos de incerteza, que se referem tanto ao início de um conflito quanto a seu término, os mercados tendem a ter um desempenho negativo. Por outro lado, quando as incertezas vão sendo esclarecidas, tornando o cenário menos incerto, os mercados tendem a apresentar retornos positivos. Esses fenômenos foram verificados através de estudos sobre a volatilidade dos mercados nesses momentos específicos.

Guidolin e Ferrara (2005) e Shimabuko (2013), mostraram em seu trabalho que existe uma significativa variação nos mercados, quando em momentos de guerra. Também mostraram que conflitos com diferentes características a respeito da forma como se desenvolvem, e características econômicas dos países envolvidos, apresentam diferentes tipos de variações. Foi mostrado também que o uso da metodologia de Estudo de Eventos, em sua forma convencional, amplamente utilizada em finanças, é uma ferramenta adequada para esse tipo de análise.

Nesse trabalho buscamos fazer um estudo de eventos utilizando a metodologia SVR (*Support Vector Regression*) para analisar o impacto linear e não linear de eventos bélicos nos mercados. Se espera com esse método chegar a um modelo que possa, com determinado grau de segurança, mostrar o impacto não linear dos conflitos armados nos mercados.

2.2 Estudo de Eventos

A metodologia de estudo de eventos tem como objetivo testar a eficiência informacional dos mercados, a capacidade do mercado de absorver de forma correta as informações relevantes sobre os ativos,

(Fama 1991). Assim como apresentado no trabalho de Shimabuko (2013), Gomes (2011) e Camargos e Barbosa (2006), o estudo de eventos é uma forma eficiente de identificar o impacto de eventos nos mercados. Esse fenômeno pode ser explicado pela hipótese de que os investidores são racionais e que dado evento pode alterar o valor esperado dos seus retornos, reajustando assim os preços dos ativos. Nesse contexto é testada a forma semiforte dos mercados, pois nos casos em que esses estudos foram feitos no Brasil, foi identificada uma ineficiência causada por assimetria de informações (Gomes, 2011; Camargos e Barbosa 2006). Também foi demonstrado que cada ativo terá uma reação diferente a dado evento, mesmo que sejam relacionados ao mesmo lastro e pertençam à mesma entidade emitente. Por exemplo: Ações preferências e ordinárias, (Shimabuko 2013).

Guidolin e Ferrara (2010) utilizaram a metodologia de Estudo de Eventos para identificar o impacto econômico de conflitos armados em índices de mercado e ativos financeiros, chegando à conclusão de que é possível utilizar-se desse conhecimento para arbitrar no mercado.

No presente trabalho buscou-se utilizar a metodologia do SVR para analisar as relações entre evento sistêmico conflitos armados e as cotações dos principais índices de mercado e algumas *commodities*. Com essa metodologia espera-se ter uma ideia mais precisa sobre o impacto desses conflitos nas cotações e poder constatar qual a melhor forma para quantificar a reação do mercado, considerando as relações não lineares.

Shimabuko (2013) e Schneider e Troeger (2006), mostraram em seus trabalhos que os mercados reagirão de formas diferentes aos conflitos armados que tenham características diferentes. Foi demonstrado que em caso de conflitos de início repentino os mercados caem e à medida que a situação se confirma instala-se uma estabilidade, ainda que relativa. Com uma tensão constante sobre o andamento do conflito, alguns mercados tendem a subir, e isso traduz a ideia de que as variações de mercado estão mais relacionadas com a incerteza do que com o risco do conflito.

Diferentemente, nos conflitos que são esperados por demonstração de tensão, os mercados caem antes do efetivo início do conflito, e voltam a subir após seu início (Shimabuko 2013; Gomes 2011).

Da mesma forma, existe uma relação com o término do conflito. Os mercados irão reagir à perspectiva de prolongamento ou término do conflito quando, mais uma vez, eles reagem à incerteza, isso é, à inconstância de um estado de tensão e não necessariamente à existência da tensão ou do conflito (Shimabuko 2013; Gomes 2011).

2.3 Support Vector Machine

O algoritmo de *Support Vector Machine* (SVM) desenvolvido por Boser, Guyon e Vapnik foi apresentado em 1992 e consiste em um modelo matemático de aprendizado de máquina que se baseia no emprego do princípio de inferências por indução, buscando obter conclusões genéricas a partir de um treinamento. As SVM e suas derivações são embasadas pela teoria de aprendizado estatístico, conforme apresentado no artigo de Lorena (2007).

Em sua primeira versão o SVM foi introduzido em sua derivação conhecida como *Support Vector Classification* (SVC), que propõem a separação de grupos por um hiperplano de máxima margem (múltiplas dimensionalidades) que é descrito por uma função mapa. Em um caso em que os dados não são linearmente separáveis em sua dimensão original espera-se que, quando observado em outras dimensões, sejam linearmente separáveis. Assim, sendo este hiperplano de máxima margem linear em uma determinada dimensão, quando apresentado nas dimensões originais do problema pode apresentar um comportamento não linear (Vapnik, 1992, 1995; Lorena, 2007; Beletrami, 2009; Morettin, 2011).

Em 1997, Drucker introduziu o *Support Vector Regression* (SVR), outra derivação do SVM, aplicável a estudo de séries temporais e situações onde se busca uma função de regressão, ou seja, quando não se espera uma simples separação por classificação mas o retorno de valores, como em uma regressão, que sejam coerentes com o modelo que descreve as observações estudadas, como em uma regressão comum (Beletrami, 2009; Soman, Loganathan e Ajay 2011).

Os trabalhos de Beltrami (2009) e Ferreira (2011), além de outros trabalhos internacionais na área de finanças, mostram que o SVR é uma ferramenta de ampla aplicabilidade nessa área de conhecimento. A robustez do modelo e a flexibilidade de suas aplicações o tornam uma ótima opção de aplicação.

Beltrami (2009), em seu trabalho, mostrou como o SVR tem sido aplicado em finanças e provou a sua eficiência comparando-o às RN (Redes Neurais) e mostrando que em geral o SVR apresentou resultados superiores para a precificação de opções. Também mostrou que ambos os métodos foram mais eficientes que o modelo de Black & Shoules. Assim como o trabalho de Beltrami, outros trabalhos têm utilizado o SVR para averiguar a sua eficiência na aplicação em finanças, como por exemplo os de Trafalis e Ince (2000), Tay e Cao (2001), Pires e Marwala (2004), Morettin (2011), Ferreira (2011).

Shian-Chang Huang, Pei-Ju Chuang, Cheng-Feng Wub, Hiuen-Jiun Lai, publicaram em 2010 uma pesquisa de aplicação de um SVR adaptado objetivando identificar uma melhor performance de previsão tendo com base séries caóticas. Esse trabalho mostra a flexibilidade do modelo para se adaptar a diversas condições e assim gerar melhores resultados. Sua pesquisa apresenta a utilidade do modelo em diversas áreas das finanças, dando ênfase ao mercado de câmbio. O modelo levou em conta a característica caótica da série adaptada ao modelo do SVR para fazer previsões a respeito dos preços dos câmbios, chegando a resultados muito satisfatórios, alcançando performance significativamente melhor que outros modelos de previsão e mostrando a capacidade de adaptação e previsão do SVR no curto prazo.

2.3.1 Support Vector Regression

O SVM de regressão, SVR (*Support Vector Regression*), tem por objetivo encontrar uma função generalista não-linear que descreva o modelo sugerido com mínimo erro. Para isso, diferente das Máquinas de Classificação mais comumente apresentada na literatura, as Máquinas de

Regressão propõem um hiperplano cuja base de treinamento dos dados estejam o mais próximo possível entre si (Beletrami, 2009; Drucker, 1997).

O SVR na sua forma padrão foi utilizado tanto na formulação abaixo quanto na obtenção dos resultados desse trabalho, naquilo que é observado nos vários gráficos que o compõe, bem como que compõe o seu **Anexo B**.

A opção pelo modelo se deveu ao fato de que essa versão do algoritmo nos permite escolher o parâmetro de penalização e o de grau de achatamento com mais liberdade, adequando melhor a função aos dados, pois nessa versão, os parâmetros C (penalização) e γ (achatamento) irão se manter entre "0" e infinito (Soman, Loganathan e Ajay, 2011).

Não sendo o objetivo desse trabalho a demonstração matemática do modelo, é apresentada de forma resumida a formulação do modelo e sua função *kernel* que permite a não linearidade. Para este fim, usamos como base os trabalhos de Drucker (1997), Schölkopf (2000), Beletrami (2009), Ferreira (2011), Morettin (2011), e Soman, Loganathan e Ajay (2011), Albuquerque (2014).

Abaixo, a formulação dual de Wolf resultante do processo de derivadas e substituições do lagrangeano de Wolf (1961), em sua forma matricial:

$$\begin{aligned} \text{Maximiz} \quad Z &= -\frac{1}{2}(\lambda^{\tau*} - \lambda)K(\lambda^* - \lambda) + \varepsilon(\lambda^{\tau*}1 - \lambda^{\tau}1) + (\lambda^{\tau*} - \lambda)y \\ \text{Sujeito a:} \quad & 0 \leq \lambda, \lambda^* \leq C1^T \\ \text{sendo que} \quad & \lambda, \lambda^* \leq 0 \end{aligned} \quad (01)$$

Onde: K representa a função *kernel*:

$$K = K(x_i, x_j) = \Phi \Phi^{\tau} = \Phi^{\tau}(x_i) \phi(x_j) \quad (02)$$

$$\text{em que:} \quad \Phi \Phi^{\tau} = \begin{pmatrix} \phi(x_1)^{\tau}\phi(x_1) & \dots & \phi(x_1)^{\tau}\phi(x_n) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \phi(x_n)^{\tau}\phi(x_1) & \dots & \phi(x_n)^{\tau}\phi(x_n) \end{pmatrix}$$

Resultando em uma função:

$$f(x) = (\lambda^* - \lambda)K(x_i, x_j) + \gamma \quad (03)$$

São esses os elementos da formulação e interação entre eles. A variável λ , vem das derivadas do lagrangeano do primal, também chamados de lagrangeanos ou preços sombras. Eles são usados para encontrar o peso que cada variável terá ao explicar o comportamento da variável considerada, ou seja, na função $f(x)$. Sendo C , é o parâmetro de custo atribuído ao erro de classificação ou predição e se constitui em parâmetro de penalização. O y , representa o vetor do elemento que se deseja prever, a variável que foi explicada pelos modelos. Contendo todas as observações de uma base que foi usada para treinar a máquina. O γ , é o erro de previsão, também chamado de termo de viés.

A matriz X contempla todas as variáveis consideradas para explicar y , tomando-se colunas como variáveis e linhas como observações. A relação entre X e y é explicado pela função $f(x)$. E x_i, x_j exemplificam elementos da matriz X , duas variáveis de uma mesma observação que explicam y . E ϵ é o parâmetro de margem de erro do modelo, que permite uma folga, evitando que a função resultante seja extremamente ajustada ao treinamento, pois isso provavelmente provocaria um desempenho precário da predição, segundo Soman, Loganathan e Ajay (2011) e Morettin (2011).

K é a função *kernel*, que nada mais é que o mapa de expansão das variáveis explicativas. A matriz K é o elemento do SVR que permite a multidimensionalidade e a não linearidade do modelo. Uma das partes mais importantes de um SVR está em seu *kernel*, pois através de alterações ou uso de diferentes *kernels* é possível adaptar a SVR para diversos objetivos diferentes, o que dá a flexibilidade ao modelo.

É usado nesse trabalho o *kernel* Gaussiano assim como nos trabalhos de Morettin (2011), Soman, Loganathan e Ajay (2011), Huerta, Corbacho, e Elkan (2013), Emir, Dinçer e Timor (2012), Huang (2012), Gevert, et al (2010).

Esse *kernel* é amplamente utilizado em finanças em razão de suas características de infinitas dimensões e da precisão dos seus resultados em trabalhos relacionados a finanças, permitindo assim que ele encontre relações não lineares.

O *kernel* Gaussiano tem a seguinte formulação:

$$K(x_i, x_j) = \exp\left(-\frac{\|x_i - x_j\|^2}{2\sigma^2}\right) \quad (04)$$

Para o fim de se adequar o *Kernel* gaussiano aos pacotes que serão utilizados em solução computacional é assumido que $\gamma = 1/2\sigma^2$. Dessa forma γ representa o recíproco da margem que se quer maximizar no problema padrão do SVR.

$$K(x_i, x_j) = \exp\left(-\gamma\|x_i - x_j\|^2\right) \quad (05)$$

Neste trabalho os parâmetros γ e C têm de ser testados para calibrar o ajustamento do SVR a cada série testada, pois assim como foi constatado nesse trabalho e assumido por Beletrami (2009), Morettin (2011), Ferreira (2011) e Soman, Loganathan e Ajay (2011), a calibragem dos parâmetros é essencial para se alcançar uma função de predição adequada a grande parte dos problemas estudados. Para fazer a calibragem, é recomendada a técnica de validação cruzada (Beletrami, 2009; Soman, Loganathan e Ajay 2011), que consiste em testar a acurácia da predição de todas as combinações dos parâmetros tidas como viáveis. Após esse processo escolhem-se os parâmetros que apresentaram melhor performance.

É extremamente trabalhoso calcular individualmente as partes que compõem o *kernel*, $\phi(x_i)^T$ e $\phi(x_j)$, e essa dificuldade se deve à expansão dimensional resultante do produto dessas funções. Porém de acordo com Soman, Loganathan e Ajay (2011), pode-se encontrar diretamente o produto da multiplicação desses vetores, que resulta no *kernel*, - o mapa resultante da relação das duas variáveis em múltiplas dimensões - pois ϕ por si só já é a expansão de uma única variável em múltiplas dimensões. No caso deste trabalho, como usamos o *kernel* Gaussiano a função ϕ é dada pela série de Taylor, como visto em Soman, Loganathan e Ajay (2011).

É exatamente o *kernel* que nos permite trabalhar em múltiplas dimensões e possibilita encontrar relações não lineares entre as variáveis

estudadas, expandindo-as e assim possibilitando encontrar esse tipo de relação. É nessa parte do modelo também que se encontra a grande flexibilidade da ferramenta, pois a proposição de novos *kernels* permite a adequação a diferentes tipos de problemas e séries com diferentes comportamentos. Pois como podemos ver em Beletrami (2009), além de outros trabalhos nesse sentido, a escolha do *kernel* é mais relevante que a calibragem dos parâmetros dos modelos. Porém a flexibilidade não está restrita ao *kernel*, como apresentado em Soman, Loganathan e Ajay (2011), mas também nas possibilidades de modificação nas restrições da função objetivo do primal, fornecendo diferentes aplicabilidades à ferramenta.

É importante saber que tratando-se de máquina de aprendizagem estatística supervisionada, as SVM necessitam de ser treinadas para a obtenção da função $f(x)$, que representa a regra de predição no caso do SVR. Dessa forma é necessário fornecer dados como input, que representam as variáveis que determinam a obtenção dos dados de output, que representam os dados que se deseja prever. Seguindo por esse raciocínio, este trabalho teve como objetivo, verificar se a informação de conflitos armados resultou em uma melhor performance de previsão, evidenciando assim o impacto do conflito nos mercados internacionais.

O uso *Kernel* Gaussiano para desenvolvimento deste trabalho possibilitara as relações não lineares entre as variáveis envolvidas entre o mercado e o evento de conflitos armados. Desta forma, os modelos apresentados na metodologia e a conclusão estão levando em conta a não linearidade da interação entre as variáveis.

3 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

Esta pesquisa explora a aplicabilidade das Máquinas de Suporte Vetorial em sua forma de regressão, nos estudos de eventos em conflitos armados.

3.1 Tipo e descrição geral da pesquisa

Este trabalho busca através de uma metodologia de Estudo de Eventos, adaptada para a não-linearidade, identificar efeitos de guerras nos mercados financeiros internacionais.

Utilizando a metodologia de SVR, são montados modelos que levam em consideração a ocorrência de guerra e modelos que não levam esse evento em consideração. Então, são apurados os erros dos resultados dos modelos e verificada a significância da diferença dos erros, para então determinar a influência dos conflitos nos mercados.

Essa pesquisa é do tipo descritiva e visa verificar o impacto de conflitos armados nos mercados internacionais através de uma metodologia que abrange tanto as relações lineares quanto as não lineares. Para tanto a abordagem quantitativa foi utilizada para mensurar esse impacto, através de métodos de máquinas de aprendizagem estatística (Andreia Dionísio, 2006; Guidolin e Ferrara, 2005).

3.2 Seleção dos dados e das amostras

Partindo da Hipótese de Mercados Eficientes, o estudo de eventos busca identificar o impacto de uma informação nos retornos do mercado. Para isso, foram coletados dados sobre conflitos armados com mais de mil mortos nos últimos 10 anos, entre 01/01/2003 a 01/01/2014. De igual forma foram levantados para o mesmo período os dados de cotação diária dos seguintes índices de mercados: CAC (Euronext Paris), DAX (Bolsa de

Valores de Frankfurt), FTSE (Bolsa de Valores de Londres), NASDAQ (Bolsa de Valores de New York), DJI (Bolsa de Valores de New York), IBOVESPA (Bolsa de Valores de São Paulo), NIKKEI (Bolsa de Valores de Tóquio). Além dos índices citados também são objeto de análise nesse trabalho a variação cambial da relação Dólar por Euro (EUR.USD), bem como a cotação do petróleo, Cushing, OK West Texas Intermediate Spot Price FOB (Dólar por Barril) e a cotação do Ouro, dólares por onça.

A coleta de dados foi feita através de pesquisa documental de dados secundários, *ex-postfacto*. Para dados de conflitos armados foi utilizada a base, UCDP/PRIO Armed Conflict Dataset v.4-2013, 1946 – 2012. Para os dados das cotações dos índices de mercado foi utilizado o banco de dados do *Yahoo Finance*, e para o Petróleo, Ouro, e Câmbio foi utilizada a base de dados *Quandl*, sendo que para todos foi considerado a cotação diária.

A base de dados de conflitos armados UCDP/PRIO Armed Conflict, foi utilizada também nos trabalhos de Shimabuko (2013) e Guidolin e Ferrara (2005 e 2010). Como no trabalho de Guidolin e Ferrara (2010) e Schneider e Troeger (2006) foi possível identificar efeitos dos conflitos armados nos mercados internacionais.

3.2.1 Tratamento dos dados

Para fins de aplicação do modelo foi necessário adequar as bases de dados escolhidos fazendo os seguintes ajustes. Colocou-se em uma mesma tabela, todos os mercados em colunas, com os dias de cada cotação nas linhas, resultando em uma tabela com 4019 linhas, e 11 colunas, uma para cada ativo cotado, e uma para a data.

Com base nos dados da UCDP/PRIO, foi criada uma coluna para identificar a data focal dos conflitos armados. Foram selecionados somente os eventos com mais de mil mortos para a análise, assim como nos trabalhos de Guidolin e Ferrara (2010) e Shimabuko (2013), pois eventos com menor impacto que estes não teriam influência sobre os mercados devido a sua magnitude. Ainda como nos trabalhos citados foi preciso considerar uma janela temporal em torno do evento focal identificado na

base UCDP/PRIO, devido à dificuldade de se ter segurança quanto à informação do início do evento, e à possibilidade de ele antever uma tensão prévia, como o citado na literatura. É considerada com janela do evento o intervalo situado entre os 15 dias anteriores e os 15 dias posteriores à data focal, e para esse intervalo é atribuído um valor “1”. Para o período fora desse intervalo é atribuído o valor “0”.

É importante ressaltar que a literatura não define bem qual deve ser o tamanho da janela de evento, principalmente em casos em que não se tem exatidão da data central do evento estudado, (Shimabuko, 2013; Camargos e Barbosa 2006). Dentro do período selecionado para o presente estudo de caso foram encontrados um total de 67 conflitos armados, porém somente 11 são considerados nesse trabalho devido ao grau de violência dos eventos, pois somente esses 11 apresentaram mais de mil mortes.

Para os testes e treinamentos necessários foi preciso que as cotações estivessem alinhadas, ou seja, foi necessário ajustar as janelas de cotação advindas de fins de semana e feriados. Para isso, após os ajustes anteriormente citados, retiramos da base de dados os dias em que não houve negociação de qualquer um dos ativos analisados. Assim a nossa base de dados foi reduzida de 4019 dias para 2467 dias.

