

FGV - Fundação Getúlio Vargas

EPGE - Escola de Pós-Graduação em Economia

Mestrado em Finanças e Economia Empresarial

**O SEGURO GARANTIA NO CONTEXTO DA NOVA
REALIDADE DA CONSTRUÇÃO NAVAL BRASILEIRA**

Dissertação apresentada à Escola de Pós-Graduação em Economia como requisito parcial
para obtenção do grau de Mestre em Finanças e Economia Empresarial.

Aluno:

Jorge Roberto Coelho Gonçalves

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Luis Henrique Braidó (Orientador, EPGE-FGV)

Prof. Dr. Ricardo Simonsen (FGV Projetos)

Prof. Dr. Marcos Silveira (IPEA)

Maio de 2007

Para Flavia.

Agradecimentos

A todo o corpo docente do MFEE, pela excelência, o que faz da EPGE a melhor escola de Economia do Brasil.

Aos colegas de Mestrado, que sempre colaboraram para o sucesso conjunto de todos, formando a segunda metade indispensável à excelência de nossa Escola.

Aos professores Pedro Cavalcanti e Carlos Eugênio que, apesar das dúvidas quanto ao tempo que eu teria disponível para dedicar-me ao Mestrado, deram-me a chance. Espero que este trabalho seja a confirmação de que a decisão de vocês foi correta!

Ao corpo administrativo da EPGE, especialmente à Aline Cardoso de Souza e ao Vitor Barros Souza, sempre solícitos e eficientes em todas as horas.

Ao professor Genaro Dueire Lins, que foi o primeiro a entender e conseguir organizar o meu pensamento de modo a permitir que uma série de idéias desconexas pudesse vir a desaguar neste trabalho. Este trabalho é em parte seu, meu caro.

Ao meu Orientador, o Professor Luis H. B. Braido que, desprovido de preconceitos, acreditou na minha capacidade quando me apresentou caminhos mais difíceis e desafiadores. Este desafio foi a motivação que me trouxe ao final deste árduo caminho.

Ao meu pai e a minha mãe que permitiram que eu dedicasse toda a minha juventude ao estudo, sempre a salvo de outras preocupações.

Ao exemplo que meu pai me proporcionou. Ele sempre valorizou sobremaneira os estudos e para poder realizar os seus teve extrema dificuldade. A sua vitória é motivação constante, e certeza de que os obstáculos que enfrentamos serão transpostos, caso realmente tenhamos a determinação para tal.

E, finalmente, o meu agradecimento a Flavia, minha esposa, que sempre me apoiou incondicionalmente. Muitas vezes ela fez-me ver que o ficará para nossa vida é o resultado final, mesmo que para alcançá-lo tenhamos que deixar de lado o orgulho de um perfeccionista, e trilhar um caminho mais simplificado e objetivo. Este foi o conselho de uma lutadora, de uma vencedora; sem ela ao meu lado eu não teria chegado até aqui.

Resumo

Vivemos um momento de grande crescimento da construção naval no mundo, que é impulsionado pelo crescimento do comércio entre as nações, em um mundo cada vez mais globalizado. O mesmo se repete no Brasil. O principal objetivo deste trabalho é propor uma metodologia para o cálculo objetivo do valor a ser garantido ao cliente da indústria naval, de modo a criar os incentivos econômicos corretos para os artífices da relação principal-agente.

Inicialmente descreverei a Tecnologia da Construção Naval e os problemas econômicos que encontramos, passando a seguir a expor o Mercado Naval, estando aí incluídos o lado consumidor e os produtores de navios, sendo eles nacionais ou internacionais.

Finalmente passaremos ao detalhamento da solução de seguro proposta, com a formalização do tipo de seguro, nível de cobertura e monitoramento. Para tal utilizaremos a metodologia de *Vector-Autorregression* combinada a uma simulação de Monte Carlo. Os resultados encontrados são checados e apontamos os caminhos para aperfeiçoar a metodologia e possíveis usos alternativos para ela.

Abstract

The world shipbuilding industry experiences a time of outstanding growth, which is driven by the growing trade among nations, in a world of ever growing globalization. The same occurs in Brazil. This paper's main goal is to propose a methodology for the objective calculation of the value to be guaranteed to the client by the shipbuilding industry, in order to create the right economic incentives to the players in the principal-agent relation.

Initially I will describe the Shipbuilding Technology and the economic problems we find, followed by a shipbuilding market exposition, including the consumer and the producer sides, either domestic or international.

Finally we move to the detailing of the proposed insurance solution, formalizing the type of insurance, the coverage and monitoring levels. To achieve this we will use the Vector Autoregression methodology combined with a Monte Carlo Simulation. The outcome is then checked and we point out ways to improve the methodology as well as possible alternative uses to it.