Foi preciso ainda, para fins de adequação dos modelos para a Máquina de Suportes Vetoriais, criar mais uma coluna para cada ativo, que corresponde ao preço do ativo no dia anterior ao da cotação. Ou seja, para cada ativo e em cada dia a tabela segue com as seguintes informações. Cotação de hoje; Cotação de ontem; Guerra.

3.3 Metodologia de Estudo de Eventos

Os trabalhos de Guidolin e Ferrara (2010), Shimabuko (2013) e Schneider e Troeger (2006), como outros, utilizaram a metodologia de estudo de eventos para verificar o impacto de informações nos mercados financeiros. No caso dos estudos citados foram utilizadas informações relacionadas a conflitos armados. O diferencial deste trabalho é a forma como é abordada a metodologia de estudos de eventos. Os trabalhos

citados neste parágrafo, Guidolin e Ferrara (2010), Shimabuko (2013) e Schneider e Troeger (2006), assim como a metodologia de estudos de eventos em finanças de uma forma geral, parte das relações lineares entre ativos, para assim projetar uma suposta normalidade de retornos esperados. Então é verificado o grau de desvio da normalidade dos retornos e é medida a relevância desse desvio, procurando-se assim identificar a relação entre evento e retorno anormal (retornos que desviam consistentemente da projeção considerada normal).

Porém, assim como o proposto por Dionísio (2006), a abordagem usual utiliza métodos lineares de regressão para identificar essas reações. Entretanto, isso não necessariamente corresponde à realidade dada a complexidade dos mercados que responde a múltiplas informações simultaneamente. Em seu trabalho, Dionísio (2006) apresenta o problema do elemento caos identificado no mercado através de estudo econofísico, identificados a partir de modelos utilizados para estudar a termodinâmica, sendo muitas vezes tomados como verdade pressupostos matemáticos que não necessariamente são constatados empiricamente, como a normalidade dos retornos e das séries ou a linearidade da relação entre as informações, ativos e eventos. Em seu trabalho é mostrado como podem ser usados elementos não lineares para identificar relações entre eventos e reações no mercado.

Tendo em vista a existência de possíveis relações não-lineares entre eventos e mercados, propõem-se neste trabalho o uso da SVR como um método para identificar a relevância de uma informação em um mercado, através da comparação de predição de modelos que consideram as informações do início de um conflito e modelos que não consideram o conflito. Desta forma serão avaliados os seguintes modelos de explicação da cotação:

Modelo Simples:

$$\text{MS1} \quad \text{Cotação}_t = f(\text{Cotação}_{t-1}) \quad (06)$$

$$\text{MS2} \quad \text{Cotação}_t = f(\text{Cotação}_{t-1}, (\text{Guerra}_{t-1} * \text{Cotação}_{t-1})) \quad (07)$$

Modelo Composto:

$$\text{MC1} \quad \text{Cotação}_t = f(\text{Ativos}_{t-1}) \quad (08)$$

$$\text{MC2} \quad \text{Cotação}_t = f(\text{Ativos}_{t-1}, (\text{Guerra}_{t-1} * \text{Ativos}_{t-1})) \quad (09)$$

Onde, **Cotação_t** representa o preço de um ativo no período **t**, que de acordo com a equação (06) modelo MS1 é explicado pelo preço desse mesmo ativo no período anterior (**t – 1**). Ainda como um dos modelos chamados nesse trabalho de simples, equação (07) MS2, encontramos o elemento **Guerra_{t-1}**, que representa a janela de evento estudado, sendo representada como os dias que antecedem e sucedem o conflito, bem como o seu início. Representado como uma variável dummy, um vetor de **0** e **1**, onde **1** representa a janela de evento e **0** a ausência do evento.

Similarmente aos modelos simples também são propostos mais um par de modelos, mas diferentemente daquele, neste a equação considera ainda a existência de relação entre os mercados como fator explicativo da **Cotação_t**, de um ativo. Como neste trabalho estão sendo estudados 10 ativos diferentes, em sua maioria mercados de grande relevância global, além do ouro, petróleo e a relação entre o dólar e o euro, é possível considerar que exista influência entre esses mercados. Dessa forma, o Modelo Composto (08) MC1 explica a **Cotação_t**, por todos os ativos em (**t – 1**). E para o modelo (09) MC2, foi feito o mesmo que no MC1, porém, com a adição da variável **Guerra_{t-1}** que influencia o conjunto de **Ativos_{t-1}**.

Neste trabalho estes modelos propostos foram implementados no SVR, para alcançar a função que descreva o mercado de forma aproximada.

O objetivo desse trabalho é identificar, através do teste de hipótese, uma melhora relevante na capacidade de predição do modelo de previsão que considera a guerra em relação ao modelo que não leva a guerra como variável de explicação. Para tanto usaremos o teste de Diebold-Mariano, utilizado para teste de métodos de previsão como o visto nos trabalhos de Morettin (2011) e Chen, Wan e Wang (2014).

Para todos os testes e tratamentos foi utilizado o *software* estatístico R *Project*, com o R *Studio*. Para implementação dos gráficos foram utilizadas

as bibliotecas: *ggplot2*, *scatterplot3d*, *plot3D*. Para execução da máquina de suportes vetoriais foi utilizada a biblioteca *kernlab* e para o teste de hipótese a biblioteca *forecast*.

3.4 Aplicação do SVR

Para aplicação do SVR, bem como em qualquer SVM, é recomendado que se faça uma divisão na base de dados, sendo 70% dos dados para treinamento, dado que se trata de uma máquina de aprendizado supervisionado, e 30% para validação, onde podemos tirar conclusões a respeito do poder preditivo do modelo. Dessa forma teremos uma base de treinamento que conta com 1727 linhas, sendo que cada linha apresenta duas cotações por mercado, uma referente ao período t e outra $t - 1$, bem como o extrato do dia, no que se refere ao evento estudado e à existência ou não de conflito. E a base de validação conta com 738 linhas. Os modelos de predição descritos anteriormente serão aplicados na SVR, treinados e validados nas bases conforme a divisão descrita (Soman, Loganathan e Ajay, 2011).

Como apresentado anteriormente é de extrema importância adequar os parâmetros do SVR ao modelo e aos dados estudados. Para isso a literatura recomenda um modelo de validação cruzada, que consiste em verificar o erro de predição na base de validação para cada combinação de parâmetros (Soman, Loganathan e Ajay, 2011; Morettin, 2011).

Na base de treinamento foram identificados 9 conflitos com relevância suficiente para entrar em nosso estudo, enquanto na base validação foram identificados 2 conflitos com essas características.

Para fins de performance e padronização das diferentes grandezas nas cotações dos diferentes mercados, todas as cotações foram padronizadas da seguinte forma:

$$\hat{x}_i = \frac{x_i - \mu}{\sigma} \quad (10)$$

Onde \hat{x}_i é a cotação padronizada, x_i é a cotação original, μ é a média da serie de cotação original e σ é o desvio padrão da serie de cotação original. A padronização é feita antes da divisão dos dados em treinamento e validação.

A importância desta etapa, consiste em facilitar a busca pelos parâmetros ótimos, dado que a diferença de grandeza entre as cotações dos diferentes mercados alteraria o espaço de variação dos parâmetros que ajustam o SVR.

3.4.1 Medida de desempenhos de previsão

Para definir o desempenho do modelo é proposto o uso da RMSE (*Root mean squared error*), que representa o desvio da previsão, o erro em modulo. Ou seja, o erro de previsão, apresentado em Huang, Chuang, Wub, Lai (2010),

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \quad (11)$$

Onde, y_i é a cotação observada, \hat{y}_i é a cotação estimada e n é o numero de observações da base analisada.

Após o treinamento da SVR, foram colocados como dados de entrada os dados da base de validação. Nessa base foi utilizado o método RMSE, para avaliar o desempenho da SVR testada. Assim sendo, o RMSE serviu de métrica para a escolha do C e do γ utilizados em cada modelo e em cada mercado.

Para possibilitar a comparação do efeito da guerra, o C e o γ escolhidos para o modelo sem guerra é o mesmo usado no modelo com guerra. Porém são diferentes para cada ativo, e também diferente em relação ao modelo que leva em conta a influência de outros mercados. Isso se deve ao diferente comportamento das variáveis que serão definidas como

explicadoras da cotação em cada modelo. Esse modelo para quantificação do erro de previsão é amplamente utilizado na literatura de previsão de mercados, como em outras aplicações em engenharia e física, conforme demonstrado em Dionísio (2006), Huang, Chuang, Wub e Lai (2010).

3.4.2 Escolha de parâmetros

O processo de seleção dos parâmetros se deu através da validação cruzada que consiste em determinar um espaço de variação para que o parâmetro C (penalização) e o parâmetro γ (achatamento) variando separadamente. Devido às diferentes características das variáveis que compõem os modelos simples (MS) e os modelos compostos (MC), não podemos utilizar os mesmos parâmetros para os correspondentes mercados em cada modelo, pois os parâmetros ditaram o comportamento da predição de acordo com as variáveis consideradas em cada modelo. Por outro lado, para fins de comparabilidade, nesse trabalho as versões dos modelos que consideram guerra usaram os mesmos parâmetros que as suas versões sem guerra, pois queremos verificar somente o impacto da informação da guerra nos modelos, daí porque foram mantidos os parâmetros C (penalização) e o parâmetro γ (achatamento). O parâmetro C (penalização), tem a função de adequar melhor o modelo de previsão penalizando, as observações que se dispersão dos padrões encontrados. O parâmetro γ (achatamento), representa o grau de achatamento da função o que representa o quanto curvilínea ela poderá ser.

O parâmetro de suavidade da margem ϵ foi o mesmo para todos os testes em todos os modelos, pois foi usado o ϵ padrão do pacote *kernelab*, que é 0,1.

Usamos os mesmos intervalos de variação dos parâmetros para todos os mercados dentro de um mesmo padrão de modelos. Ou seja, um intervalo para cada parâmetro para o modelo simples e outro para o modelo composto, porém todos de mesmo tamanho. De acordo com a literatura, a variação desses parâmetros é de 0 a infinito, portanto para

efeitos de aplicação computacional temos que definir limites para esse espaço de variação dos parâmetros (Soman, Loganathan e Ajay, 2011).

Após a determinação do espaço de variação dos parâmetros, é verificada a performance da predição da Máquina de Suportes Vetoriais, para cada combinação possível de parâmetros. Então é escolhido o conjunto de parâmetros que forneceu o melhor resultado de predição medido em nosso trabalho pelo RMSE apresentado na equação (11) (Soman, Loganathan e Ajay, 2011).

Os espaço de variação dos parâmetros são apresentados na forma $\{P_0, \dots, P_n\}_0^n$, onde \mathbf{P} é o valor que o parâmetro assume, dentro do espaço de variação que tem tamanho \mathbf{n} , em que $P_i - P_{i-1}$ é igual para qual quer \mathbf{i} , que esteja entre 0 e \mathbf{n} .

Para o Modelo Simples MS:

$$\gamma'' = \{0.0000001, \dots, 0.01\}_0^{80}$$

$$C = \{1, \dots, 5000\}_0^{80}$$

Para o Modelo Composto MC:

$$\gamma'' = \{0.000001, \dots, 0.001\}_0^{80}$$

$$C = \{1, \dots, 5000\}_0^{80}$$

O gráfico, figura 1, exemplifica o padrão de comportamento para performance de dado modelo em dado mercado, de acordo com a variação de γ e C.

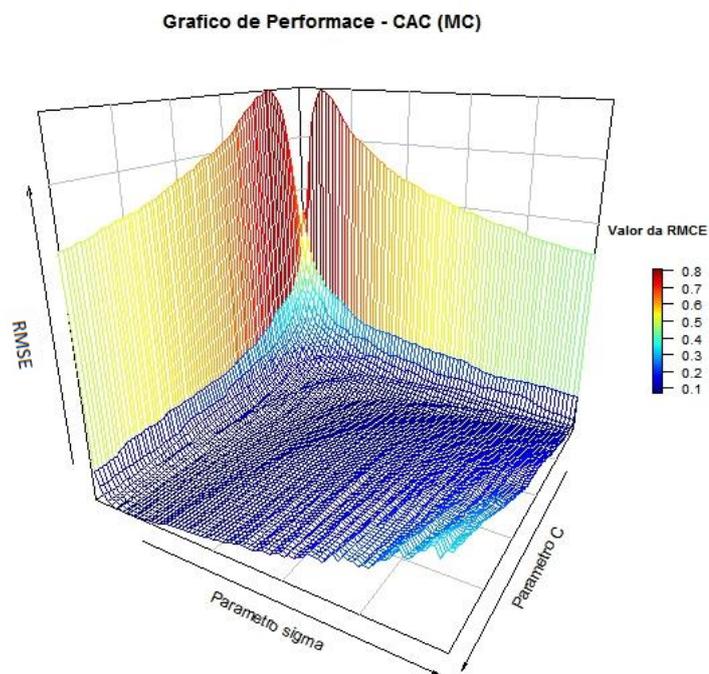


Figura 1; exemplo de comparação de dados.

Fonte: Elaborado pelo autor

Após medir o desempenho para cada combinação de parâmetros, selecionou-se a de melhor desempenho, no caso deste trabalho a que tenha o menor RMSE, medido em relação à base de validação, pois desejamos que a máquina seja capaz de fornecer bons resultados de previsão, o que não poderíamos assumir medindo o erro de previsão (RMSE), em nossa base de treinamento. Ao selecionar os parâmetros de melhor desempenho, treinamos MS1 e MS2 assim como MC1 e MC2, com os respectivos parâmetros ótimos.

Passada essa etapa, temos como resultado as previsões ótimas para cada mercado e para cada modelo, o que nos permite comparar os resultados com o mercado e o efeito da guerra no modelo, bem como nos permite medir a relevância desse efeito.

3.5 Teste de Diebold-Mariano

Para medir a relevância da informação sobre guerra no mercado, foi utilizado o teste de Diebold-Mariano (1995), que consiste em medir a relevância da diferença entre o erro de previsão de 2 modelos, identificando se são significativamente diferentes ou se um é melhor do que o outro. Para calcular o erro de previsão, calculou-se a diferença, ou seja, o resíduo entre o previsto pelo modelo e os valores constatados no mercado no mesmo período, tanto para os modelos com guerra, quanto para os modelos sem guerra.

$$R = \hat{y}_i - y_i \quad (12)$$

$$R^* = \hat{y}_i^* - y_i \quad (13)$$

Onde R é o resíduo do modelo sem guerra, e R^* é o resíduo do modelo com guerra, \hat{y}_i é a estimativa do modelo sem guerra para y_i , representa o valor constatado na série temporal no período i variando de 1 a 738, que é a completude da base de validação. Da mesma forma, \hat{y}_i^* é a estimativa do modelo que considera a guerra, que é comparado com o valor observado.

O teste de Diebold-Mariano (1995 e 2002) é baseado na comparação de hipóteses, onde com dado grau de confiança pode-se comparar o desempenho de dois modelos de previsão, determinando a diferença em relação a sua performance. Neste trabalho as hipóteses são:

$$H_0 : R - R^* \leq 0 \quad (14)$$

$$H_1 : R - R^* > 0 \quad (15)$$

Onde H_1 e H_0 são respectivamente a hipótese alternativa e a hipótese nula. Sendo que caso H_1 não seja rejeitado temos evidencia de que a guerra teve influência no comportamento do desempenho do modelo, evidenciando efeito do conflito no mercado. E caso contrário, sendo H_0 não rejeitada, temos que não foram encontradas evidências da influência do conflito no mercado. Como queremos avaliar se um modelo é melhor que

outro é avaliado apenas um lado da curva de distribuição da diferença dos resíduos para determinar a rejeição da hipótese.

$$DM = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [R_i - R^*_i]}{\sqrt{\frac{2\pi \hat{f}_d(0)}{n}}} \xrightarrow{[R_i - R^*_i]} N(0,1) \quad (16)$$

Sendo **DM** o dado estatístico que descreve a diferença de predição dos dois modelos, que tende para uma distribuição normal, na qual podemos utilizar o *P-value* para inferir a rejeição ou não rejeição das hipóteses. Na equação (16), **n** é o número de observações comparadas e $2\pi \hat{f}_d(0)$ é um estimador para variância da diferença dos erros (Chen, Wan e Wang (2014)).

Neste trabalho avaliamos 3 diferentes momentos em relação ao *P-value*, para determinar a rejeição de hipótese para cada um deles. Primeiramente, foi avaliado o período de validação completo, que corresponde ao período de 16/09/2010 a 30/12/2013. Em seguida, os períodos que correspondem às janelas de eventos das duas guerras evidenciadas no período de validação, que são: 18/02/2011 a 22/03/2011, correspondente à guerra na Líbia e 20/09/2011 a 17/10/2011, correspondente à guerra na Síria. Para avaliar o *P-value*, usou-se de uma margem de confiança de 95%. Sendo assim, encontrado um *P-value* menor ou igual a 0,05, rejeita-se H_0 .

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados dessa pesquisa são apresentados primeiramente em uma breve descrição sobre a base de treinamento e os eventos encontrados em seu período, e em seguida os resultados obtidos na validação em forma de gráficos e tabelas, acompanhados das explicações e interpretações.

A singularidade da abordagem metodológica desse trabalho torna inviável a comparação direta dos seus resultados com os resultados de outros trabalhos que também tenham investigado os efeitos dos conflitos armados sobre os mercados, pois tanto as métricas utilizadas, quanto os períodos estudados são diferentes.

Dessa forma até mesmo as características dos conflitos e seus efeitos também são singulares, porém podemos traçar um paralelo quanto às evidências da reação dos mercados aos conflitos.

Discutiremos as características dos conflitos utilizados na base de treinamento e em seguida passaremos para os constatados na base de validação. Dos 11 conflitos identificados durante o período estudado, 9 foram usados para o treinamento e 2 para a validação, sendo todos considerados de grau de violência relevante, segundo a medida descrita na metodologia, com mais de 1000 mortos. A data citada como data focal do evento pela base do UCDP/PRIO Armed Conflict é a do início da primeira batalha com relevância de mortes definida pelo grau de violência, que é em nossa janela de evento a data central do intervalo.

O primeiro dos 9 conflitos encontrados na base de treinamento foi o conflito no Iraque, com janela de estimação entre, 10/03/2003 e 07/04/2003. O conflito foi registrado como guerra entre estados, onde existiu forte interferência de forças militares internacionais. A guerra foi motivada pela suspeita de que o Estado iraquiano ofereceria riscos ao mundo com armas de destruição em massa. O conflito teve impacto reconhecido no mercado pelos estudos de Guidolin e Ferrara (2010) e Shimabuko (2013), que identificaram impactos no mercado de petróleo e no de minério de ferro e em empresas relacionadas diretamente a essas *commodities*. O mercado americano como um todo respondeu de forma positiva, apresentando relevância estatística em relação ao evento em

índices de mercado e na valorização da sua moeda (Guidolin e Ferrara, 2010). Rigobon e Sack (2005) encontrou efeitos da tensão que antevia o conflito, e identificou efeitos negativos no dólar e no índice S&P 500, o que confirma o relatado no referencial teórico, de que o mercado tende a se movimentar de acordo com o grau de incerteza, pois a confirmação do conflito gerou um efeito positivo para esses indicadores. Desta forma podemos dizer que a Guerra do Iraque apresentou um grande impacto nos mercados internacionais.

No presente trabalho essa guerra consta como treinamento para o SVR e, apesar de as características do conflito não serem levadas em conta para o treinamento, é reconhecido que essas características podem enviesar o SVR, quanto à força de um dado conflito na explicação de um dado mercado.

O segundo conflito, considerado no treinamento é a Guerra do Afeganistão, com período de estimação de início de 21/05/2003 a 20/06/2003. Esse conflito, semelhantemente ao do Iraque, teve participação de forças internacionais, com ênfase nos Estados Unidos. Iniciado verdadeiramente em 2001, com o fracasso das negociações entre os Americanos e os Talibãs, o conflito vinha se estendendo desde então, com diversos reinícios de tensão. No período deste conflito registrado nesse trabalho verificou-se um recomeço de avanço das forças armadas americanas sobre os Talibãs. Assim como na guerra do Iraque, a tensão prévia foi uma das características desse conflito, bem como a existência de intervenção internacional, e o alto grau de violência. O trabalho de Shimabuko (2013) mostrou que esse conflito impactou de forma negativa o mercado, porém isso considerando uma data anterior à estudada nesse trabalho.

O Terceiro conflito, identificado no treinamento foi uma retomada de batalhas no Iraque, seguindo as mesmas características e constituindo-se continuidade do evento citado anteriormente. O período considerado foi de 23/03/2004 a 20/04/2004, caracterizado pela grande tensão que antecedia o conflito, apesar de no ano de 2004 a guerra ter apresentado momentos menos violentos.

O quarto conflito da base de treinamento, foi a guerra do Sri Lanka com período de 18/11/2005 a 16/12/2005. Trata-se de uma pequena ilha próxima ao sul da Índia, localizada no Oceano Índico. Tem baixa relevância econômica internacional, e o seu principal produto de exportação é o chá. Nesse conflito as forças internacionais não se fizeram presentes. Tratou-se de uma continuidade da chamada de guerra do Sri Lanka, uma guerra civil, que teve início em 1983, um conflito interno entre grupos de oposição ao Governo. Era esperado que esse conflito tivesse uma baixa relevância para os mercados internacionais, apesar do seu grau de violência elevado.

O quinto conflito foi identificado na República do Chade, localizado no centro norte do continente africano, fronteira com a Líbia. Sua economia de tamanho reduzido, e a baixa relevância internacional de suas exportações fazem com que o conflito ocorrido entre 03/12/2005 a 04/01/2006, sem intervenção externa, tivesse uma expectativa de impacto quase que nulo nos mercados internacionais.

O sexto conflito, foi a guerra na Somália no período que vai de 11/10/2006 a 09/11/2006. Semelhante ao ocorrido no Sri Lanka, a guerra civil da Somália teve início em 1991, e de forma não contínua seguiu sem definição de acordos. Trata-se de um conflito interno entre grupos de oposição, porém com momentos de intervenção externa, principalmente americanos. A Somália, no último século, teve e tem pouca relevância econômica internacional, apesar de no passado ter sido um relevante ponto comercial. Os conflitos na região são de alta violência, porém as características do país, em relação a ausência de poder do Estado, e situação econômica frágil, faz com que a expectativa de conflitos seja constante, e que os conflitos tenham expectativa de impacto pequeno nos mercados internacionais, de forma que não foi encontrado estudo que relacionasse os seus efeitos com o comportamento dos mercados internacionais.

O sétimo conflito foi a guerra do Paquistão identificada entre 11/10/2006 a 09/11/2006. O país tem ganhado relevância internacional nos últimos anos, devido ao seu crescimento e aos acordos comerciais. Porém, seu envolvimento na economia internacional ainda é limitado. O conflito se deu entre as tribos islâmicas do norte, ligadas ao Talibã e os militares

paquistaneses, desta forma sendo esse evento vinculado a guerra do Afeganistão, onde os Estados Unidos ofereceram apoio ao Paquistão. Esse evento pode ter afetado os mercados internacionais, porém a expectativa é de que esse impacto tenha sido pequeno devido às suas características econômicas.

O oitavo conflito, foi a guerra do Ruanda com janela de evento entre 03/07/2007 a 31/07/2007. Ruanda fica localizada no centro-oriental da África. Assim como o Chade, apresenta uma economia fraca, baixa relevância econômica internacional, o que gera a expectativa de que conflitos na região ofereçam baixo impacto nos mercados internacionais. Além disso, o conflito em questão não teve interferência internacional e não foram encontradas informações que descrevessem claramente o conflito ocorrido neste período.

O nono conflito foi a guerra no Iêmen, com período computado entre 03/12/2009 a 04/01/2010. Considerado o país mais pobre do oriente médio, o Iêmen tem como maior fonte de receita as exportações de petróleo, mas apesar desse fato a sua relevância na economia internacional é pequena. Tratou-se de embates motivados por questões políticas e religiosas e houve intervenção dos Estados Unidos. Apesar da presença de intervenção internacional e da violência do conflito, a restrição do conflito a uma área específica e restrita do país gerou uma expectativa de impacto pequeno nos mercados internacionais.

Conforme demonstrado na metodologia a análise e as conclusões se concentrarão nos 2 conflitos que encaixam-se na restrição de intensidade e que se encontram no período compreendido pela base de validação, pois os outros 9 conflitos identificados foram utilizados para o treinamento das SVR.

Caso fosse feita a análise no treinamento não seria possível ter conclusões quanto à diferença da performance de predição, uma vez que a predição de treinamento é extremamente ajustada.

O primeiro conflito identificado na análise, base de validação, foi a guerra da Líbia, localizado ao norte da África, região de forte influência no setor energético, devido a suas reservas de petróleo de alta qualidade, com a 10ª maior reserva do mundo e a 17ª maior produção. O conflito teve

como características o grau de violência elevado. Tratou-se de um conflito interno, onde o Estado e grupos de oposição lutavam pelo poder da região. A Líbia, por se tratar de uma grande economia dentro do continente africano, faz com que esse conflito tenha maior probabilidade de afetar os mercados, como anotou Rumsey (2012). O trabalho de Rumsey (2012) e Shimabuko (2013) identificaram impacto nos preços do petróleo e em empresas do setor de petróleo, relativos a conflitos identificados na região.

O segundo conflito na base de validação, foi identificado na Síria, também caracterizado como guerra civil sendo um conflito entre estado e grupos de oposição, localizado na região do Oriente Médio. Desde sua independência, a Síria tem entrado em diversos tipos de conflitos, principalmente golpes militares. Como suas principais atividades econômicas têm pouca interferência no cenário internacional, sendo essencialmente ligada ao turismo, é de se esperar que o impacto de conflitos internos nessa região seja de pequeno ou nulo efeito nos mercados internacionais. O seu histórico de conflitos, faz com que os investidores não reajam a novos conflitos na região, dado a expectativa previa de incerteza em uma região marcada por conflitos históricos e de pouca relevância econômica, apesar da importância histórica, política e estratégica. Apesar do grande número de mortos neste conflito a fraca inserção econômica internacional, restringe o impacto deste conflito nos mercados.

Com o objetivo de demonstrar a comparação entre os MS1, MS2, MC1 e MC2 são apresentados no Apêndice B gráficos que comparam os modelos, tanto para o período de validação completo quanto para o período de cada conflito individualmente, como no exemplo dos gráficos abaixo, onde é possível verificar que existe uma clara diferença entre o modelo simples e o modelo composto, assim como é possível ver o efeito do elemento guerra na predição da cotação dos ativos, no caso da relação entre Euro e Dólar.

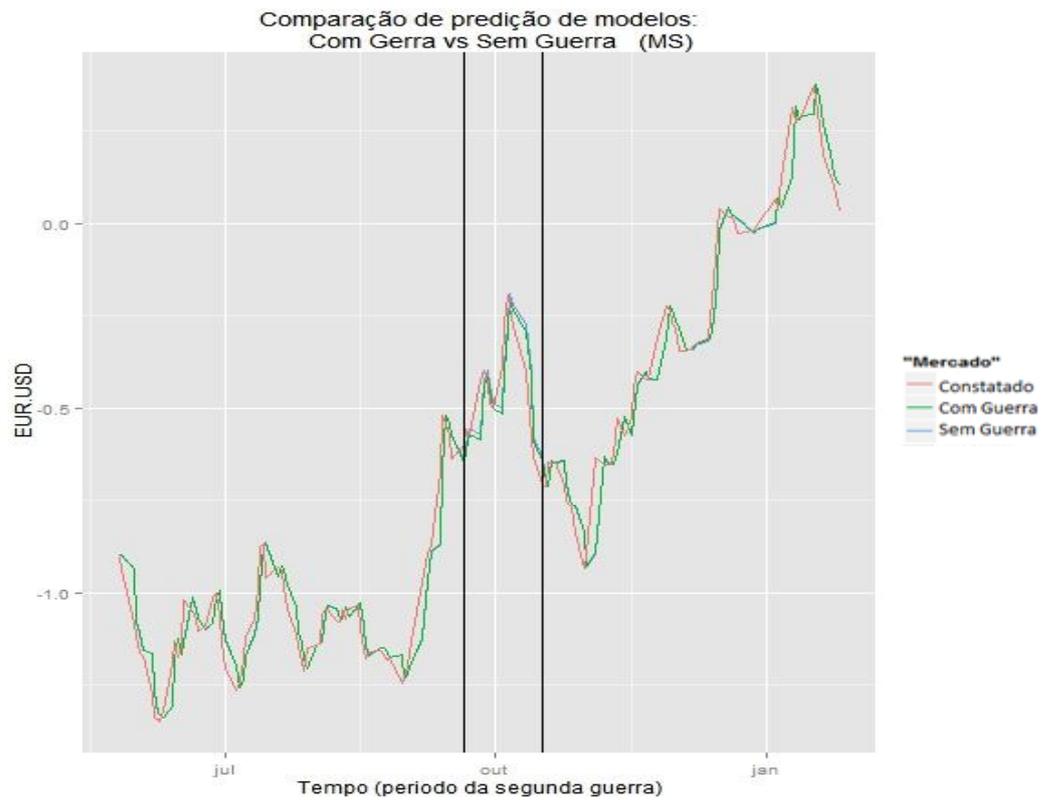


Figura 2; Fonte: Elaborado pelo autor

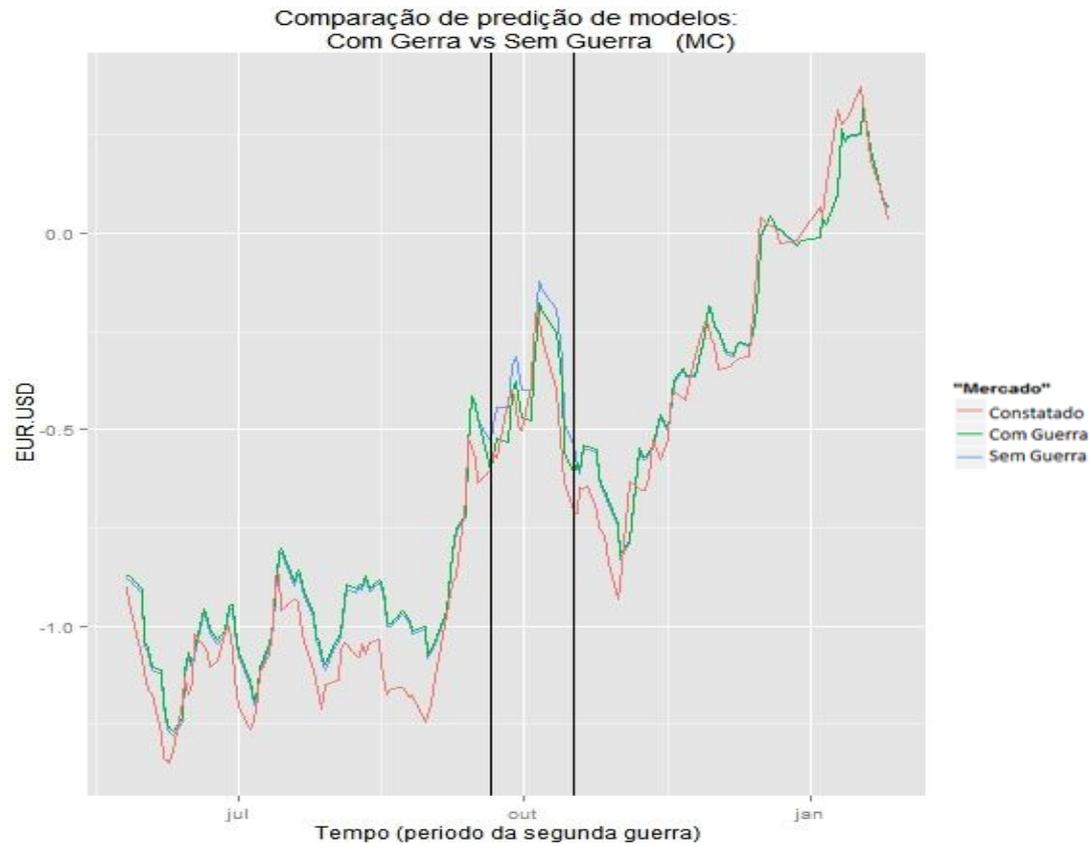


Figura 3; Fonte: Elaborado pelo autor

Apesar de em alguns casos se poder identificar visualmente a existência de diferença entre os modelos que consideram guerra e os modelos que não a consideram, só podemos constatar o real impacto dessa variável no modelo através do teste de Diebold-Mariano, que é utilizado para se extrair a estatística P-value, que foi calculada com base em três diferentes momentos para cada observação. O primeiro diz respeito ao período de validação completo, incluindo os 2 conflitos evidenciados. A segunda compreende o período em que foi computada a janela de evento para o primeiro conflito, 18/02/2011 a 22/03/2011, correspondente à guerra na Líbia. E o terceiro, compreende o período que computada a janela de evento do segundo conflito, 20/09/2011 a 17/10/2011, correspondente à guerra na Síria. Essas informações são apresentadas na Tabela 1 - MS Resultados, que corresponde à comparação entre os modelos apresentados nas equações MS1 (6) e MS2 (7).

Ativo	C	γ''	RMSE	P-value (validação)	P-value (1º Conflito)	P-value (2º Conflito)
CAC	3734,43	0,0000032	0,059422	0,51806	0,67181	0,59404
DAX	4746,886	0,0000928	0,059365	0,78838	0,39686	0,85690
FTSE	1836,076	0,0001000	0,07388	0,74669	0,43328	0,67004
NASDAQ	4873,443	0,0096330	0,062097	1,00000	0,50097	0,37814
IBOVESPA	1899,354	0,0015700	0,046461	0,52276	0,91261	0,39362
DJI	4936,722	0,0000964	0,066364	0,56115	0,22548	0,43067
EUR.USD	64,27848	0,0067010	0,057642	0,46190	0,01519	0,51596
NIKKEI	4936,722	0,0000176	0,057843	0,60347	0,84211	0,61983
OIL	3481,316	0,0004710	0,068151	0,99647	0,98666	0,96176
GOLD	633,7848	0,0012040	0,044049	0,99989	1,00000	0,99974

Tabela 1 - MS Resultados; Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com os parâmetros de nível de confiança determinados na metodologia, podemos ver na Tabela 1 – MS Resultados que apenas um dos testes de hipótese rejeitou a hipótese nula, H_0 , não rejeitando a hipótese alternativa, H_1 , que é o caso da cotação do Dólar em relação ao Euro com um P-value de 0,015. Importante também anotar que esse fenômeno foi observado para o período da guerra da Líbia, com um P-

value de 0,015 inferiores ao 0,05 definido como corte para rejeição, na Tabela 1 – MS Resultados. Durante a validação cruzada, notou-se que os modelos MS1 e MS2, respondem de formas muito diferentes às mudanças nos parâmetros definidos na validação cruzada, o que pode ser motivo para distorções na análise. Por outro lado, para que os modelos sejam comparáveis quanto ao elemento estudado, conflitos armados, é importante que os parâmetros sejam os mesmos dentro de um mesmo mercado. Observando os γ'' e os C , da Tabela 1 - MS Resultados podemos entender a importância do processo de validação cruzada, uma vez que o comportamento de cada série exige uma combinação de parâmetros diferente.

O mesmo processo para analisar os modelos simples, equações MS1 (6) e MS2 (7), foi feito para analisar os modelos compostos nas equações MC1 (8) e MC2 (9), sendo esses apresentados na Tabela 2 - MC Resultados.

Ativo	C	γ''	RMSE	<i>P-value</i> (validação)	<i>P-value</i> (1º Conflito)	<i>P-value</i> (2º Conflito)
CAC	4810,16	0,000101	0,06901	0,99999	0,249578	0,99936282
DAX	4936,72	0,000127	0,06937	1,00000	0,999841	0,26226952
FTSE	3544,59	0,000139	0,08217	0,99998	0,951644	0,97954308
NASDAQ	3987,54	0,000139	0,06289	0,99999	0,992514	0,97202235
IBOVESPA	4493,77	0,000443	0,09338	1,00000	0,098178	0,00000051
DJI	2721,97	0,000013	0,06751	0,88469	0,379217	0,80365487
EUR.USD	254,11	0,000013	0,07083	0,43449	0,458417	0,00378p156
NIKKEI	317,39	0,000025	0,10492	1,00000	0,020851	0,99999995
OIL	317,39	0,000038	0,07359	0,75296	0,074996	0,53308195
GOLD	4936,72	0,000052	0,15501	1,00000	0,088059	0,99999401

Tabela 2 - MC Resultados; Fonte: Elaborado pelo autor

Podemos observar que tanto para os modelos MC quanto MS, não foram identificadas para o período de validação, de uma forma ampla, evidências de que os conflitos armados estudados teriam algum impacto nos mercados, a partir da análise dos resultados dos *P-value* calculados que resultaram na rejeição da hipótese H_1 . Por outro lado, quando

observamos o período do primeiro conflito, que corresponde à guerra da Líbia, identificamos no modelo MC, a rejeição da hipótese H_0 , para o índice NIKKEI. Para a cotação do IBOVESPA e do Dólar frente ao Euro, no caso do segundo conflito, referente à Síria, foi verificado que o modelo MC, apresentou maior sensibilidade à guerra do que o modelo MS. Esse fenômeno é observado quando se constata que em 3 situações a estatística *P-value* apontou um resultado abaixo dos 0,05, contra 1 situação do modelo MS. Essa maior sensibilidade do modelo composto, extraída das evidências estatísticas (*P-Value*), pode indicar que existe uma reação colateral entre os mercados e as guerras, apresentando um efeito que não é diretamente ligado à guerra mas ao efeito da movimentação de um mercado que reage a uma guerra.

Apesar de o impacto da guerra na Líbia sobre o mercado de petróleo não ter apresentado significância suficiente – 0,075, próximo dos 0,05 considerados como margem para a relevância do impacto – a relação entre o conflito da Líbia e o mercado de petróleo nos mostra que o modelo identificou um certo impacto, porém não com força suficiente, o que é condizente com o trabalho de Shimabuko (2013).

É importante salientar o fato de que alguns dos conflitos tomados para treinamento envolverem nações com menor relevância econômica, o que pode ter enviesado o SVR na predição do impacto dos conflitos tomados para validação. De igual forma a existência de conflitos de grande impacto podem gerar uma reação exacerbada na previsão do mercado em relação a conflitos de pequeno impacto. Todavia, essa análise crítica não invalida os resultados evidenciados do presente estudo.

Pode-se concluir que a interação entre os mercados pode transmitir o efeito de um conflito armado para outro mercado, sendo esse afetado de forma colateral e não direta, o que pode ser captado pelo modelo MC.

Um breve paralelo entre os resultados alcançados nesse trabalho e os resultados apresentados por Guidolin e Ferrara (2010), Rigobon e Sack (2005) e Shimabuko (2013) nos mostra que os mercados reagem de diferentes formas a diferentes conflitos. A direção dessa reação não pôde ser constatada por esse trabalho, devido à metodologia utilizada. Porém, é possível considerar que não necessariamente o impacto atribuído aos

retornos do mercado, pelos estudos de Guidolin e Ferrara (2010), Rigobon e Sack (2005), Shimabuko (2013), são de fato resultantes somente dos conflitos armados, pois a análise linear desse impacto, como foi realizada nos estudos de eventos citados, pode gerar distorções, dado a característica heterocedástica das séries financeiras, e a não linearidade da realidade dos mercados, como apresentado por Dionísio (2006).

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Esse trabalho utilizou a Máquina de Suporte Vetorial em regressão, para realizar um estudo de eventos, que utiliza os parâmetros não lineares presentes no *Kernel* Gaussiano, para identificar reações dos mercados financeiros internacionais aos eventos de conflitos armados. Para tanto, foram utilizados os conflitos armados com intensidade de violência acima de 1000 mortos em batalhas identificados na base de dados UCDP/PRIO Armed Conflict, no período entre 01/01/2003 a 01/01/2014, bem como as cotações dos índices de mercado CAC, DAX, FTSE, NASDAQ, DJI, IBOVESPA, NIKKEI além da cotação do ouro, petróleo e a relação de troca Euro por Dólar.

Durante a pesquisa não foram encontrados trabalhos que se utilizaram de máquinas de aprendizagem estatísticas, como o SVR, para estudos de eventos aplicados aos mercados. Foram encontrados poucos trabalhos nacionais que utilizam o SVM e suas derivações, porém nenhum direcionado para estudo dos eventos aqui estudados, embora voltados para análise de mercado.