Sumário

1. Introdução	9
2. A Tecnologia da Construção Naval	11
3. Problemas Econômicos na Construção Naval	13
3.1 A Especificidade dos Ativos e Suas Consequências	13
3.2 Os Atores no Cenário da Construção Naval	14
3.3 Questões Econômicas Entre os Atores	15
4. Mercado Naval.....	17
4.1 Conjuntura Mundial	17
4.2 Histórico da Construção Naval Brasileira	20
4.3 Um Novo Começo	22
5. O Seguro Garantia na Construção Naval	23
5.1 Formalização da Solução	23
5.1.1 Cláusulas Contratuais Básicas	23
5.1.2 Tipo de Seguro	25
5.2 Nível de Seguro	27
5.2.1 Fatores de Risco	28
5.2.2 Projeções dos Fatores de Risco Utilizando-se VAR.....	31
5.2.3 Método de Cálculo do Nível de Seguro Utilizando Simulação de Monte Carlo	34
5.2.4 Cálculo do Nível de Seguro Utilizando Simulação de Monte Carlo	38
5.3 Nível de Monitoramento	42
5.3.1 Certificação do Preço de Venda do Navio.....	42
5.3.2 Monitoramento Durante a Construção	42
6. Conclusão.....	43
Apêndice I – O Modelo de VAR e Simulação de Monte Carlo - Detalhamento.....	44
I.1 O Modelo Utilizado	44
I.2 A Escolha da Ordem do VAR	44
I.3 Teste de Diagnóstico do VAR	45
I.4 Projeções dos Fatores de Risco a Partir dos Resultados do VAR	45
I.5 Redução do Modelo de VAR	46
Apêndice II – O Modelo de VAR e Simulação de Monte Carlo – Cálculos Numéricos.....	47
II.1 Dados Utilizados	47
II.2 Critério de Seleção da Ordem do VAR	49
II.3 Resultados do Cálculo do VAR(2)	49
II.4 Projeções a Serem Utilizadas na Simulação de Monte Carlo	60
II.5 Resultados da Simulação de Monte Carlo	65
II.6 Resultados do Cálculo do VAR(2) Reduzido	67
II.7 Projeções do VAR Reduzido a Serem Utilizadas na Simulação de Monte Carlo	77
II.8 Resultados da Simulação de Monte Carlo a partir do Modelo Reduzido	82
Apêndice III – O Programa Escrito na Linguagem R para o Cálculo do Modelo de VAR e da Simulação de Monte Carlo – Listagem.....	84
Bibliografia	91

Índice de Figuras

Figura 3.1 – Relações entre os Entes Envolvidos	14
Figura 3.2 – Questões Econômicas entre os Agentes	15
Figura 4.1 – Crescimento do PIB Real do Mundo.....	17
Figura 4.2 – Crescimento do Volume de Comércio do Mundo.....	18
Figura 4.3 – Participação na Produção Mundial de Navios em CGT*	18
Figura 4.4 – Preço Médio por CGT* em diversos países em 2006	19
Figura 4.5 – Evolução dos Preços de Navios (Esq.) e da Carteira de Encomendas(Dir.)	19
Figura 4.6 – Volume de Produção de Navios em AB*: Brasil x Mundo	20
Figura 4.7 – Volume de Produção de Navios no Brasil x IGP-DI.....	21
Figura 5.1 – Séries dos Fatores de Risco (Jan/1999 até Dez/2006).....	31
Figura 5.2 – Série em Log da Variação do Preço do Aço (Fev/1999 até Dez/2006).....	32
Figura 5.3 – Série em Log da Variação do IPCA (Fev/1999 até Dez/2006)	33
Figura 5.4 – Série em Log da Variação do Real (Fev/1999 até Dez/2006)	33
Figura 5.5 – Série em Log da Variação do Euro (Fev/1999 até Dez/2006).....	33
Figura 5.6 (a) – Série do preço do Aço e valores simulados – somente 10 trajetórias – em Log	34
Figura 5.6 (b) – Série do preço do Aço e valores simulados – somente 10 trajetórias.....	34
Figura 5.7 – Simulação de Monte Carlo	35
Figura 5.8 (a) – Trajetórias de Custo Acumulado.....	36
Figura 5.8 (b) – Desvios entre o Orçado e o Simulado.....	36
Figura 5.9 (a) –Trajetórias de Custo Acumulado.....	37
Figura 5.9 (b) –Desvios entre o Orçado e o Simulado.....	37
Figura 5.10 – Histograma da Distribuição dos Desvios Mensais.	38
Figura 5.11 – Histograma da Distribuição do 1º Tipo.	38
Figura 5.12 – Histograma da Distribuição do 2º Tipo.	39
Figura 5.13 – Histograma da Distribuição do 3º Tipo.	39
Figura II.1 – Gráficos da Regressão da Equação do Preço do Aço.	50
Figura II.2 – Gráficos da Regressão da Equação do IPCA.....	51
Figura II.3 – Gráficos da Regressão da Equação do Real.....	52
Figura II.4 – Gráficos da Regressão da Equação do Euro.	53
Figura II.5 – Gráficos da Regressão da Equação do Preço do Aço – Distribuição e Auto- Correlação dos Resíduos.....	54
Figura II.6 – Gráficos da Regressão da Equação do IPCA – Distribuição e Auto-Correlação dos Resíduos.	55
Figura II.7 – Gráficos da Regressão da Equação do Real – Distribuição e Auto-Correlação dos Resíduos.	56
Figura II.8 – Gráficos da Regressão da Equação do Euro – Distribuição e Auto-Correlação dos Resíduos.	57
Figura II.9 (a) – Série do preço do Aço e valores simulados (A partir do 97º mês) – Em Log	61
Figura II.9 (b) – Série do preço do Aço e valores simulados (A partir do 97º mês) – Em Log	61
Figura II.10 (a) – Série do IPCA e valores simulados (A partir do 97º mês) – em Log.....	62
Figura II.10 (b) – Série do IPCA e valores simulados (A partir do 97º mês).....	62
Figura II.11 (a) – Série do Real e valores simulados (A partir do 97º mês) – em Log.....	63
Figura II.11 (b) – Série do Real e valores simulados (A partir do 97º mês).....	63
Figura II.12 (a) – Série do Euro e valores simulados (A partir do 97º mês) – em Log	64
Figura II.12 (b) – Série do Euro e valores simulados (A partir do 97º mês)	64
Figura II.13 – Trajetória do Custo Acumulado Orçado.....	65