Os resultados deste trabalho evidenciam a percepção empírica de que as guerras têm efeitos nos mercados financeiros.

Essas evidências foram verificadas nos efeitos da guerra da Líbia, que refletiu na cotação do dólar, no caso do modelo simples, e no caso do modelo composto as evidências foram identificadas nas variações do índice Nikkei. Para a guerra da Síria o modelo composto apresentou evidências desse impacto para o mercado brasileiro de ações e para a cotação do dólar em relação ao euro.

O modelo composto apresentou maior sensibilidade à guerra do que o modelo simples, apresentando maior número de evidências, o que pode ser um reflexo da relação entre os mercados.

Durante a pesquisa foi possível ver que os modelos têm grande dependência dos parâmetros definidos antes do treinamento das máquinas, o que deixa a pergunta sobre qual seria a forma mais precisa de se definir os parâmetros, tendo em vista que o objetivo é identificar o

impacto de uma informação no modelo, e não alcançar a melhor previsão possível.

De igual modo, dado que a qualidade da previsão dependerá tanto dos parâmetros quanto das variáveis escolhidas para explicar um determinado fenômeno infere-se que o *kernel* também fará grande diferença para a melhora da metodologia, em busca dos objetivos de um dado estudo, nesse trabalho, estudos de evento.

Este trabalho conseguiu mostrar que as Máquinas de Suporte Vetoriais podem ser utilizadas para estudos de eventos. Porém, as conclusões que podemos inferir dos resultados são restritas, até o momento, o que se pode atribuir à complexidade do SVR. Algumas adaptações no modelo devem auxiliar na melhora das interpretações. Entretanto, foi possível identificar que o modelo reconheceu o impacto dos eventos de conflitos armados nos mercados estudados, de forma coerente com a literatura de estudos de eventos em conflitos armados, como os de Schneider & Troeger (2006), Guidolin e Ferrara (2010), Shimabuko (2013), Rumsey (2012).

A utilização do *kernel* Gaussiano deu aos modelos estudados os parâmetros não lineares sobre os quais buscou-se identificar a relação entre os eventos e as variáveis. Para de fato se identificar o impacto da não linearidade no estudo de eventos seria necessário testar as mesmas aplicações destes trabalhos a um *kernel* linear. É possível dizer, assim, que este trabalho não conseguiu segmentar o impacto da não linearidade. Ainda assim, essa característica está presente nos modelos que levaram aos resultados apresentados.

Este trabalho contribui para a literatura de estudo de eventos, apresentando uma metodologia inovadora para identificar a relação de causa e efeito nos mercados financeiros. Porém, notou-se que é necessário aprimorar o modelo para esta aplicação. Diversos pontos surgiram, como gargalos para o entendimento dos eventos utilizando essa metodologia, como por exemplo, a definição dos parâmetros γ e C , que possibilitem melhor comparação entre os modelos e a impossibilidade de se interpretar a direção dos retornos, uma vez que foram estudadas as mudanças nas cotações.

Algumas alterações nas variáveis que compõem os modelos MS e MC, podem melhorar o desempenho do método. O acréscimo de variáveis que descrevam mais características sobre os eventos de conflitos armados, como a sua localização, o grau de relevância econômica das nações envolvidas pode melhorar a identificação do impacto de um conflito nos mercados internacionais.

A previsão de impacto nos mercados financeiros deve auxiliar a tomada de decisão pelos gestores no mercado. Como nem sempre as relações entre os eventos e a suas causas são lineares, ou mesmo são facilmente interpretáveis, é importante ter ferramentas que ajudem a direcionar as estratégias aos cenários esperados. As Máquinas de Suporte Vetorial nos auxiliam a identificar maior clareza em cenários de condições complexas, e assim, permitir que tomemos decisões mais assertivas.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Pedro H. M. **Previsão de séries temporais financeiras por meio de máquinas de suporte vetorial e ondaletas**. 2014. Tese, pós-doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto de Matemática e Estatística, São Paulo.

BELTRAMI, M; SILVA, A. C. L. **Precificação de opções utilizando modelos de Support Vector Regression – uma aplicação no mercado brasileiro**. Anais do XVI Simpósio de Engenharia de Produção, 2009.

BOSE, Bernhard E.; GUYON, Isabelle M.; VAPNIK, Vladimir N. **A Training Algorithm for Optimal Margin Classifiers**. In: ANNUAL WORKSHOP ON COMPUTACIONAL LEARNING, 5, 1992, Pittsburgh. ACM Press. Pittsburgh: Haussler D, jul 1992. p.144-152.

BRUNE, A.; HENS, T.; RIEGER, M. O.; WANG, M. **The war puzzle: contradictory effects of international conflicts on stock markets**. Swiss Finance Institute Research, Paper No. 11-21, mai. 2011.

CAMARGOS, M. A.; BARBOSA, F. V. **Eficiência informacional do mercado de capitais brasileiro pós-Plano Real: um estudo de eventos dos anúncios de fusões e aquisições**. Revista de Administração, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 43-58, jan./mar. 2006.

CAMARGOS, M.A; BARBOSA, F.V. **ESTUDOS DE EVENTO: TEORIA E OPERACIONALIZAÇÃO**. Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo, v. 10, nº 3, p. 01-20, julho/setembro 2003.

CAMPBELL, J. Y.; LO, A. W.; MACKINLAY, A. C. **The econometrics of financial markets**. 2. ed. New Jersey: Princeton University Press, 1997.

Chen, H.; Wan, Q.; Wang, Y. **Refined Diebold-Mariano Test Methods for the Evaluation of Wind Power Forecasting Models**. Energies 2014, 7, 4185-4198

CHESNEY, M.; RESHETAR, G; KARAMAN, M. **The impact of terrorism on financial markets: an empirical study**. Journal of Banking & Finance, v. 35, p. 253-267, 2011.

DIEBOLD, F. X.; MARIANO, R. S. **Comparing predictive accuracy**. Journal of Business & economic statistics, v. 20, n. 1, 2002.

Dionísio, A. (2006). **Medidas da Teoria da Informação Aplicadas aos Mercados Bolsistas: Análise de Incerteza e Dependência Não Linear**, Ph.D. thesis, ISCTE Portugal.

DRUCKER, H.; BURGESS, C. J.; KAUFMAN, L.; SMOLA, A.; VAPNIK, V. **Support vector regression machines. Advances in neural information processing systems**. Morgan Kaufmann Publishers, p. 155–161, 1997.

FAMA, E. F. Efficient capital markets: a review of theory and empirical work. **The Journal of Finance**, Chicago: University of Chicago, v. 25, n. 2, p.383-417, 1970.

Fama, E.F. (1991), "**Efficient capital markets II**", Journal of Finance 46(5), 1575-1618.

Ferreira, T. A . **Previsão da Volatilidade de Séries Temporais Financeiras via Máquina de Suporte Vetorial**. 2011. Dissertação (Mestrado em Estatística) - Universidade de São Paulo, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

Francis X. **Diebold e Roberto S. Mariano**. Comparing predictive accuracy. Journal of Business and Economic Statistics, 13:253–265.

GOMES, K. T. G.; SANTOS, O.; VIANA, R. B. C.; ARAES, T. G.F. **Análise do impacto de eventos sistêmicos inesperados sobre o preço das ações ordinárias de empresas automotivas japonesas e americanas – um estudo de caso considerando o recente terremoto no Japão**. XIV SemeAd Seminários em Administração, out. 2011. Disponível em: http://www.ead.fea.usp.br/semead/14semead/resultado/an_esumo.asp?cod_trabalho=40.

GRYCZAK, V.G; SILVA, A.C.L; GEVERT, F; ALES, V.T. **Modelos de Regressão Logística, Redes Neurais e Support Vector Machine (SVMs) na Análise de Crédito a Pessoas Jurídicas**. Revista Ciências Exatas e Naturais, Vol.12 , no 2, Jul/Dez 2010.

GUIDOLIN, M.; FERRARA, E. **The economic effects of violent conflict: Evidence from asset market reactions**. Journal of Peace Research, v. 47, n. 6, p 671-684, nov. 2010.

Guidolin, Massimo and La Ferrara, Eliana, **The Economic Effects of Violent Conflict: Evidence from Asset Market Reactions**. FEDERAL RESERVE BANK OF ST. LOUIS Research Division, (October 2005).

HUANG, S. C; CHUANG, P.J, WUB, C.F; LAI, H.J. **Chaos-based support vector regressions for exchange rate forecasting**. Expert Systems with Applications an International Journal of Science. Elsevier.37 p. 8590–8598, 2010.

HUANG, C.F. **A hybrid stock selection model using genetic algorithms and support vector regression**. Contents lists available at SciVerse ScienceDirect. Elsevier. p.807- 818, 2012.

Huerta, R; Elkan, C; Corbacho, F. **Nonlinear Support Vector Machines Can Systematically Identify Stocks with High and Low Future Returns**. Algorithmic Finance (2013), September 6, 2012. 2:1, 45-58.

LORENA, A. C; CARVALHO, A. C. P. L. F. **Uma introdução às Support Vector Machines (In Portuguese)**. Revista de Informática Teórica e Aplicada, v. 14, p. 43-, 2007.

MORETTIN, P. A. **Ondas e ondaletas: da análise de Fourier à análise de ondaletas de séries temporais**. [S.I.]: Edusp, Segunda Ed., 2014.

PIRES, M. M; MARWALA. T. **American Option Pricing Using Multi-Layer Perceptron and Support Vector Machine**. IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, v.2. p.1279-1285, October 2004.

Rigobon, Rigobon & Brian Sack. **The effects of war risk on U.S. financial markets**. Journal of Banking and Finance 2005, 29(7): 1769-89.

RIGOBON, R. e SACK, B. **The effects of war risk on U.S. financial markets**. Journal of Banking and Finance, Elsevier, v. 29(7), p. 1769-89, jul. 2005.

RUMSEY, J. **The 2011 MENA revolutions: a study in U.S. energy (in) security**. Journal of Strategic Security, v. 5, n. 3, p. 33-50. 2012

SANTOS, J.O.; HOMENKO, A.; GARRE, C.; CIOFFI, P.L.M e SAYKOVITCH, S.L. **Análise do desempenho do retorno das ações ordinárias de empresas do setor de transporte aéreo dos EUA nos períodos pré e pós-atacantes às torres gêmeas de 11 de setembro de 2001**. In: Revista de Gestão USP, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 53-64, abr./jun. 2008.

SARLO NETO, A.; TEIXEIRA, A. J. C.; LOSS, L.; LOPES, A. B. L. **Diferencial no impacto dos resultados contábeis nas ações ordinárias e preferenciais no mercado brasileiro**. Revista Contabilidade e Finanças – USP, São Paulo, n.37, p.46-58, jun/abr. 2005.

SCHNEIDER, G. e TROEGER, V. **War and the world economy: stock market reactions to international conflicts**. Journal of Conflict Resolution, v. 50, n. 5, p. 623-645, out. 2006.

Shimabuko, Danilo Eiji Fernandes. **O Efeito de Conflitos Armados no Preço das Ações Brasileiras: um Estudo de Eventos**. Trabalho de conclusão de curso, Monografia – UnB - Universidad de Brasília – Brasília, 2013.

Schölkopf e Smola; Bernard Schölkopf e Alexander J. Smola. **Learning with Kernels**. The MIT Press, 1ª edição.2002

SOMAN, K. P.; LOGANATHAN, R.; AJAY, V. **Machine Learning with SVM and Other Kernel Methods**. 1 ed. New Delhi: PHI Learning Private Limited, 2011. 477 p.

SMOLA, J.A; SCHÖLKOPF, B. **A Tutorial on Support Vector Regression**. *Statistics and Computing*, 14. p.199-222, 2004.

TANG, L. B; TANG, L. X, SHENG, H.Y. **Forecasting volatility based on wavelet support vector machine**. *The International Journal of Management Science*. Elsevier. p.2901- 2909, 2009.

TAY, F. E. H; CAO, L. **Application of support vector machines in financial time series forecasting**. *The International Journal of Management Science*. Elsevier. p.309- 317, 2001.

TRAFALIS, T. B; INCE, H. **Support Vector Machine for Regression and Applications to Financial Forecasting**. *Proceedings of the IEEE-INNS-ENNS International Joint Conference on Neural Networks*. Italy. v. 6. p. 348- 353, July 2000.

WOLFE, P. **A duality theorem for non-linear programming**. *Quarterly of Applied Mathematics*, n. 19, p. 239–244, 1961.

YU, Shang-Wu; LU, Ruei-Shan.; CHANG, Chia-Hao. **A study on application of smooth support vector classification to stock selection in taiwan's stock market**. *The International Conference on Computational Intelligence in Economics and Finance*, 7, 2008. Kainan University, Taoyuan, Taiwan, 2008.

APÊNDICES

Apêndice A – Gráficos de performance de parâmetros

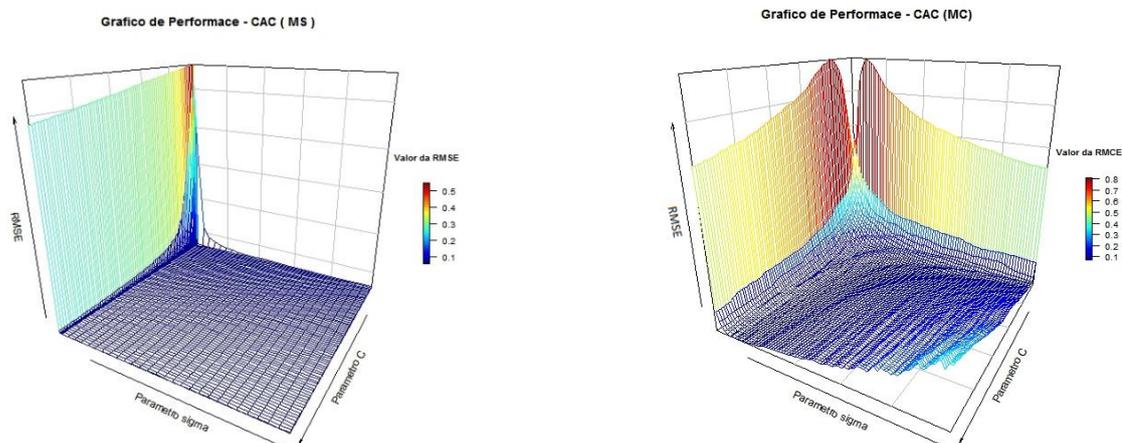


Figura 4 - performance de parâmetros – CAC

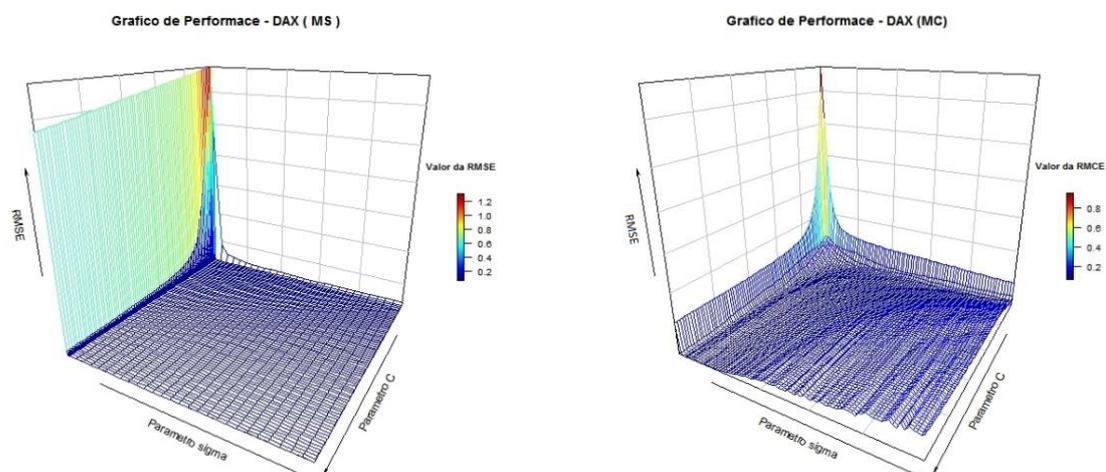


Figura 5 - performance de parâmetros – DAX

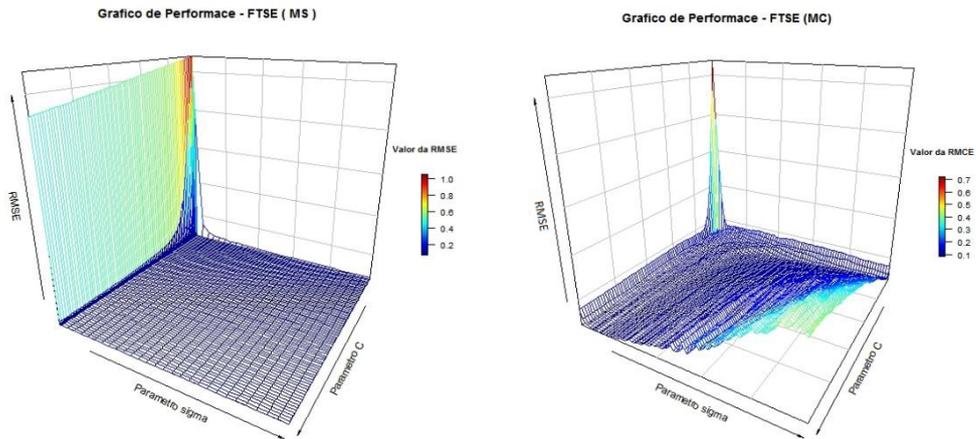


Figura 6 - performance de parâmetros – FTSE

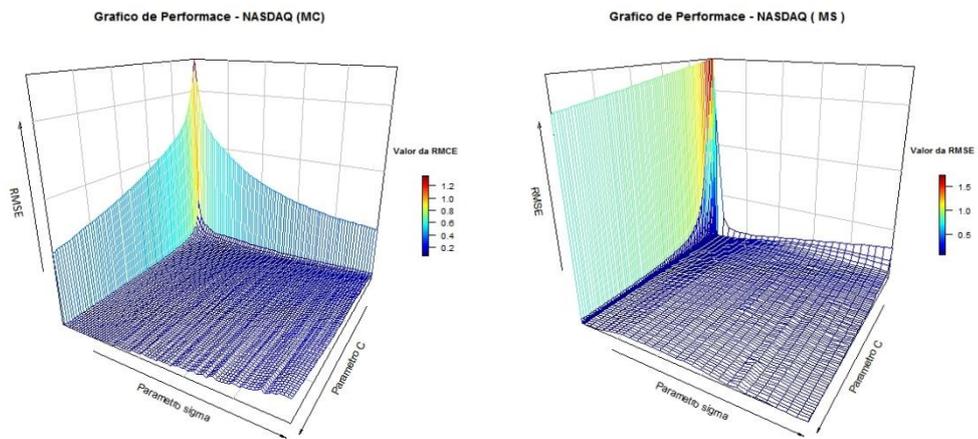


Figura 7 - performance de parâmetros – NASDAQ

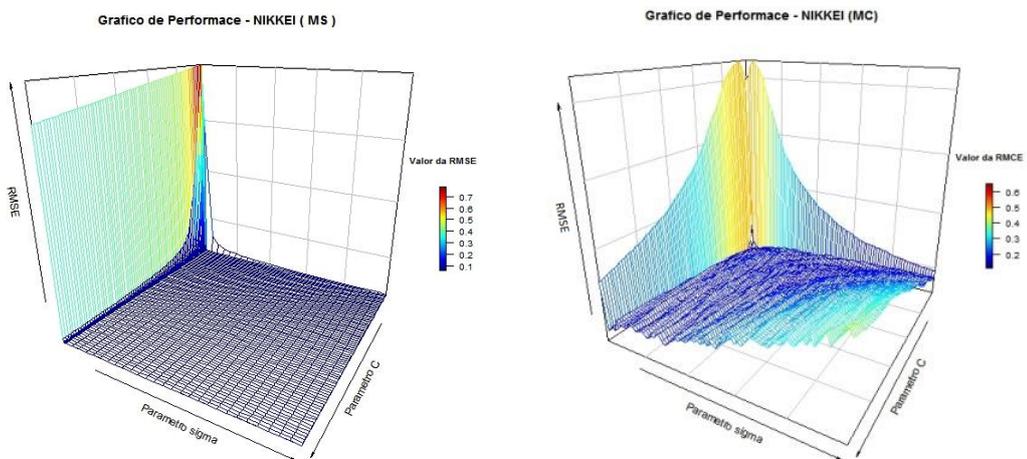


Figura 8 - performance de parâmetros – NIKKEI

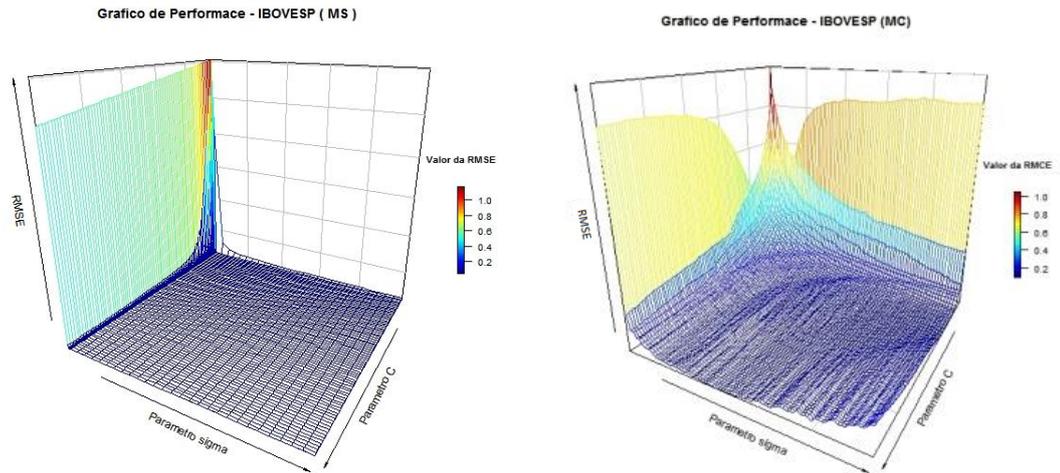


Figura 9 - performance de parâmetros – IBOVESPA

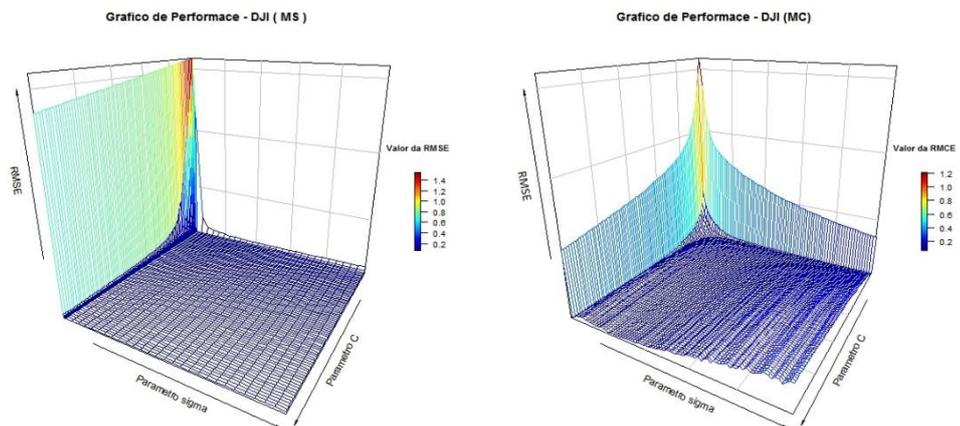


Figura 10 - performance de parâmetros – DJI

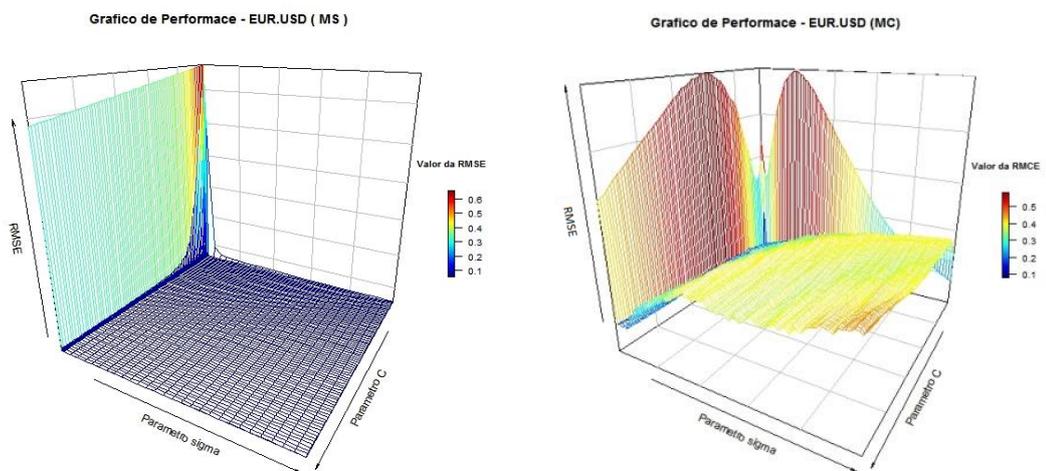


Figura 11 - performance de parâmetros –EURO/DÓLAR

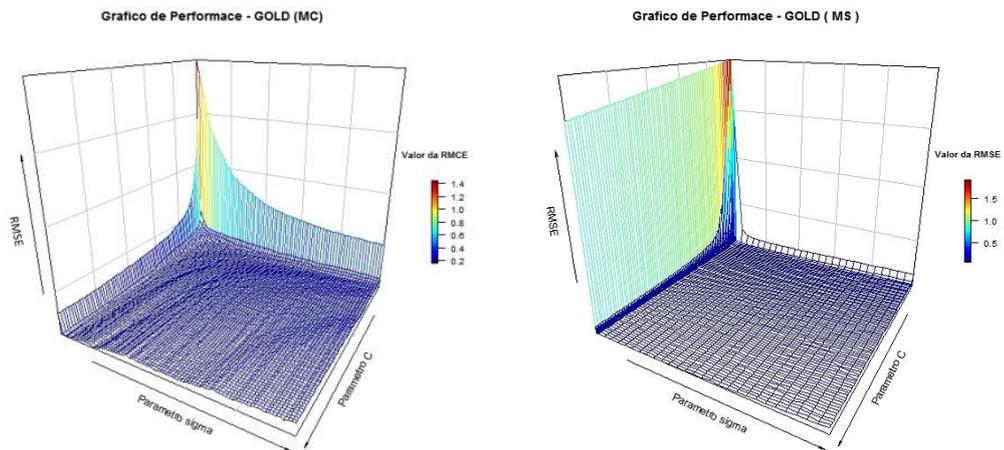


Figura 12 - performance de parâmetros – GOLD

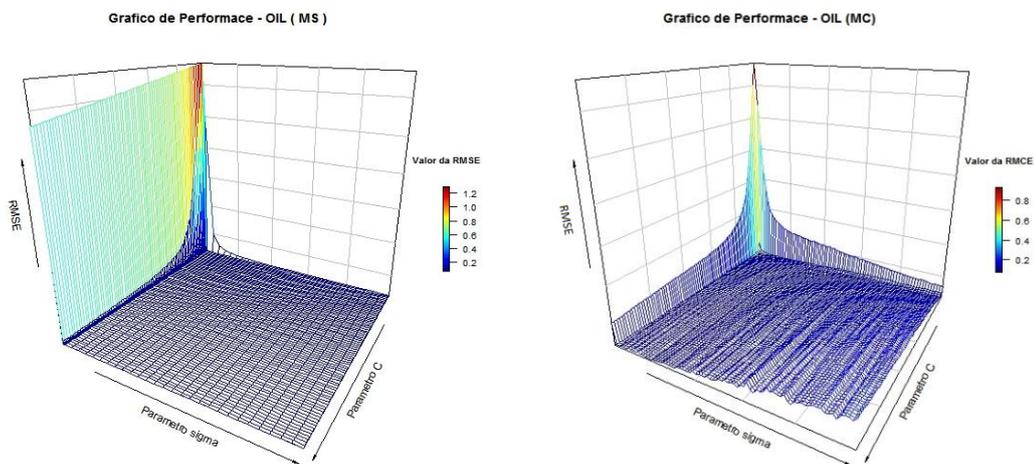


Figura 13 - performance de parâmetros – OIL

Apêndice B – Gráficos de comparação de previsão

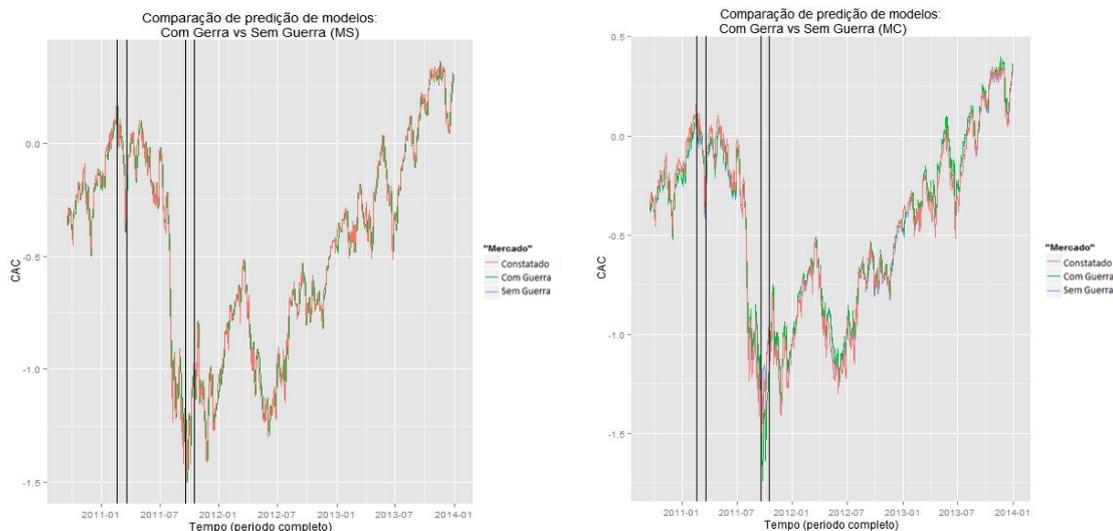


Figura 14 – Comparação de previsão – CAC

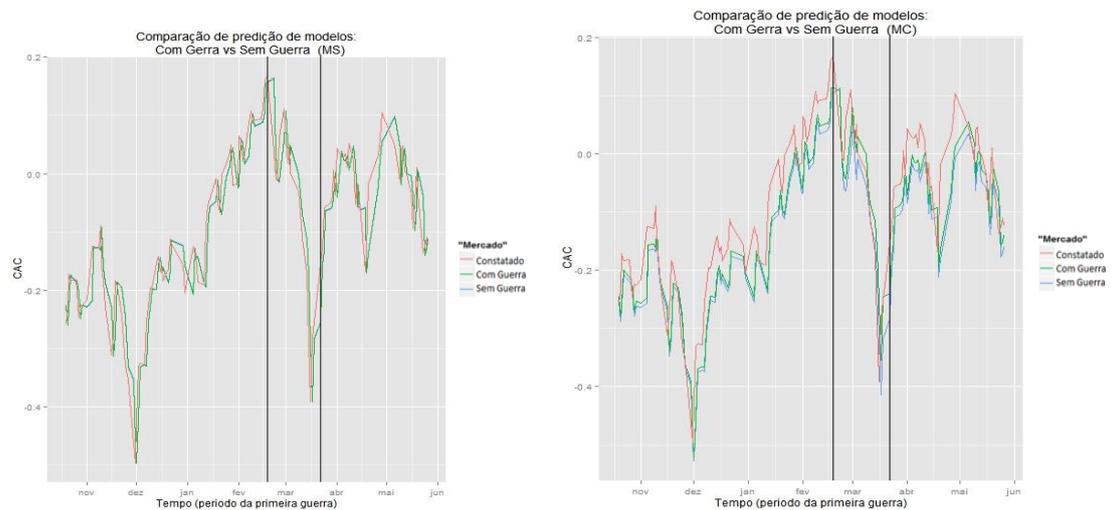


Figura 15– Comparação de previsão – CAC

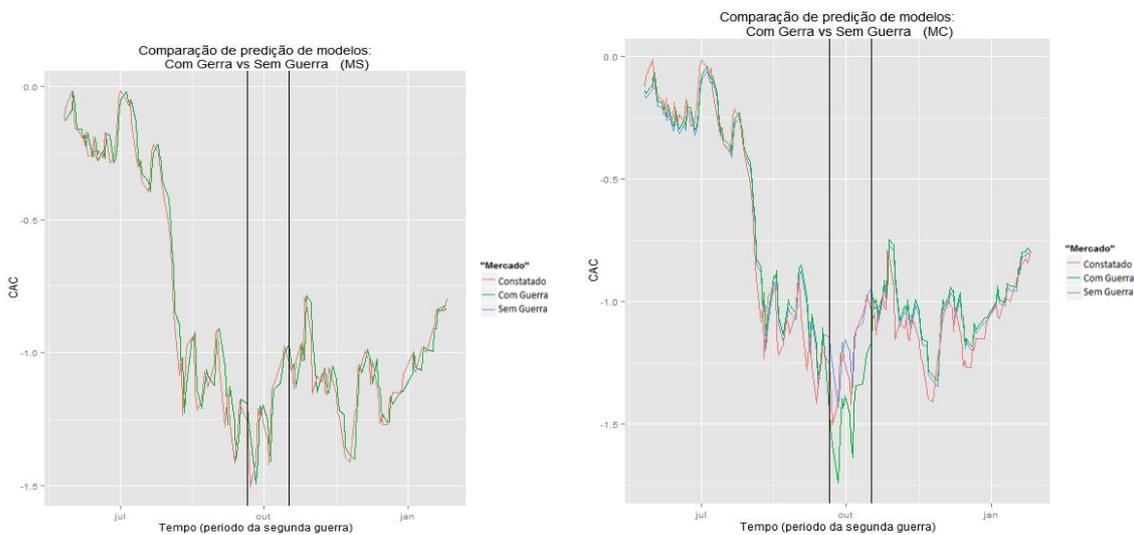


Figura 16– Comparação de previsão – CAC

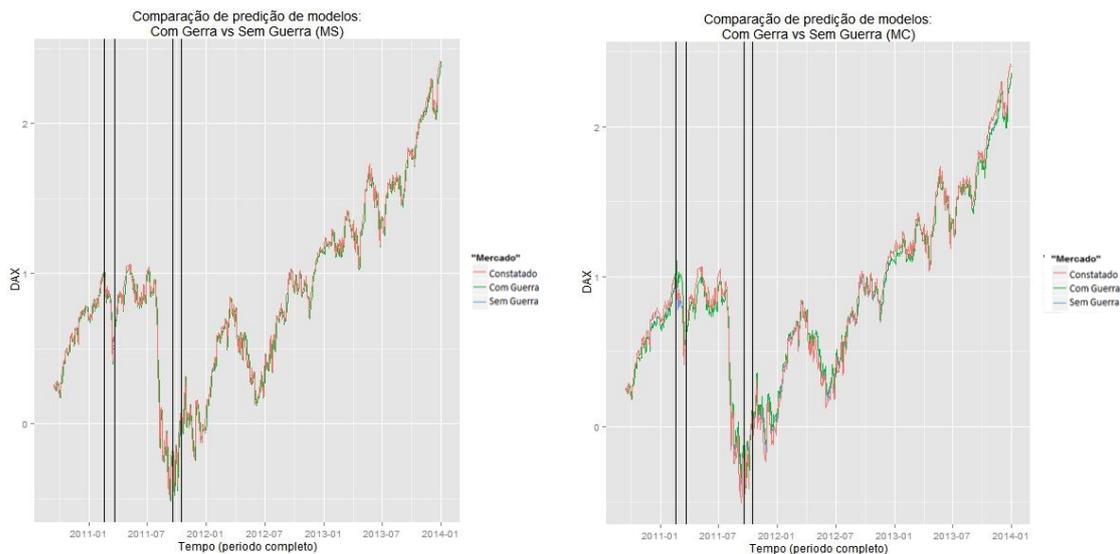


Figura 17– Comparação de previsão – DAX

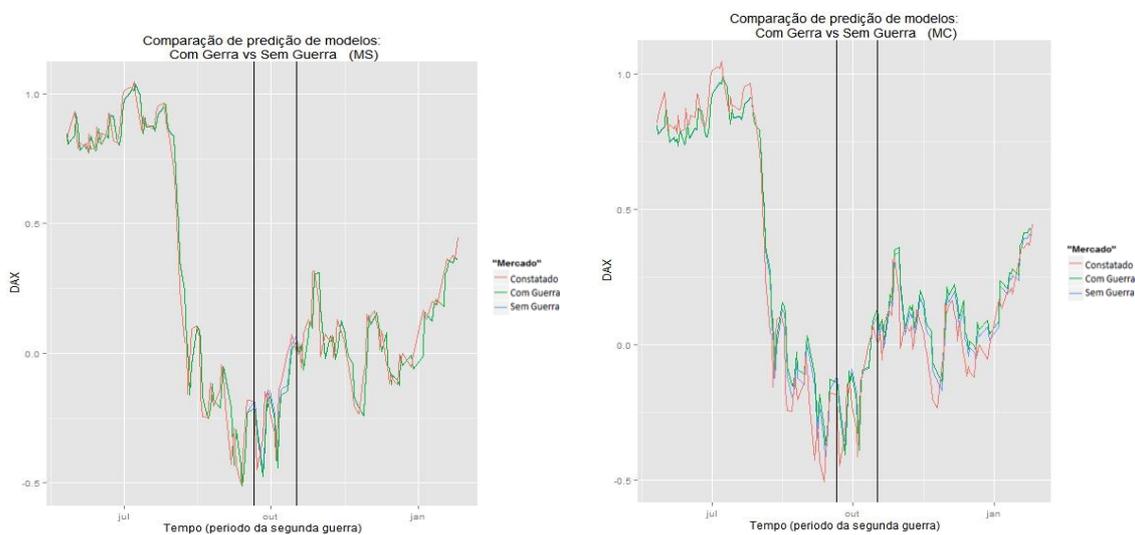


Figura 18– Comparação de previsão – DAX

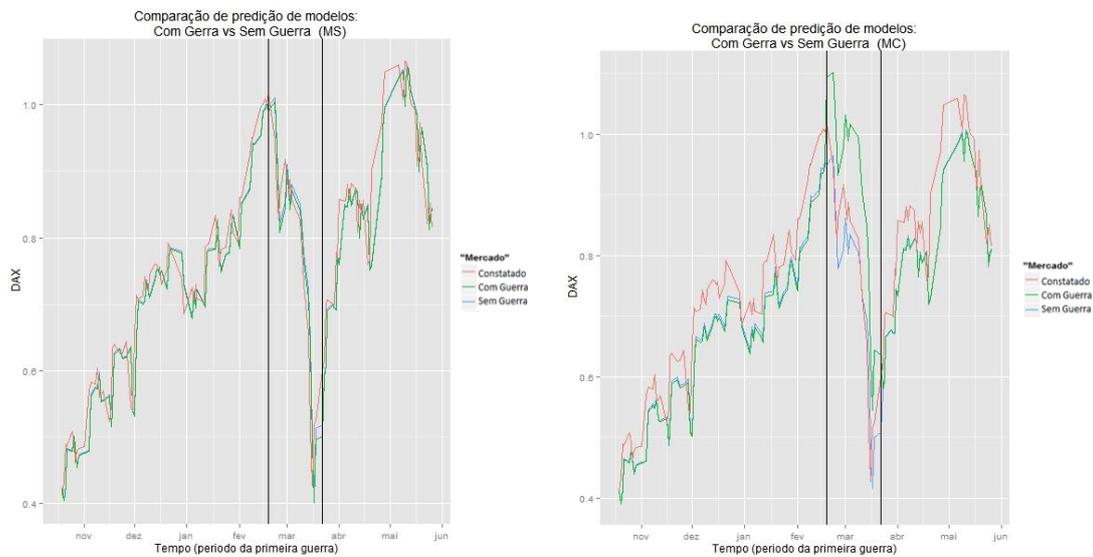


Figura 19– Comparação de previsão – DAX

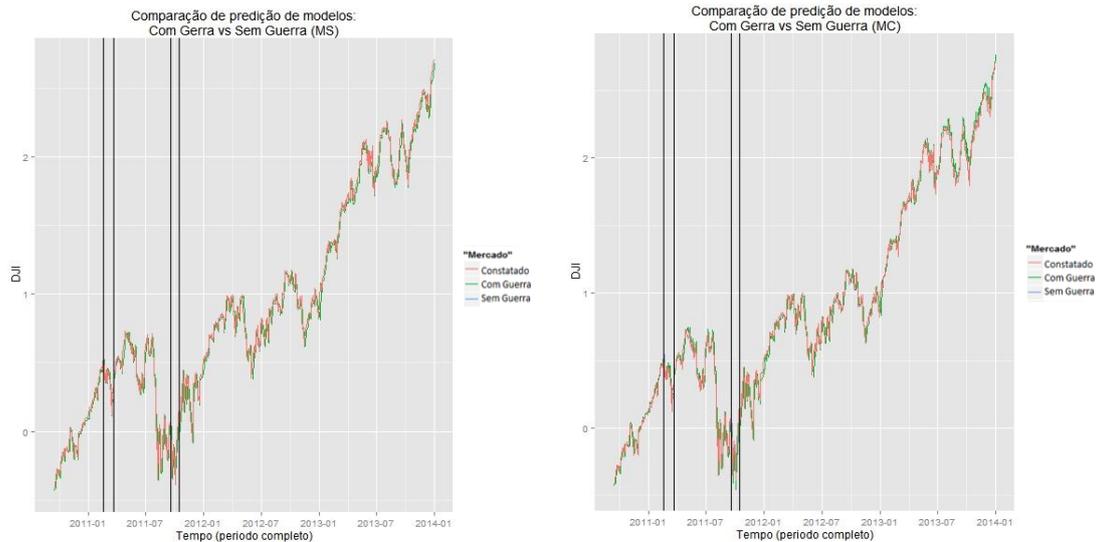


Figura 20– Comparação de previsão – DJI

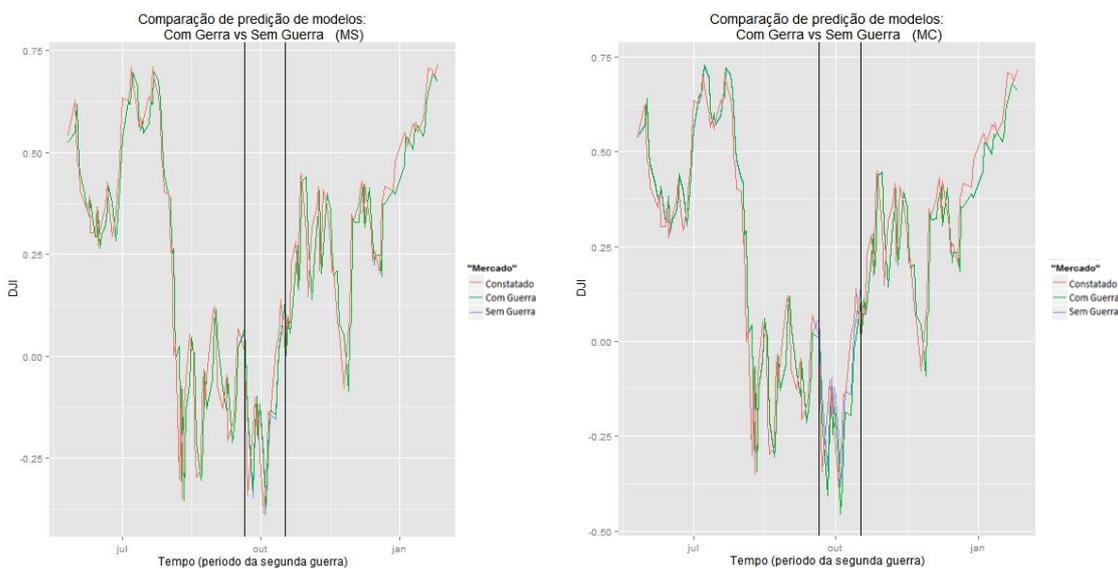


Figura 21– Comparação de previsão – DJI

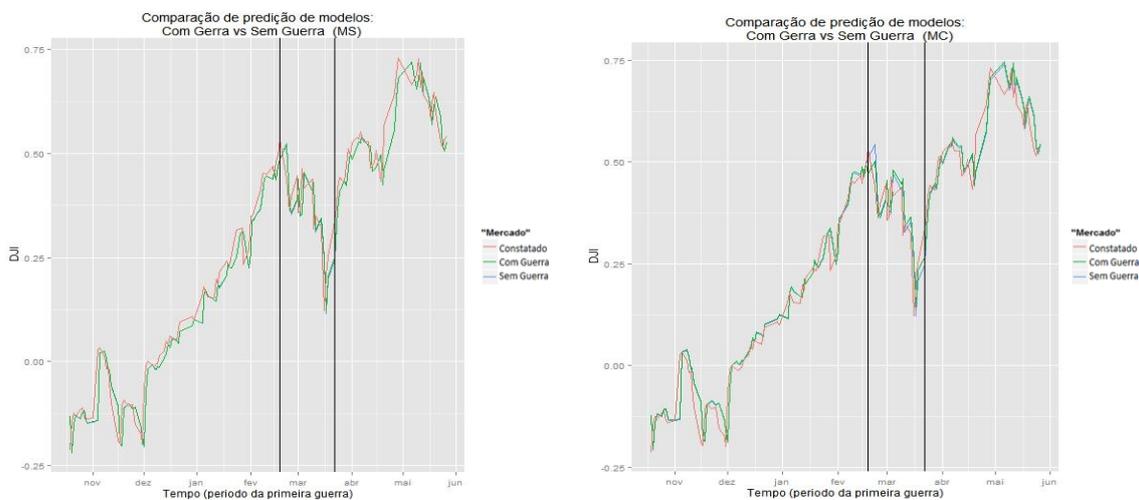


Figura 22– Comparação de previsão – DJI

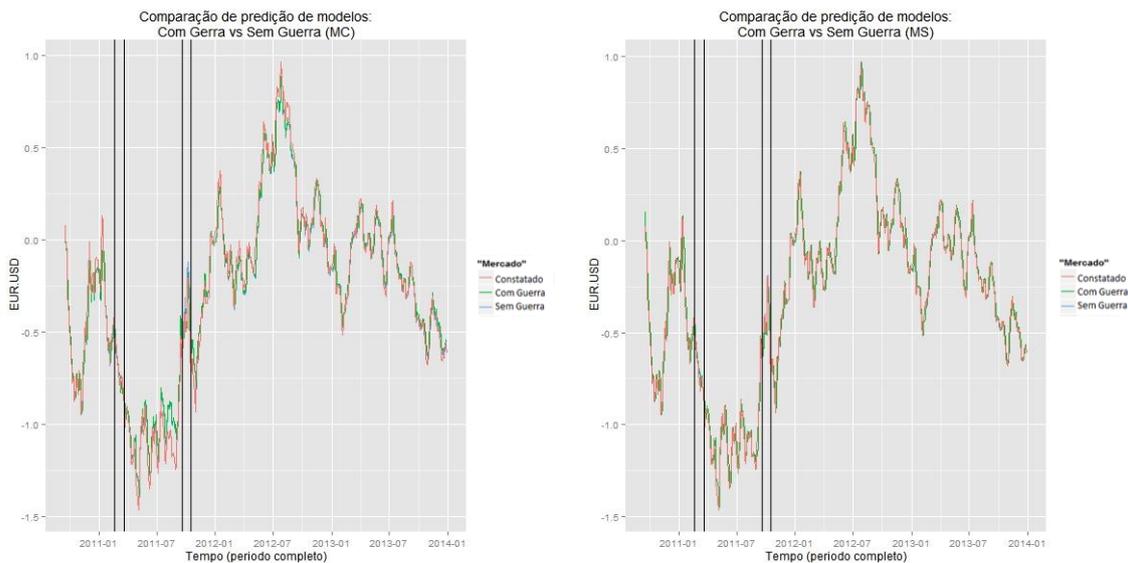


Figura 23– Compara o de previsão - EURO/DÓLAR

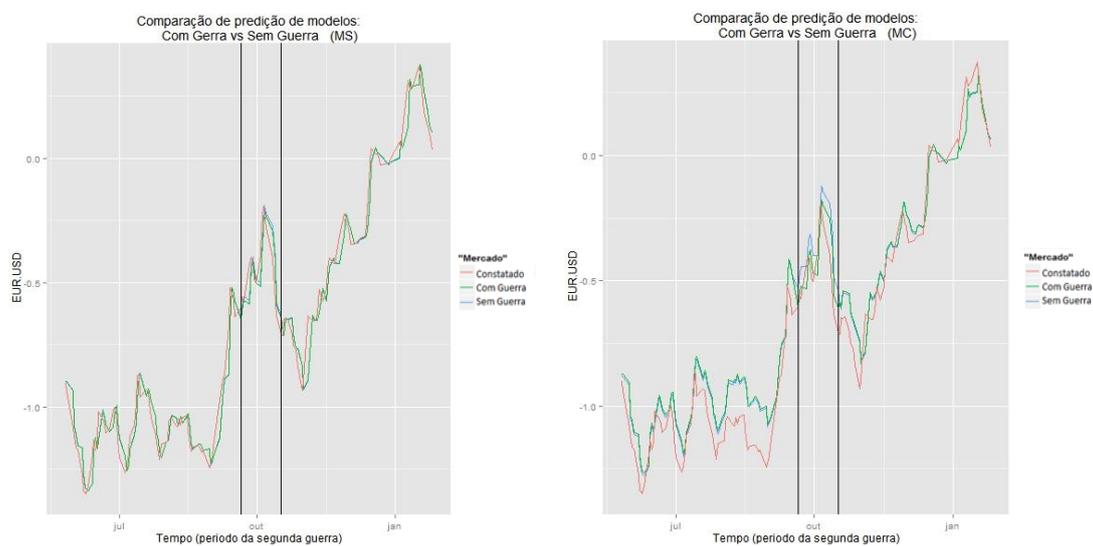


Figura 24– Compara o de previsão - EURO/DÓLAR

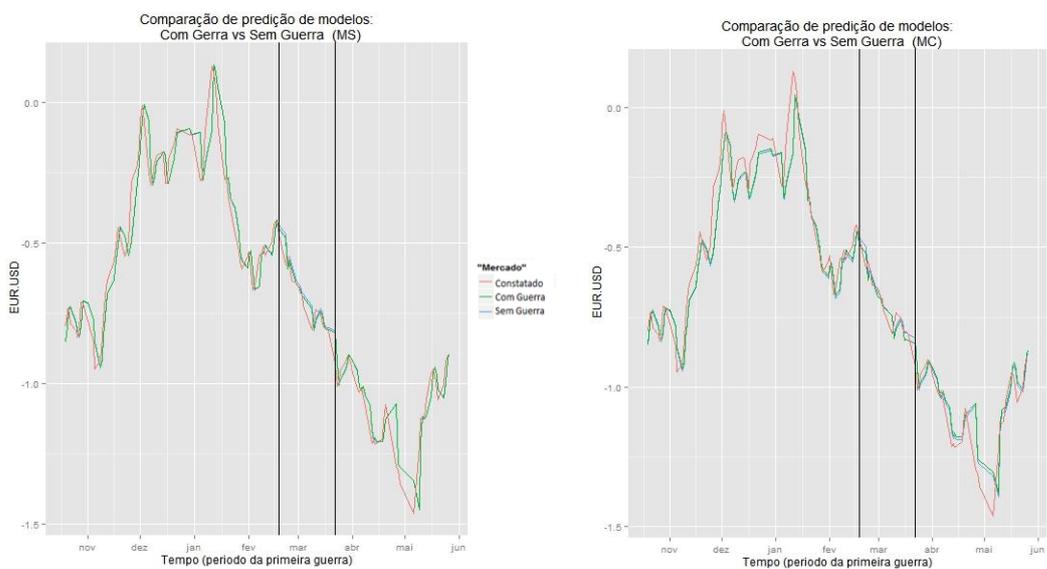


Figura 25– Compara o de previsão - EURO/DÓLAR

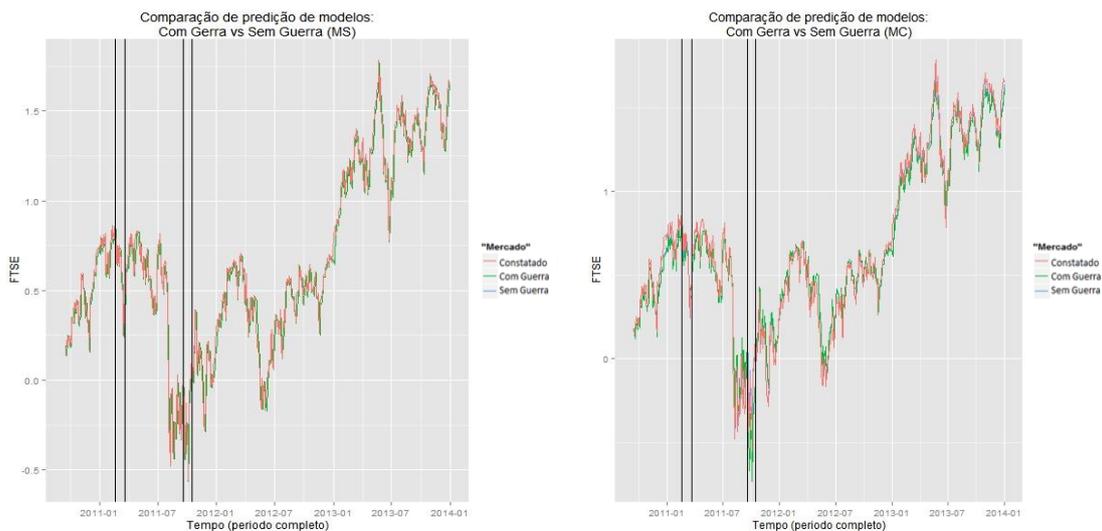


Figura 26– Comparação de previsão – FTSE

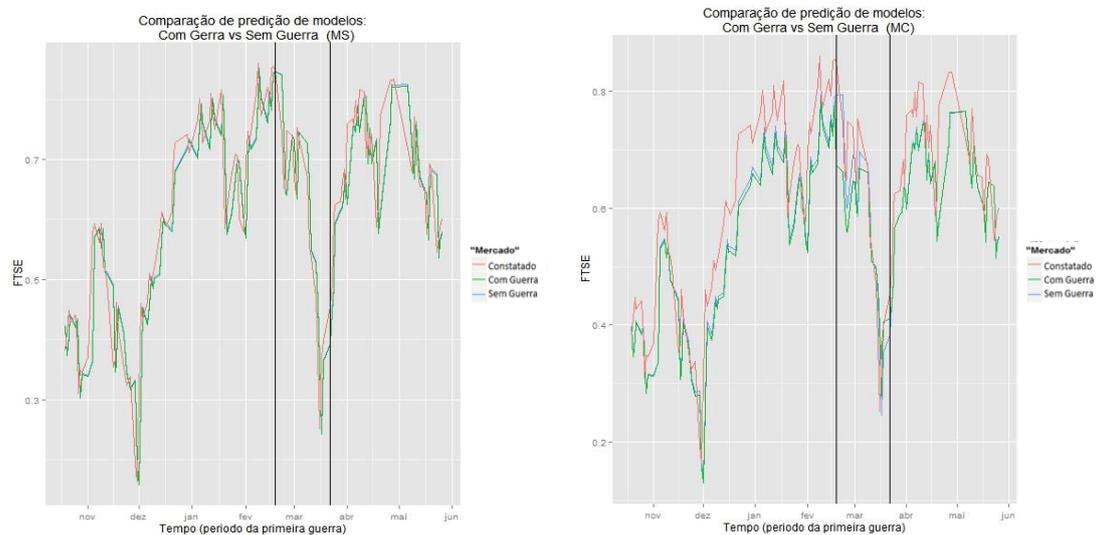


Figura 27– Comparação de previsão – FTSE

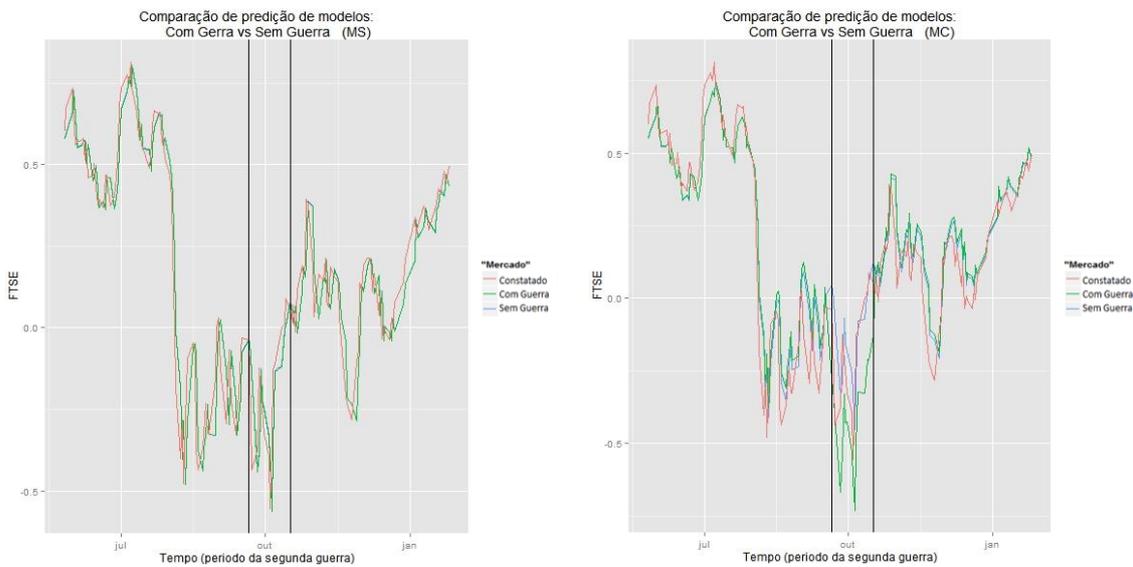


Figura 28– Comparação de previsão – FTSE

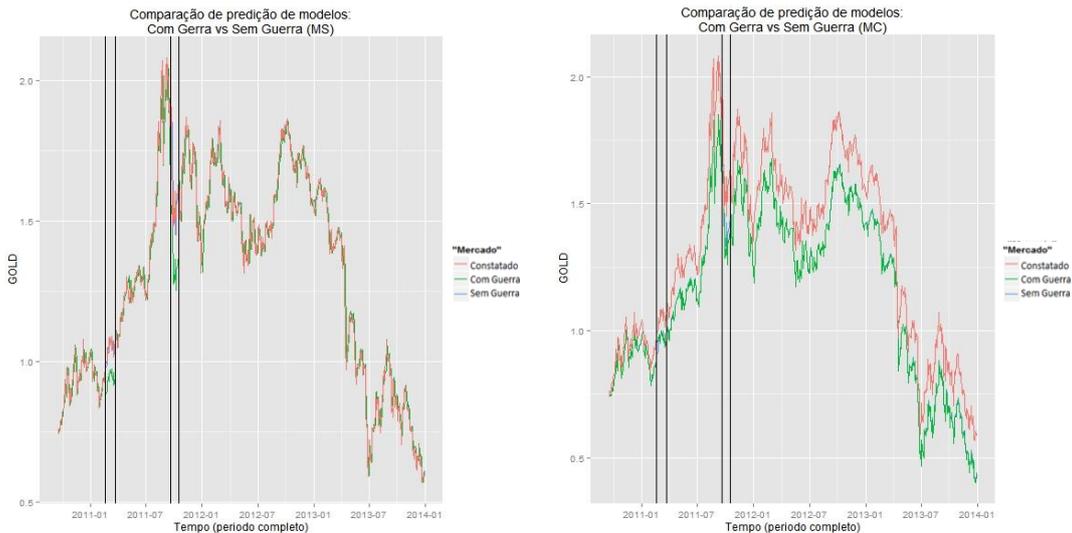


Figura 29– Comparação de previsão – OURO

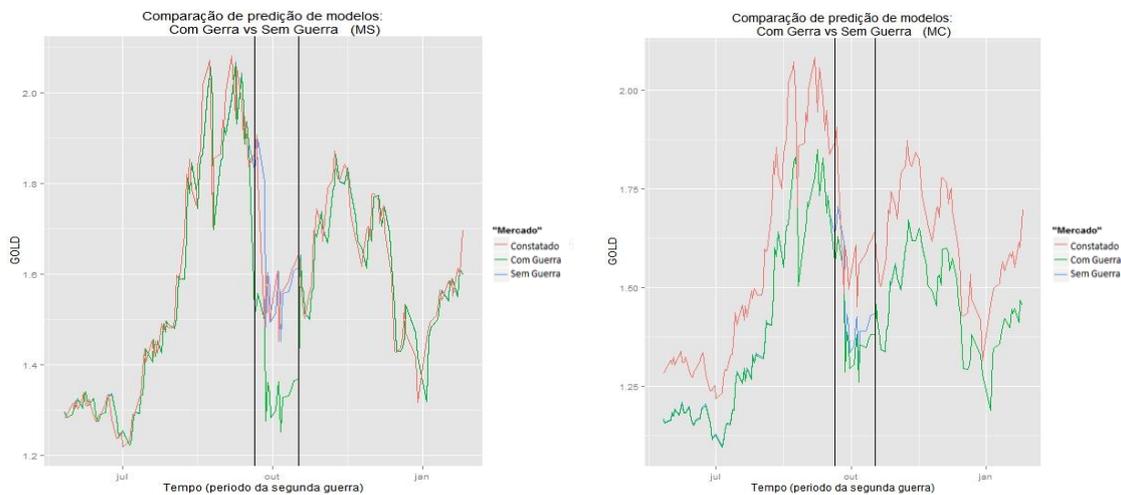


Figura 30– Comparação de previsão – OURO

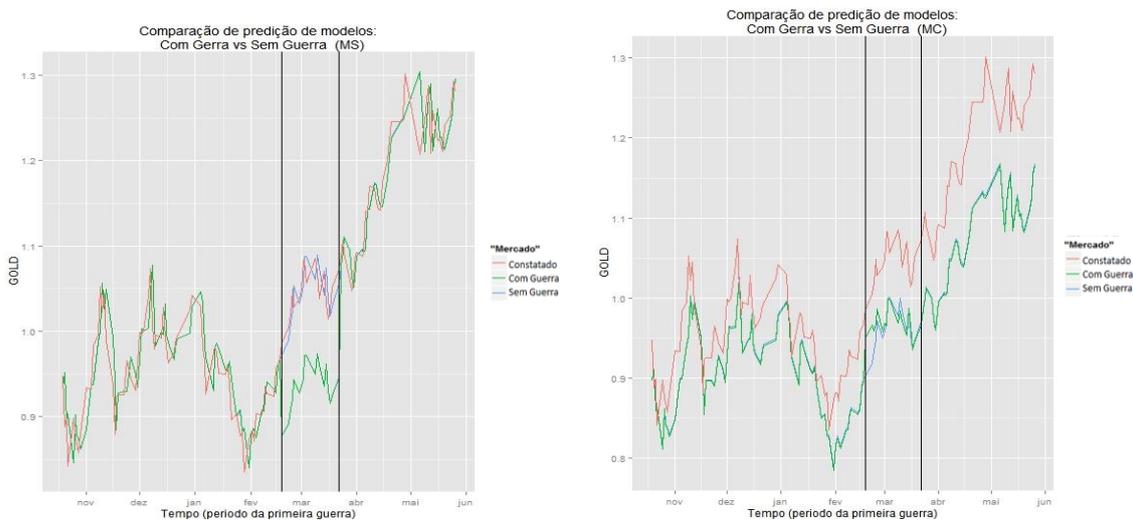


Figura 31– Comparação de previsão – OURO

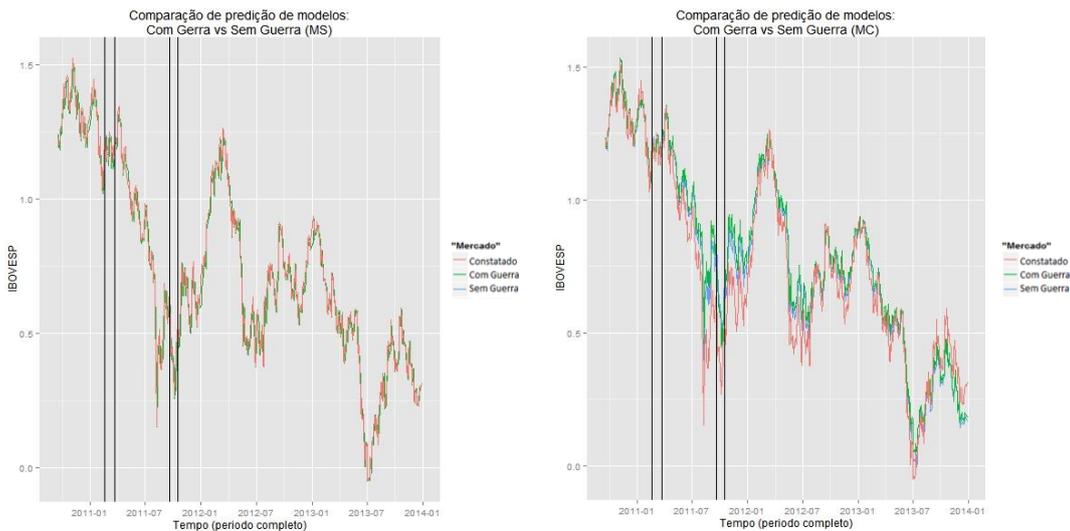


Figura 32– Comparação de previsão – IBOVESPA

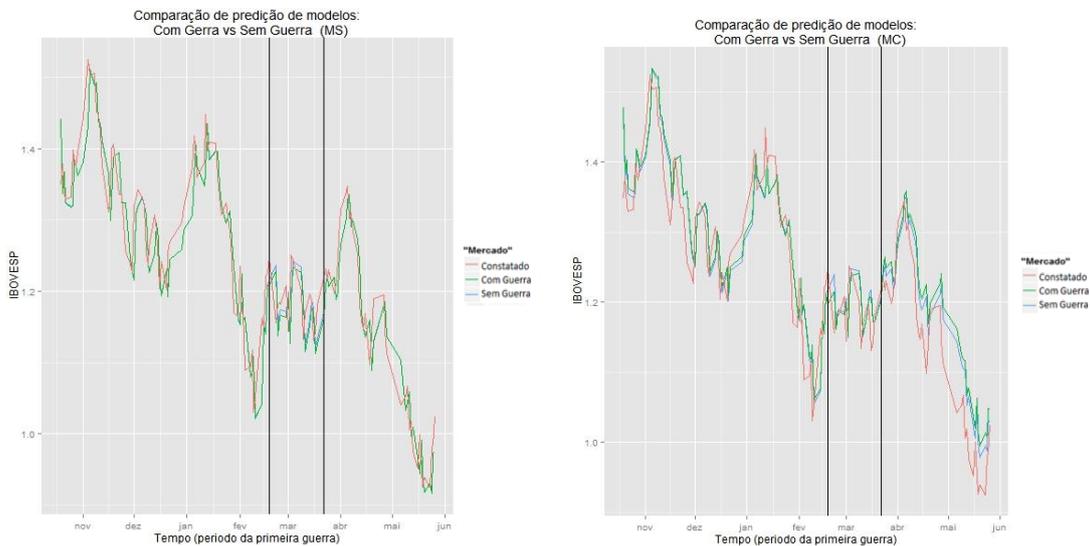


Figura 33– Comparação de previsão – IBOVESPA

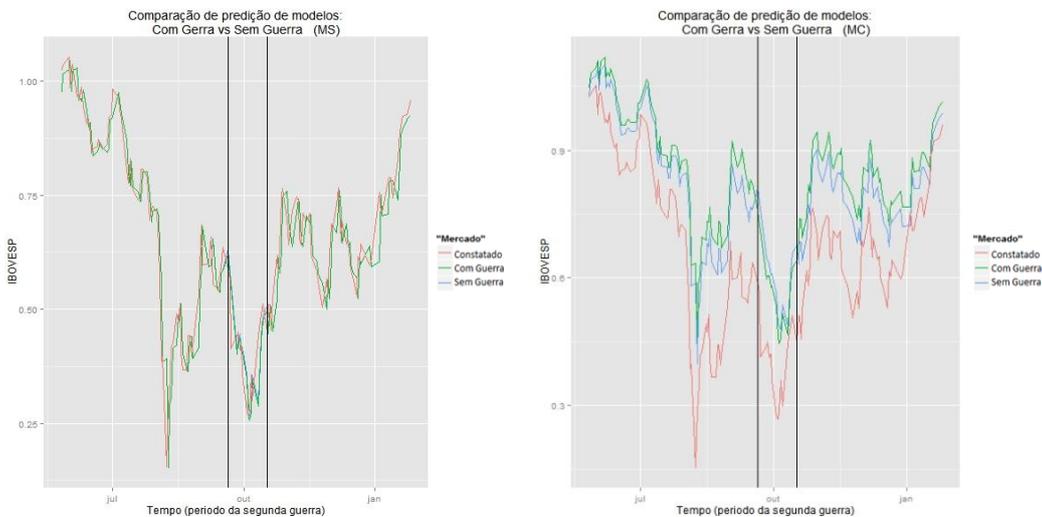


Figura 34– Comparação de previsão – IBOVESPA

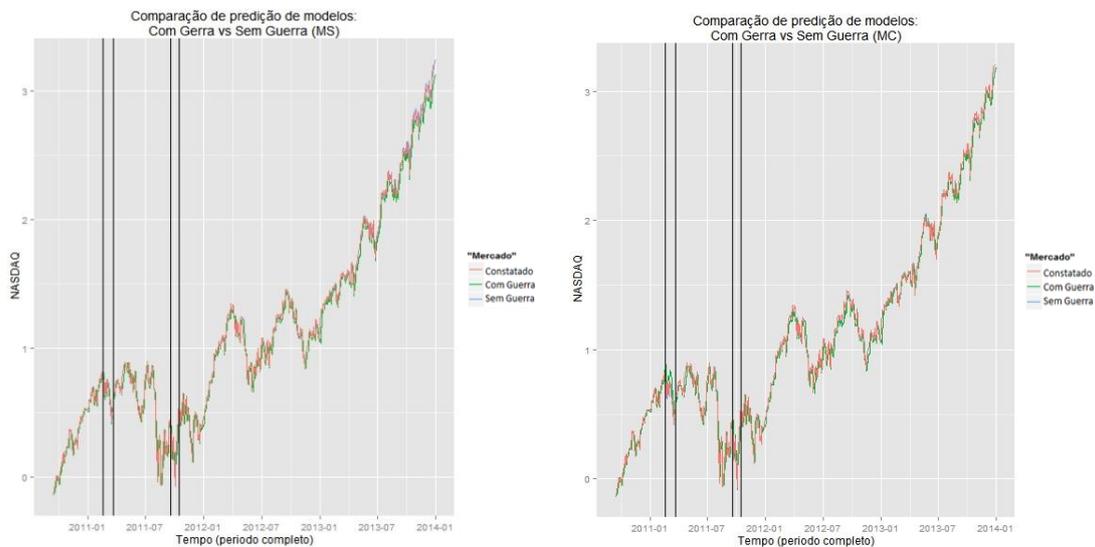


Figura 35– Comparação de previsão – NASDAQ

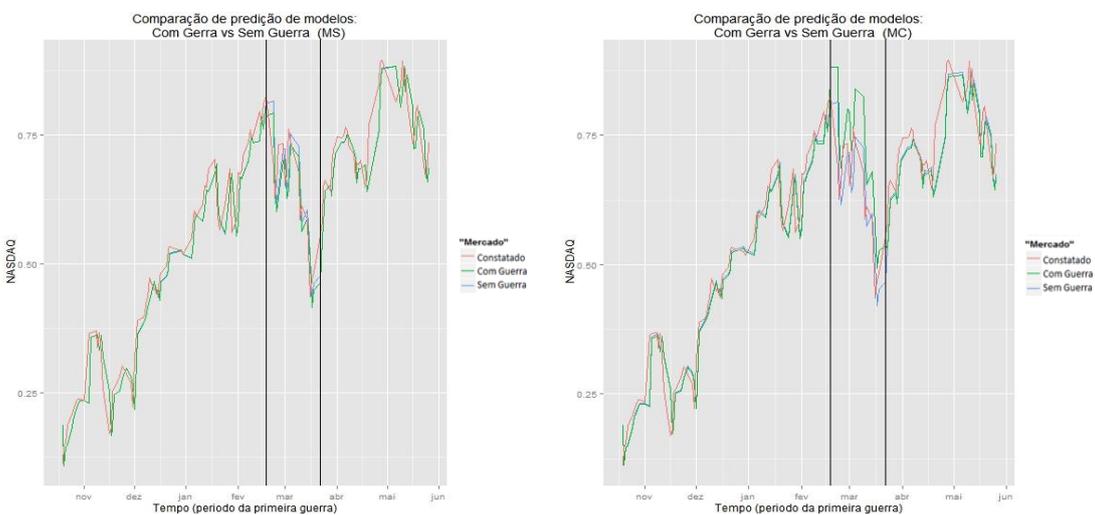


Figura 36– Comparação de previsão – NASDAQ

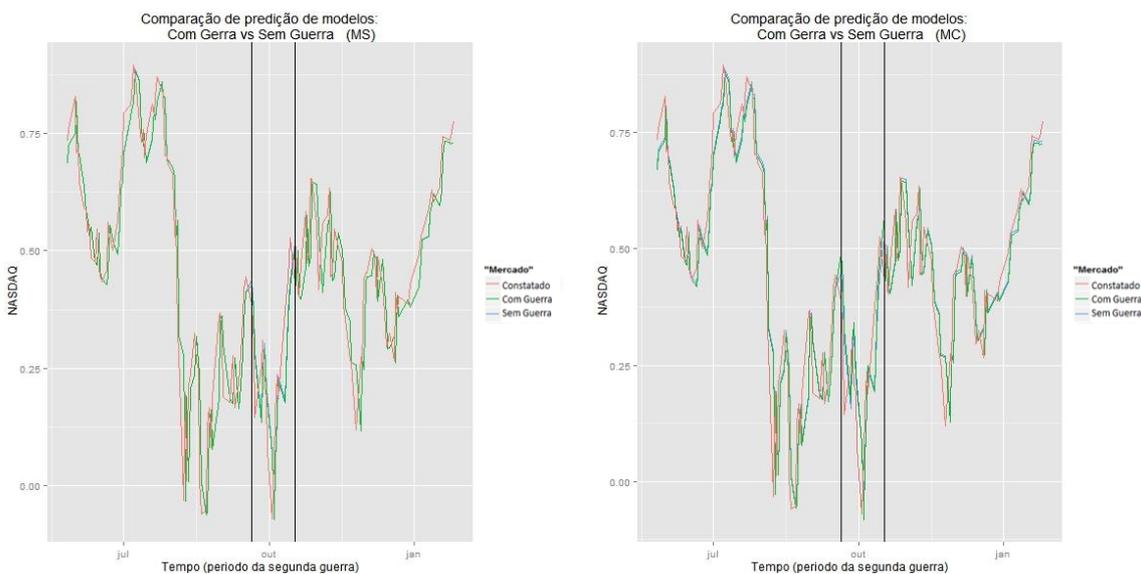


Figura 37– Comparação de previsão – NASDAQ

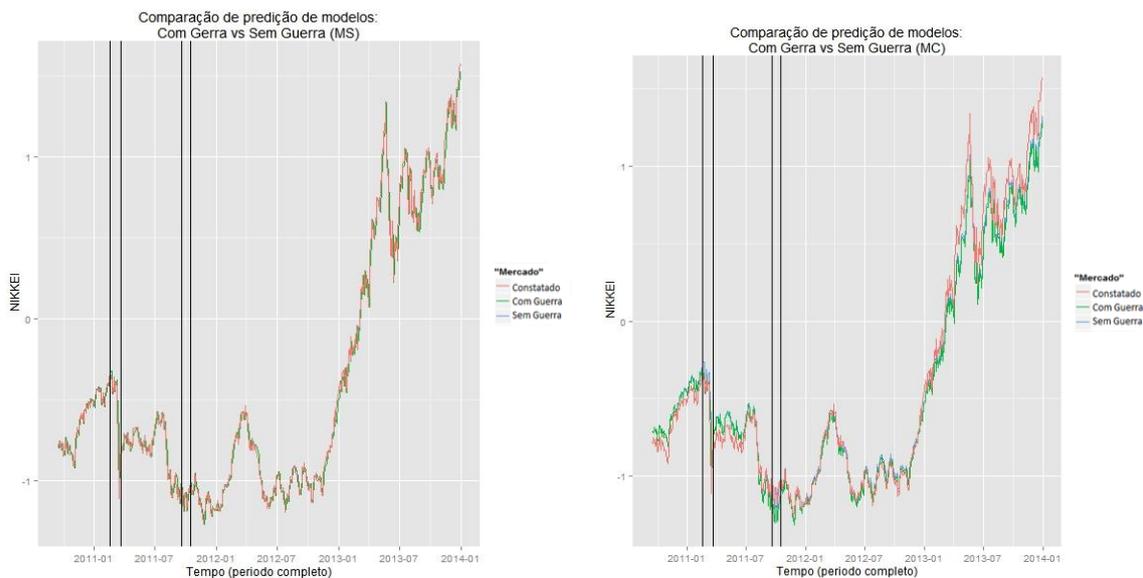


Figura 38– Comparação de previsão – NIKKEI

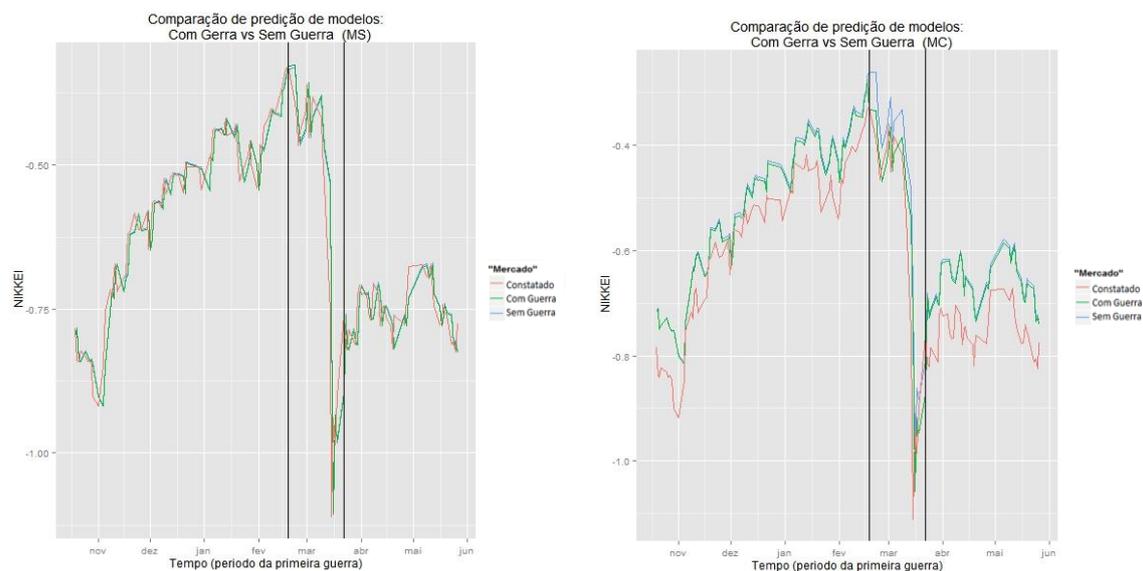