Figura II.14 – 10000 Trajetórias do Custo Acumulado Simuladas	65
Figura II.15 – 10000 Trajetórias dos Desvios entre Custo Acumulado Orçado e Simulado..	65
Figura II.16 – Distribuição do Tipo 1	66
Figura II.17 – Distribuição do Tipo 2	66
Figura II.18 – Distribuição do Tipo 3	66
Figura II.19 – Gráficos da Regressão da Equação do Preço do Aço (Reduzido).	67
Figura II.20 – Gráficos da Regressão da Equação do IPCA (Reduzido).	68
Figura II.21 – Gráficos da Regressão da Equação do Real (Reduzido).	69
Figura II.22 – Gráficos da Regressão da Equação do Euro (Reduzido).	70
Figura II.23 – Gráficos da Regressão da Equação do Preço do Aço – Distribuição e Auto- Correlação dos Resíduos (Reduzido).	71
Figura II.24 – Gráficos da Regressão da Equação do IPCA – Distribuição e Auto-Correlação dos Resíduos (Reduzido).	72
Figura II.25 – Gráficos da Regressão da Equação do Real – Distribuição e Auto-Correlação dos Resíduos (Reduzido).	73
Figura II.26 – Gráficos da Regressão da Equação do Euro – Distribuição e Auto-Correlação dos Resíduos (Reduzido).	74
Figura II.27 (a) – Série do preço do Aço e valores simulados (A partir do 97º mês) (Reduzido) – em Log.	78
Figura II.27 (b) – Série do preço do Aço e valores simulados (A partir do 97º mês) (Reduzido).	78
Figura II.28 (a) – Série do IPCA e valores simulados (A partir do 97º mês) (Reduzido) – em Log.	79
Figura II.28 (b) – Série do IPCA e valores simulados (A partir do 97º mês) (Reduzido).	79
Figura II.29 (a) – Série do Real e valores simulados (A partir do 97º mês) (Reduzido) – em Log.	80
Figura II.29 (b) – Série do Real e valores simulados (A partir do 97º mês) (Reduzido).	80
Figura II.30 (a) – Série do Euro e valores simulados (A partir do 97º mês) (Reduzido) – em Log.	81
Figura II.30 (b) – Série do Euro e valores simulados (A partir do 97º mês) (Reduzido).	81
Figura II.31 – 10000 Trajetórias do Custo Acumulado Simuladas (Reduzido).	82
Figura II.32 – 10000 Trajetórias dos Desvios entre Custo Acumulado Orçado e Simulado com o Modelo Reduzido.	82
Figura II.33 – Distribuição do Tipo 1 (Reduzido)	83
Figura II.34 – Distribuição do Tipo 2 (Reduzido)	83
Figura II.35 – Distribuição do Tipo 3 (Reduzido)	83

Índice de Tabelas

Tabela 5.1 – Detalhamento do Orçamento do Navio.....	27
Tabela 5.2 – Percentual de participação da subdivisão do preço.....	28
Tabela 5.3 – Percentual de participação da subdivisão do risco.....	28
Tabela 5.4 – Valores dos Fatores de Risco.	29
Tabela 5.5 – Montagem da Simulação de Monte Carlo.....	29
Tabela 5.6 – Valores mensais do orçamento parametrizados.	30
Tabela 5.7 – Valores mensais como orçados inicialmente.	30
Tabela 5.8 – Quantis das Distribuições resultantes das Simulações de Monte Carlo (Valores em US\$).	40
Tabela 5.9 – Quantis das Distribuições resultantes das Simulações de Monte Carlo (Em % do Preço de Venda).	40

Tabela II.1 – Fatores de Risco – Parte 1	47
Tabela II.2 – Fatores de Risco – Parte 2	48
Tabela II.3 – Matriz Var-Covar VAR(2)	60
Tabela II.4 – Uma Iteração dos Choques nos Fatores de Risco dentro do Horizonte de Previsão.....	60
Tabela II.5 – Matriz de Var-Covar dos Choques nos Fatores de Risco dentro do Horizonte de Previsão acima.	60
Tabela II.6 – Diferenças Percentuais entre a Matriz de Variância- Covariância dos Choques Acima e a Matriz de Variância-Covariância do VAR(2).....	60
Tabela II.7 – Comparação Entre as Três Distribuições Calculadas.....	66
Tabela II.8 – Matriz Var-Covar VAR(2) Reduzido.....	77
Tabela II.9 – Uma Iteração dos Choques nos Fatores de Risco dentro do Horizonte de Previsão.....	77
Tabela II.10 – Matriz de Var-Covar dos Choques nos Fatores de Risco dentro do Horizonte de Previsão acima.	77
Tabela II.11 – Diferenças Percentuais entre a Matriz de Variância- Covariância dos Choques Acima e a Matriz de Variância-Covariância do VAR(2) Reduzido.	77
Tabela II.12 – Comparação Entre as Três Distribuições Calculadas (Reduzido).....	83

1. Introdução

A Construção Naval remonta a tempos imemoriais; o mar sempre povoou o imaginário da humanidade, e a sua conquista sempre foi um objetivo de todas as civilizações. Portanto, construir embarcações é preparar-se para um passeio ao desconhecido, para uma exploração do imaginário.

A todos fascina a capacidade que um navio moderno possui de ter vida independente, de ser auto-suficiente durante o período que cruza impunemente oceanos antes tão temidos.