Figura 39– Comparação de previsão – NIKKEI

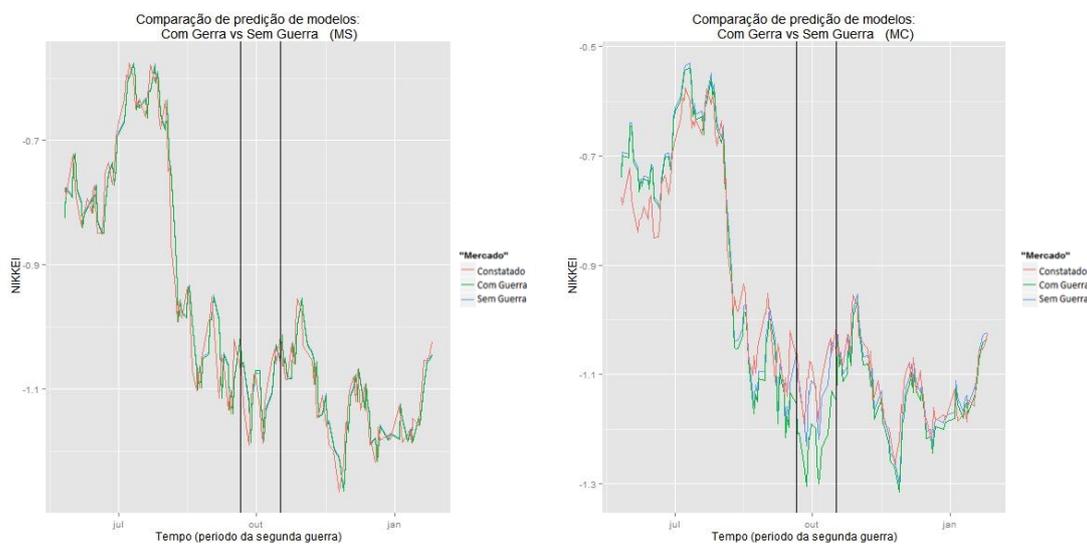


Figura 40– Comparação de previsão – NIKKEI

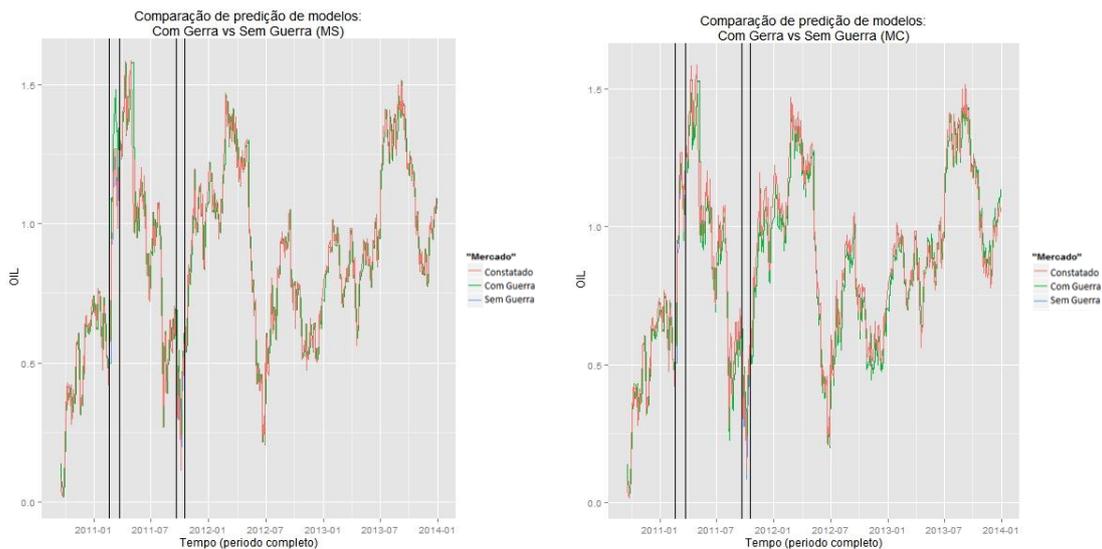


Figura 41– Comparação de previsão – PETROLEO

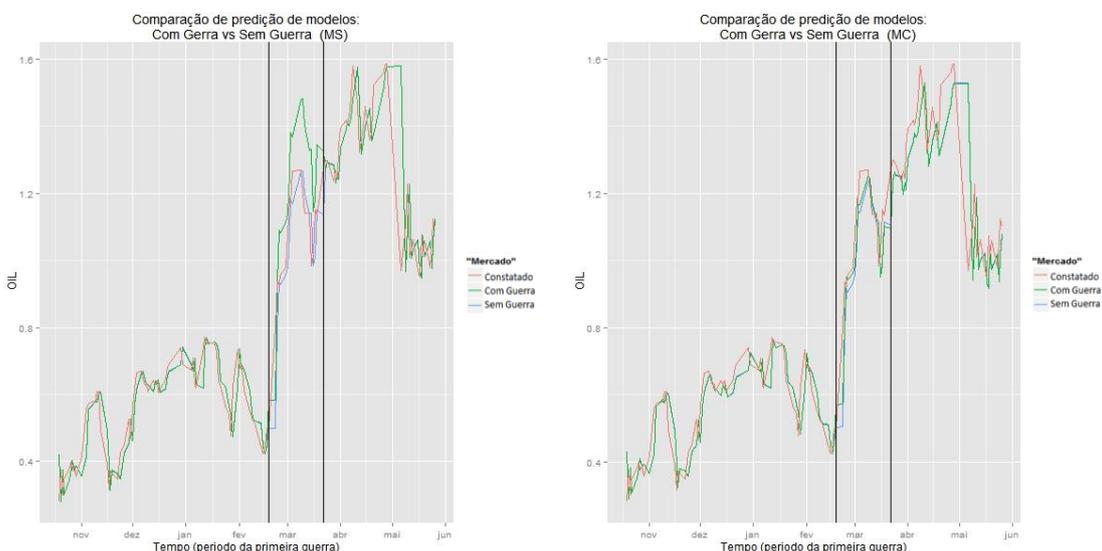


Figura 42– Comparação de previsão – PETROLEO

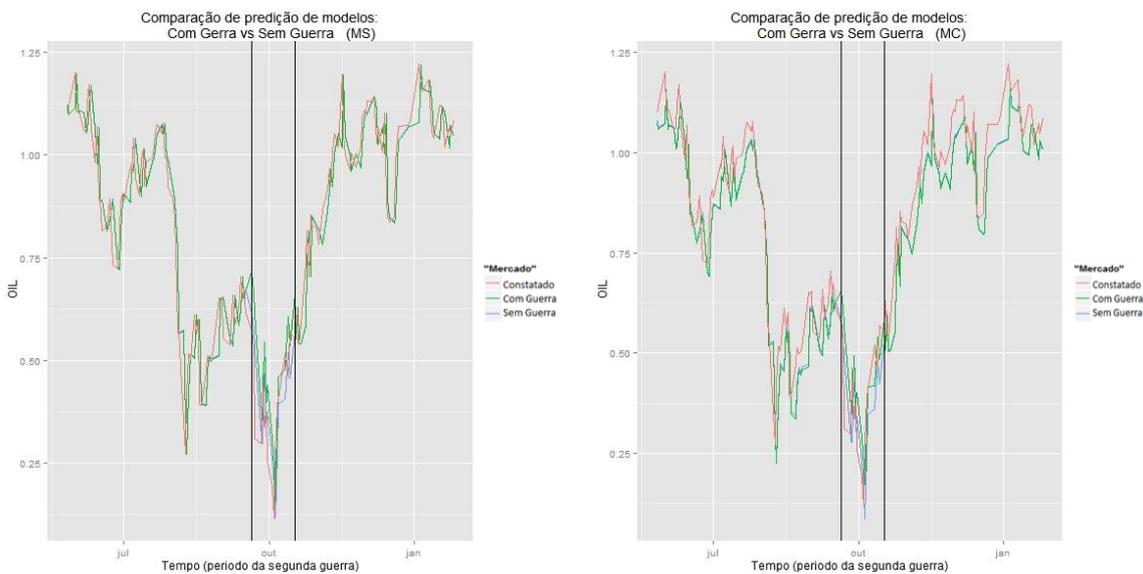


Figura 43– Comparação de previsão – PETROLEO

Apêndice C – Programação R

```

##ler arquivo com ajuste de defasagem.
dadosB<-read.csv2("C:\\Users\\Pedro Alexandre\\Google
Drive\\#IMPORTANTE - pedro\\ACADEMICO\\UNB\\###---PPA---###\\Base
de guerras\\mercado\\bASE\\Dados.csv")
#####Padronização dos dados
help(scale)

dados<-as.data.frame(dadosB[,1])
dados$CAC<-(scale(dadosB[,2]))
dados$DAX<-(scale(dadosB[,3]))
dados$FTSE<-(scale(dadosB[,4]))
dados$NASDAQ<-(scale(dadosB[,5]))
dados$IBOVESP<-(scale(dadosB[,6]))
dados$NIKKEI<-(scale(dadosB[,7]))
dados$DJI<-(scale(dadosB[,8]))
dados$EUR.USD<-(scale(dadosB[,9]))
dados$OIL<-(scale(dadosB[,10]))
dados$GOLD<-(scale(dadosB[,11]))
dados$Guerra<-(dadosB[,12])
dados$CAC.1<-(scale(dadosB[,13]))
dados$DAX.1<-(scale(dadosB[,14]))
dados$FTSE.1<-(scale(dadosB[,15]))
dados$NASDAQ.1<-(scale(dadosB[,16]))
dados$IBOVESP.1<-(scale(dadosB[,17]))
dados$NIKKEI.1<-(scale(dadosB[,18]))
dados$DJI.1<-(scale(dadosB[,19]))
dados$EUR.USD.1<-(scale(dadosB[,20]))
dados$OIL.1<-(scale(dadosB[,21]))
dados$GOLD.1 <-(scale(dadosB[,22]))

# Separando os dados para serie de trinamento, 70% - 30%.
dados1<-as.data.frame(ts(dados[1:1727,]))

```

```

dados2<-as.data.frame(ts(dados[1728:2465,]))

library(kernlab)
#-----
#Criação do valor de sigm, C =custo. O epsilon é o padrão do pacote

sigma<-seq(1e-06,1e-03 ,length.out = 80)
C<-seq(1,5000,length.out = 80)
Compare<-as.data.frame(expand.grid(sigma=sigma, C=C))

norma1<-c()
#-----
## Criação de maquina para modelo MERCADO - IBOVESPA
for (i in 1:nrow(Compare))
{
  x<-Compare[i,1]
  y<-Compare[i,2]

  maquinamercado <-
  ksvm(GOLD~CAC.1+DAX.1+FTSE.1+NASDAQ.1+IBOVESP.1+NIKK
  EI.1+DJI.1+EUR.USD.1+OIL.1+GOLD.1
  ,data=dados1,kernel="rbfdot",kpar=list(sigma=x),C=y,type="eps-
  svr",scaled = TRUE)

  mercadopredito<-predict(maquinamercado,newdata=dados1)
  previsaomercado<-predict(maquinamercado,newdata=dados2)
  norma1[i]<-sqrt(mean((dados2$GOLD-previsaomercado)^2))
  print(i)
}
#criação de lista com performace C e sigma
Compare$norma1<-norma1
#Melhor C e Sigma para maquina de suportes vetoriais.
melhor<-Compare[which(Compare$norma1 == (min(Compare$norma1))),]
melhor

```

```
#####
#####
#graFimco de eFimciencia de maquina de suportes vetoriais.
library(plot3D)
library(grDevices)
library(reshape2)
library(rgl)

#-----
y<-Compare$sigma
x<-Compare$C
z<-Compare$norma1

plot3d(x, y, z, col="red", size=3,type = "p",xlab="C", ylab="Sigma")

##### GraFimco
para trabalho SUPERFimCIE
z<-dcast(Compare,Compare[,2]~Compare[,1],value.var="norma1")
z<-as.matrix(z[,-1])
x<-C
y<-sigma
M<-mesh(x,y)

#####
jpeg(filename = ("C:\\Users\\Pedro Alexandre\\Google Drive\\#IMPORTANTE
- pedro\\ACADEMICO\\UNB\\###---PPA---###\\Base de
guerras\\mercado\\bASE\\Graficos\\Performace - MC - GOLD .jpeg"),
width = 600, height = 600, units = "px", quality = 100,
bg = "white", restoreConsole = TRUE, type = c("windows", "cairo"))

surf3D(M$x, M$y, z, colvar = z, facets = FALSE,
      bty="b2", main="Grafico de Performace - GOLD (MC) ",phi = 20, theta =
120,
      xlab="Parametro C",ylab= "Parametro sigma",zlab="RMCE",
```

```
colkey = list(length = 0.2, width = 0.4, shift = 0.05,
              cex.axis = 0.8, cex.clab = 0.85),
clab = c("Valor da RMCE"))
```

```
dev.off()
```

```
#####
#####
#-----
#####
x<-melhor[1,1]
y<-melhor[1,2]
```

```
maquinamercado <-
ksvm(GOLD~CAC.1+DAX.1+FTSE.1+NASDAQ.1+IBOVESP.1+NIKKEI.1+D
JI.1+EUR.USD.1+OIL.1+GOLD.1
      ,data=dados1, kernel="rbfdot", kpar=list(sigma=x), C=y, type="eps-
svr", scaled = TRUE)
```

```
mercadopredito<-predict(maquinamercado,newdata=dados1)
previsaomercado<-predict(maquinamercado,newdata=dados2)
```

```
maquinaguerra <-
ksvm(GOLD~CAC.1+DAX.1+FTSE.1+NASDAQ.1+IBOVESP.1+NIKKEI.1+D
JI.1+EUR.USD.1+OIL.1+GOLD.1+
```

```
I(CAC.1*Guerra)+I(DAX.1*Guerra)+I(FTSE.1*Guerra)+I(NASDAQ.1*Guerra)
+I(IBOVESP.1*Guerra)+I(NIKKEI.1*Guerra)+I(DJI.1*Guerra)+I(EUR.USD.1*
Guerra)+I(OIL.1*Guerra)+I(GOLD.1*Guerra)
```

```
,data=dados1, kernel="rbfdot", kpar=list(sigma=x), C=y, type="eps-svr", scaled
= TRUE)
```

```
guerrapredito<-predict(maquinaguerra,dados1)
```

```

previsaoguerra<-predict(maquinaguerra,dados2)

##### GráFimco dos resultados
library(ggplot2)

Constatado<-(dados2[,"GOLD"])
Guerra<-(previsaoguerra)
Mercado<-(previsaomercado)
DATA<-(as.Date(dadosB[1728:2465,1]))
Base<-data.frame(DATA,Mercado,Guerra,Constatado)
#### OBS: FALTA AJUInicioAR ESCALA TEMPORAL, REALOCAR
ESCALA DE COTAÇÃO, E COLOCAR LINHA PARA PERIODO DE
GUERRA.
## periodo para graFimco
gr<-data.frame(data<-as.Date(c("2011-02-18","2011-03-22","2011-09-
20","2011-10-17")))
Inicio<-0
Fim<-length(Constatado)
graficoCompa<-ggplot(Base[Inicio:Fim,],aes(x=DATA))+
  ggtitle("Comparação de predição de modelos:
          Com Gerra vs Sem Guerra (MC)      ") +
  labs(x="Tempo (periodo completo)",y=" GOLD")+
  geom_line(aes(y = Mercado, colour = "Mercado")) +
  geom_line(aes(y = Guerra, colour = "Guerra")) +
  geom_line(aes(y = Constatado, colour = "Constatado"))+
  geom_vline(data=gr, mapping=aes(xintercept=as.numeric(data)))
#####
gr<-data.frame(data<-as.Date(c("2011-02-18","2011-03-22")))
Inicio<-20
Fim<-150
graficoCompa1<-ggplot(Base[Inicio:Fim,],aes(x=DATA))+
  ggtitle("Comparação de predição de modelos:
          Com Gerra vs Sem Guerra (MC)      ") +
  labs(x="Tempo (periodo da primeira guerra)",y=" GOLD")+

```

```

geom_line(aes(y = Mercado, colour = "Mercado")) +
geom_line(aes(y = Guerra, colour = "Guerra")) +
geom_line(aes(y = Constatado, colour = "Constatado"))+
geom_vline(data=gr, mapping=aes(xintercept=as.numeric(data)))
#####
gr<-data.frame(data<-as.Date(c("2011-09-20","2011-10-17")))
Inicio<-150
Fim<-300
graficoCompa2<-ggplot(Base[Inicio:Fim,],aes(x=DATA))+
  ggtitle("Comparação de predição de modelos:
          Com Gerra vs Sem Guerra (MC) ") +
  labs(x="Tempo (periodo da segunda guerra)",y=" GOLD")+
  geom_line(aes(y = Mercado, colour = "Mercado")) +
  geom_line(aes(y = Guerra, colour = "Guerra")) +
  geom_line(aes(y = Constatado, colour = "Constatado"))+
  geom_vline(data=gr, mapping=aes(xintercept=as.numeric(data)))