Como em outras áreas do desenvolvimento humano, o progresso tecnológico permitiu-nos vencer os oceanos com crescente facilidade, a ponto de este tipo de transporte ter perdido o *glamour* que desfrutava no passado.

Hoje em dia, com algumas exceções, a humanidade não usa os oceanos para o transporte de pessoas entre países diferentes, tendo os navios sido substituídos pelos aviões nesta tarefa. Os grandes navios hoje se concentram em atividades bem distintas: lazer e transporte de cargas.

De toda maneira, a aura que envolve um navio e a sua construção remanesce. A construção de um titã de 15000 toneladas de peso que será feita em terra firme e o seu posterior lançamento ao mar ainda escapa a percepção de nosso senso comum. Como explicar que um navio com aço suficiente para construir 30000 carros pode ser transportado com segurança e controladamente de terra para a água? Isto se explica com tecnologia e conhecimento.

A engenharia naval no mundo, e a brasileira não é diferente, domina completamente todas as fases da construção naval, desde a concepção do navio até a sua construção e testes, não existem zonas cinza, não existem áreas desconhecidas onde os riscos não possam ser evitados.

Vivemos um momento de grande crescimento da construção naval no mundo, que é impulsionado pelo crescimento do comércio entre as nações, em um mundo cada vez mais globalizado.

A indústria de construção naval brasileira vive um momento de crescimento, mesmo que em taxas inferiores às internacionais. Para que possamos potencializar tal crescimento e realmente explorar as possibilidades que se apresentam, precisamos tentar resolver o problema de fornecimento de garantias de entrega para os clientes da indústria naval.

O objetivo deste trabalho é propor uma metodologia para o cálculo objetivo do valor a ser garantido ao cliente da indústria naval, de modo a criar os incentivos econômicos corretos para ambas as partes.

Para tal inicialmente descreverei a Tecnologia da Construção Naval e os problemas econômicos que encontramos, descrevendo os seus atores e os papéis que desempenham; continuarei expondo o Mercado Naval, estando aí incluídos o lado consumidor, representado pelo comércio internacional, e os produtores de navios, sendo eles nacionais ou internacionais.

Passaremos a seguir ao detalhamento da solução de seguro proposta, com a formalização do tipo de seguro, nível de cobertura e monitoramento. No procedimento de cálculo do nível de cobertura estarei combinando e adaptando a metodologia proposta em Jorion [4], Hayt e Song [6] e Kim, Malz e Mina [7]; utilizando-me da proposição feita em Sims [14] e das ferramentas propostas em Lutkepohl [8] e construídas em Pfaff [11].

Finalizarei com os resultados encontrados, os caminhos para aperfeiçoar a metodologia e possíveis usos alternativos para ela.

2. A Tecnologia da Construção Naval

Inicialmente é necessária a contextualização exata do tipo de construção naval ao qual estamos nos referindo. Estaremos estudando a construção naval predominante no hemisfério ocidental, caracterizada por uma escala limitada e por embarcações construídas sob medida para o cliente que, no jargão do setor, é denominado **Armador**. O ente responsável pela construção do navio é denominado **Estaleiro**.

Em contraponto a este tipo de construção naval, temos aquela predominantemente praticada nos países orientais. O tipo de construção naval dominante naqueles países caracteriza-se pela fabricação seriada de navios em grande escala. Desta maneira, grandes ganhos de escala são atingidos. Esta filosofia de construção em muito se assemelha àquela da indústria automobilística, onde o cliente pode escolher alguns “opcionais”, mas não pode opinar ou alterar a filosofia do projeto do carro, que, por sua vez, determinará a utilização deste. Portanto, o cliente tem que se adaptar aos tipos de navios que são oferecidos.

Genericamente, ambos os tipos de indústria naval recebem a denominação de Estaleiro, já que ambos constroem navios. Podemos denominar o tipo de indústria naval preponderante no oriente como **Fábrica de Navios**, ao invés de estaleiro, dada o seu foco exacerbado na linha de produção em detrimento da especificidade dos requisitos do cliente. Portanto, quando mencionarmos o termo Estaleiro estaremos nos referindo a uma indústria que produz navios sob encomenda, seguindo requisitos estritos e muitas vezes exclusivos de cada cliente, esta diferenciação será importante na nossa análise.

Outro importante ponto a ressaltar de diferença entre a situação operacional das fábricas de navios em contraste com os estaleiros é a existência de fornecedores nas vizinhanças das fábricas. Nos países onde estão instaladas, as fábricas de navios dispõem de uma infraestrutura industrial a elas direcionada e integrada, fornecendo localmente todos os insumos necessários, cobrando preços competitivos. Novamente nos aproximamos do caso da indústria automobilística. Já os estaleiros dependerão, na sua maioria, de importar grande parte de seus insumos, que não são localmente produzidos, ou o são de maneira pouco eficiente.

Após o cliente, o Armador, definir os seus requisitos, o Estaleiro prepara o texto da **Especificação de Construção** e os desenhos que formarão os **Planos Contratuais**. A Especificação de Construção consiste de um volume ou volumes escritos descrevendo

detalhadamente, nos mínimos detalhes, todo o navio a ser futuramente construído. Neste documento são estabelecidos os critérios de projeto, as Regras e Regulamentos a serem obedecidos, os critérios de construção, testes e certificação do navio a ser construído. Normalmente as Especificações de Construção têm entre 300 e 600 páginas de texto. Os Planos Contratuais são desenhos de engenharia definindo características como forma e arranjo que não seriam facilmente descritas em um texto escrito e que, em conjunto com a Especificação de Construção, definem o escopo técnico do navio a ser construído pelo Estaleiro, a esse conjunto denominamos **Especificações Técnicas**.

De posse da Especificação e dos Planos Contratuais é possível ao Estaleiro calcular o custo de fabricação e apresentar uma proposta ao Armador interessado. Caso as partes cheguem a um pré-acordo sobre os números inicialmente envolvidos, passa-se a uma próxima fase de negociação, na qual são negociados os termos contratuais e eventuais alterações nas especificações técnicas.

Com a negociação concluída é feita a assinatura do contrato. Este tipo de contrato normalmente possui um dispositivo que é chamado de **Cláusula de Eficácia**, ou seja, nela são estabelecidas condições que, se atendidas, o contrato entrará automaticamente em eficácia, obrigando as partes envolvidas a cumprir o que nele foi estabelecido. Geralmente existe um prazo de tempo curto, geralmente de 30 dias, para que estas condições sejam cumpridas, após o qual o contrato torna-se nulo e sem qualquer valor para ambas as partes.

3. Problemas Econômicos na Construção Naval

3.1 A Especificidade dos Ativos e Suas Consequências

A grande especificidade do navio sendo construído em um Estaleiro, como nos moldes dos contratos antes descritos, pode levar a problemas de oportunismo pós-contratual, tanto por parte do Estaleiro como da parte do Armador. Não podemos perder de vista que o navio foi especificado para atender as necessidades específicas do Armador, perdendo valor se for vendido a outro Armador. Da mesma forma, o Estaleiro projetou o navio de modo a que este seja construído em suas instalações, não sendo trivial a sua realocação para outro construtor naval.

Por seu lado, ao Estaleiro pode ser interessante desviar-se do cumprimento correto do contrato inicialmente estabelecido, na tentativa de auferir maiores lucros ou evitar maiores prejuízos, já que o Armador será um refém do Estaleiro, dada a especificidade do ativo que este necessita. É importante salientar que, apesar do fato do Armador poder contratar outro Estaleiro para completar uma construção que porventura apresente problemas, a perda de tempo e os danos consequentes que daí poderão advir, tal como o *default* em um contrato de transporte já previamente acertado, muitas vezes inviabilizam tal atitude.

Também ao Armador o caminho desviado do oportunismo pós-contratual pode significar um *pay-off* maior. Não raro um Armador contrata uma embarcação com vistas a atender um movimento de aumento de demanda só para ver, alguns meses depois, algum fato superveniente mudar a conjuntura e tornar a embarcação ora em construção num estorvo para seu futuro proprietário. Esta possibilidade existe, e o Estaleiro poderá ver-se com suas instalações parcialmente ocupadas impedindo que atendam outro cliente. O Estaleiro estará em situação difícil, já que a especificidade do navio ora em construção torna-o de difícil ou impossível revenda para outros potenciais clientes. Portanto, a possibilidade de que Armadores busquem conseguir reduções de preço, aumento de especificação ou mesmo o cancelamento do contrato após seu início, não pode ser afastada.

É necessário buscar o alinhamento de objetivos entre Estaleiro e Armador para tentarmos evitar o oportunismo pós-contratual. Isto pode ser feito através da utilização de uma série de dispositivos contratuais bem como com outros instrumentos disponíveis no mercado.

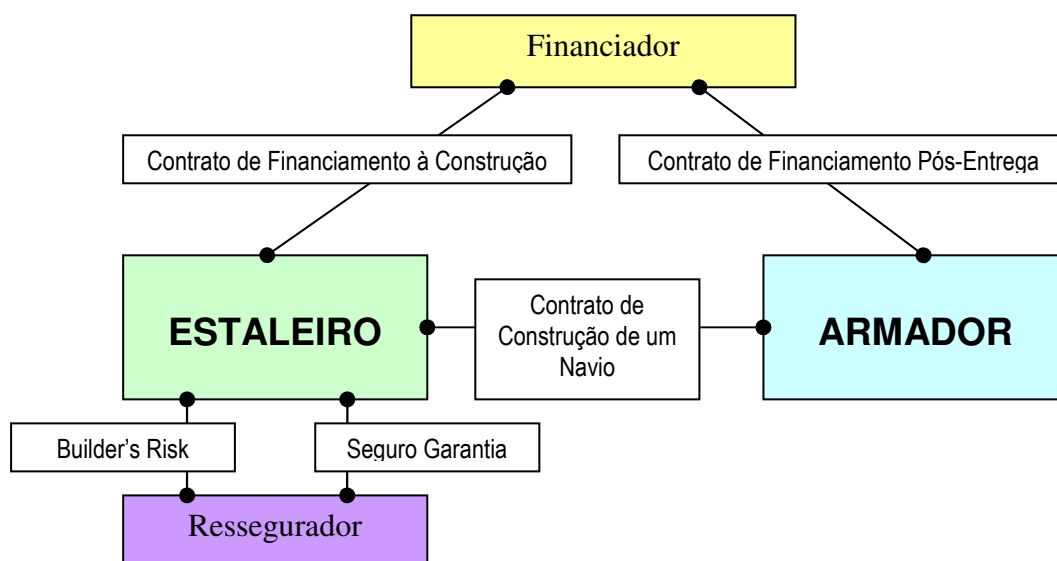
3.2 Os Atores no Cenário da Construção Naval

Estaleiro e Armador não são os dois únicos artífices neste palco. Existem também os **Financiadores** e os **Resseguradores**. Estes dois entes geralmente estão presentes em tais arranjos contratuais, apesar de que a sua presença não é pré-condição para a existência daqueles.