#####

gr<-data.frame(data<-as.Date(c("2011-02-18","2011-03-22","2011-09-
20","2011-10-17")))
graficoCompa

gr<-data.frame(data<-as.Date(c("2011-02-18","2011-03-22")))
graficoCompa1

gr<-data.frame(data<-as.Date(c("2011-09-20","2011-10-17")))
graficoCompa2

#####
jpeg(filename = ("C:\\Users\\Pedro Alexandre\\Google Drive\\#IMPORTANTE
- pedro\\ACADEMICO\\UNB\\###---PPA---###\\Base de
guerras\\mercado\\bASE\\Graficos\\Temp1 - GOLD- MC.jpeg"),
  width = 600, height = 600, units = "px", quality = 100,
  bg = "white", restoreConsole = TRUE, type = c("windows", "cairo"))

```

```
gr<-data.frame(data<-as.Date(c("2011-02-18","2011-03-22","2011-09-
20","2011-10-17")))
graficoCompa
dev.off()
```

```
jpeg(filename = ("C:\\Users\\Pedro Alexandre\\Google Drive\\#IMPORTANTE
- pedro\\ACADEMICO\\UNB\\###---PPA---###\\Base de
guerras\\mercado\\bASE\\Graficos\\Temp2 - GOLD- MC.jpeg"),
      width = 600, height = 600, units = "px", quality = 100,
      bg = "white", restoreConsole = TRUE, type = c("windows", "cairo"))
gr<-data.frame(data<-as.Date(c("2011-02-18","2011-03-22")))
graficoCompa1
dev.off()
```

```
jpeg(filename = ("C:\\Users\\Pedro Alexandre\\Google Drive\\#IMPORTANTE
- pedro\\ACADEMICO\\UNB\\###---PPA---###\\Base de
guerras\\mercado\\bASE\\Graficos\\Temp3 - GOLD- MC.jpeg"),
      width = 600, height = 600, units = "px", quality = 100,
      bg = "white", restoreConsole = TRUE, type = c("windows", "cairo"))
gr<-data.frame(data<-as.Date(c("2011-09-20","2011-10-17")))
graficoCompa2
dev.off()
```

```
#####
# Comparação: ## erro de previsão.
##### Tabela de analise
##### so deve
ser rodad apos termino.
#k<-1
#Analise<-c()
#Analise$Ativo<-as.character(names(dados[2:11]))
#####
library(forecast)
```

```
Analise$C[k]<-melhor[1,2]
Analise$Sigma[k]<-melhor[1,1]
Analise$rmes[k]<-melhor[1,3]

# p-value, validação
residuo<-previsaomercado-dados2$GOLD
residuoguerra<-previsaoguerra-dados2$GOLD
Resultado<-dm.test(residuo,residuoguerra,alternative="greater")

Analise$DM1[k]<-Resultado$p.value

# p-value, 1 guerra validação
residuo<-previsaomercado[93:111]-dados2$GOLD[93:111]
residuoguerra<-previsaoguerra[93:111]-dados2$GOLD[93:111]

Resultado<-dm.test(residuo,residuoguerra,alternative="greater")

Analise$DM2[k]<-Resultado$p.value

# p-value, 2 guerra validação
residuo<-previsaomercado[225:241]-dados2$GOLD[225:241]
residuoguerra<-previsaoguerra[225:241]-dados2$GOLD[225:241]
Resultado<-dm.test(residuo,residuoguerra,alternative="greater")

Analise$DM3[k]<-Resultado$p.value

# p-value, treinamento
residuo<-mercadopredito-dados1$GOLD
residuoguerra<-mercadopredito-dados1$GOLD
Resultado<-dm.test(residuo,residuoguerra,alternative="greater")

Analise$DM4[k]<-Resultado$p.value

Analise<-as.data.frame(Analise)
```

Analise

#####

k<-k+1

k

#####

mean(Analise\$C)

mean(Analise\$Sigma)

max(Analise\$C)

min(Analise\$C)

max(Analise\$Sigma)

min(Analise\$Sigma)

help(write.csv2)

write.csv2(Analise,("C:\\Users\\Pedro Alexandre\\Google

Drive\\#IMPORTANTE - pedro\\ACADEMICO\\UNB\\###---PPA---###\\Base
de guerras\\mercado\\bASE\\Analise-MC.csv"))

#####

conflitos:

#01/10/2011 - Guerra da siria conflito por poder, governo vs grupos

#04/03/2011 - Guerra da Libya conflito por poder, governo vs grupos