Os Financiadores são instituições financeiras, públicas ou privadas, que podem financiar a construção do navio, o seu pagamento ao final da construção pelo Armador ao Estaleiro ou ambos. Os Resseguradores são instituições que provém resseguro e, em última análise, carregam o risco dos seguros eventualmente contratados para a consecução ou durante a vigência do contrato de construção de um navio.

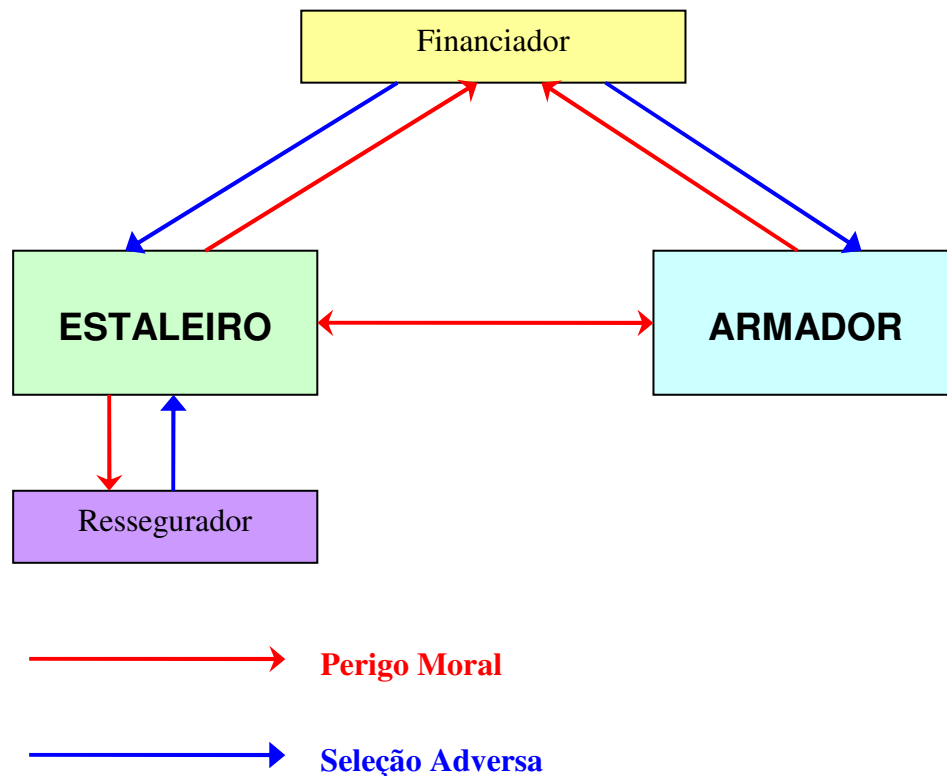
Apresento a seguir figura mostrando as relações entre os diferentes entes anteriormente citados. Por questão de simplicidade estão considerados somente um financiador e um ressegurador.

Figura 3.1 – Relações entre os Entes Envolvidos



3.3 Questões Econômicas Entre os Atores

Figura 3.2 – Questões Econômicas entre os Agentes



A assimetria de informação existente entre as diferentes partes envolvidas, combinada com a especificidade dos ativos em questão e com o problema da racionalidade limitada dá causa a uma série de questões econômicas entre as partes mencionadas na figura 3.2.

O Financiador sofre com o problema de seleção adversa em relação ao Estaleiro e ao Armador, já que estes conhecem o seu tipo, enquanto aquele terá de tentar descobri-lo. Desta maneira, o Financiador pode vir a escolher um cliente que representará mais risco, já que este tentará passar-se pelo tipo melhor, podendo inclusive aceitar pagar um custo mais alto pelo financiamento.

Da mesma maneira o Ressegurador sofre com o problema de seleção adversa em relação ao Estaleiro, que tentará sinalizar ser do melhor tipo, mesmo que não o seja.

Os contratos de construção naval são naturalmente incompletos, já que existem custos muito altos para escrevermos um contrato completo para este fim. É impossível prever todas as contingências que podem vir a acontecer, e mesmo que fosse possível seria por demais custoso acordar o que fazer em cada estado da natureza considerado [9].

De toda maneira, é necessário que o contrato traga mecanismos que permitam um eficiente compartilhamento de risco entre as partes envolvidas, maximizando o *pay-off* das partes quando acontecer um alinhamento de objetivos. Devemos buscar um arcabouço contratual que traga incentivo para os agentes revelarem os seus tipos, maximizando os resultados.

Outro ponto de suma importância é a definição do nível de monitoramento. O monitoramento pode ao menos minimizar o problema de oportunismo pós-contratual por parte do Estaleiro. Existem métodos que permitem um acompanhamento quase que passo a passo de todas as atividades desde a fase de projeto, passando pela de suprimento, até alcançarmos a de construção e os testes finais.

Apesar de diminuir o problema de perigo moral, o monitoramento não o elimina, já que a assimetria de informação ainda perdurará, mesmo que minimizada. O Estaleiro sempre saberá exatamente o nível de esforço que está praticando e, mesmo este sendo observável através dos procedimentos de monitoramento, ele não poderá ser totalmente verificado. Desta forma é necessário determinar o nível de seguro, ou outra forma de garantia, que traria o incentivo ótimo ao Estaleiro para este não apresentar desvio em sua conduta após a eficácia do contrato.

Como já dissemos anteriormente também existe o risco de oportunismo após o contrato por parte do Armador. O risco de perigo moral por parte do Armador pode ser resolvido de algumas formas. A garantia das obrigações contratuais do Estaleiro realizada em percentuais menores que 100%, não garantindo totalmente o Armador, é uma das soluções possíveis.

Desta forma a posição do Armador será menos confortável, já que em caso de não *performance* do Estaleiro induzida por ações oportunistas do Armador, este sofrerá perdas significativas. É importante salientar que é praticamente impossível monitorar as eventuais ações oportunistas por parte do Armador, sendo aqui muito importante o arcabouço contratual.

Outra forma de evitarmos o perigo moral por parte do Armador em relação ao Estaleiro é através do requerimento da utilização de uma Carta de Crédito Bancária, em valor a ser definido, que será paga ao Estaleiro caso o Armador não cumpra seu compromisso de pagamento remanescente na data de entrega da embarcação. Neste caso a entrega da embarcação é certificada por um terceiro previamente qualificado pelas partes, não havendo, portanto, a possibilidade de comportamento oportunista das partes.

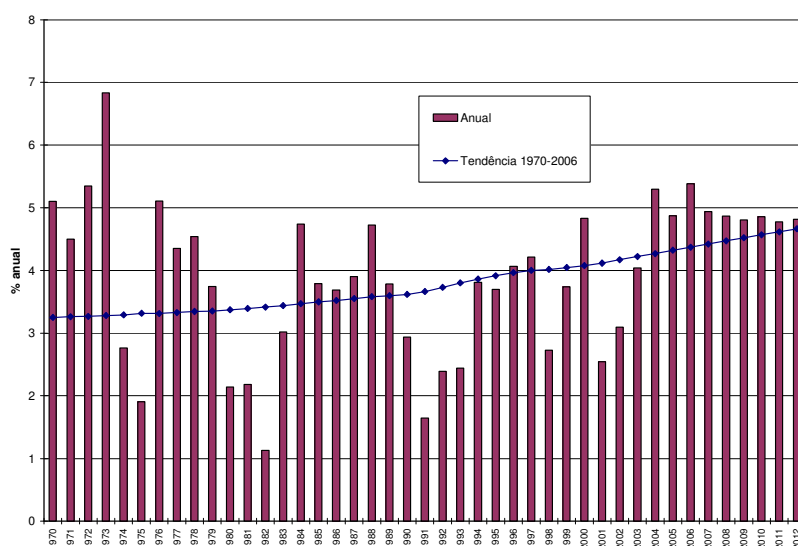
4. Mercado Naval

4.1 Conjuntura Mundial

Atualmente a conjuntura mundial do Mercado Naval é extremamente positiva. Tanto Armadores quanto Estaleiros vivem ciclo de crescimento.

O crescimento econômico do mundo, que segundo dados do FMI foi de 5,4% em 2006 e continuará no nível de 4,9% em 2007 e 2008, impulsiona o comércio internacional, que cresceu 9,2% em 2006 e, segundo as previsões do FMI, crescerá 7% e 7,4% em 2007 e 2008, respectivamente. Das figuras 4.1 e 4.2 é fácil perceber que a aceleração do comércio internacional é maior do que a do crescimento.

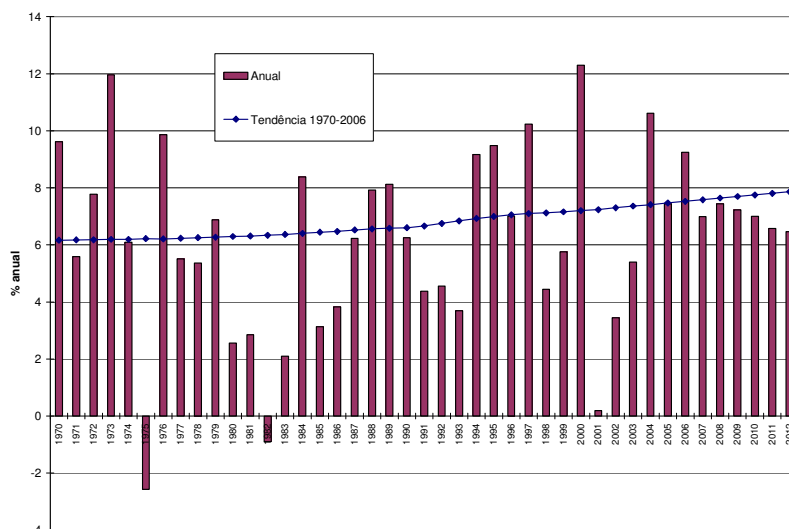
Figura 4.1 – Crescimento do PIB Real do Mundo



Fonte: IMF April 2007 World Economic Outlook

Enquanto esta conjuntura perdurar, também continuará o crescimento das frotas marítimas necessárias para transportar as *commodities* bem como os produtos acabados entre os produtores e consumidores. Enquanto China e Índia mantiverem-se como motores deste crescimento atual, o crescimento do setor naval continuará, até porque a sua localização geográfica incentiva o transporte marítimo.

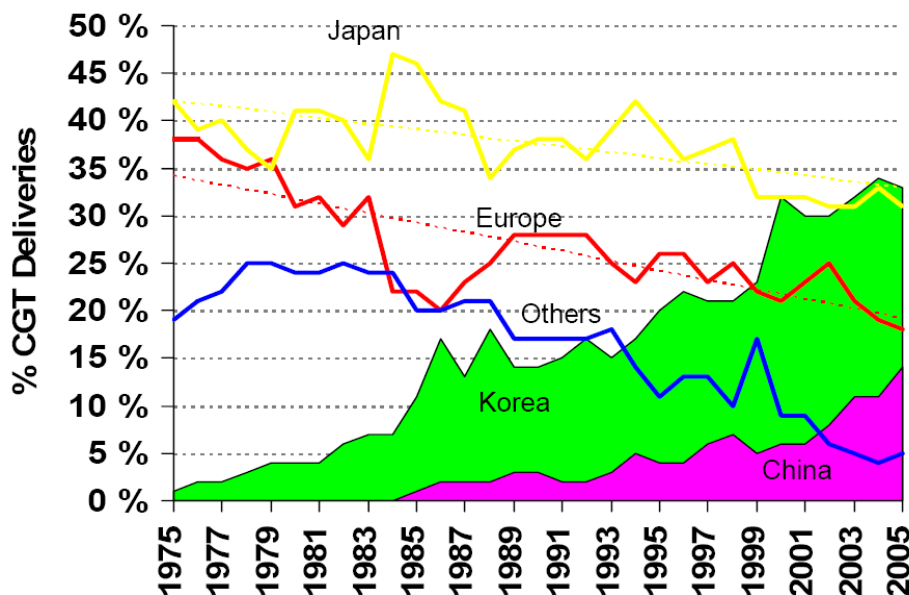
Figura 4.2 – Crescimento do Volume de Comércio do Mundo



Fonte: IMF April 2007 World Economic Outlook

Alguns governos têm adotado políticas de incentivo à construção naval. Segundo [10] o governo chinês pretende que a China seja o principal produtor de navios até 2020, segundo a mesma publicação o Vietnã pretende ser o quarto maior produtor até 2015. O governo japonês suspendeu a sua política de limitação de capacidade dos estaleiros locais em 2003, portanto espera-se que a construção naval do Japão possa voltar a crescer.

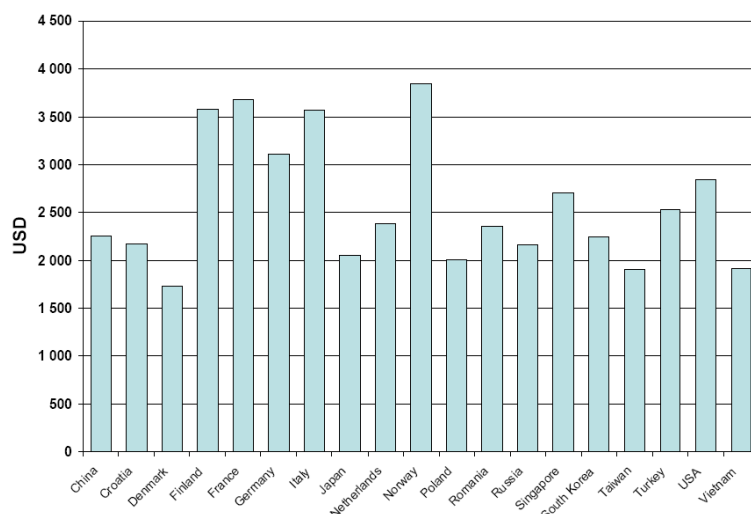
Figura 4.3 – Participação na Produção Mundial de Navios em CGT*



Fonte: IUMI - International Union of Marine Insurance, a partir de dados da Clarkson.

Nota: *CGT: Compensated Gross Tonnage – medida de tamanho criada pela OECD que leva em consideração a complexidade do navio construído, portanto um navio menor em tamanho pode ter um CGT maior do que um maior, desde que seja mais complexo. Podemos ver que a Europa ainda apresenta produção significativa em CGT.

Figura 4.4 – Preço Médio por CGT* em diversos países em 2006

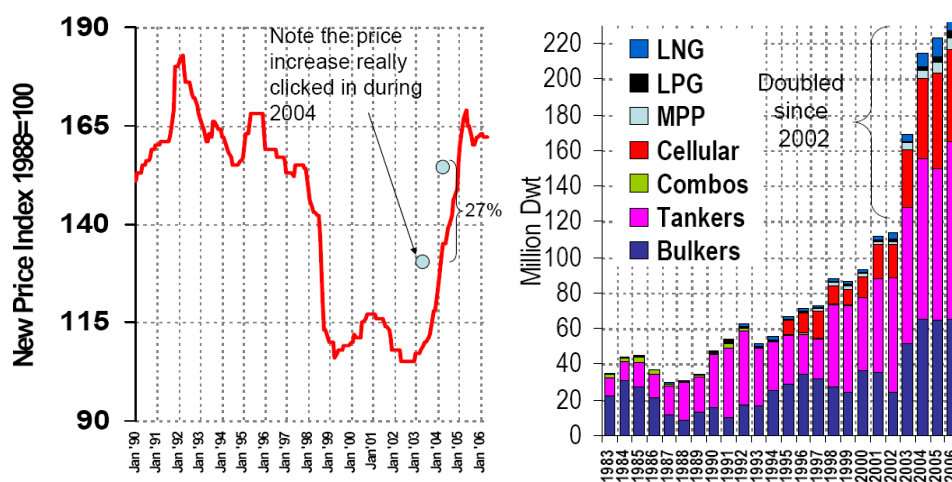


Fonte: IUMI - International Union of Marine Insurance, a partir de dados da Clarkson.

Nota: *CGT: Compensated Gross Tonnage – medida de tamanho criada pela OECD que leva em consideração a complexidade do navio construído, portanto um navio menor em tamanho pode ter um CGT maior do que um maior, desde que seja mais complexo.

Da figura 4.4 percebemos que quando comparamos os preços utilizando a correção introduzida pelo CGT, os países orientais não são significativamente mais eficientes que países da Europa oriental ou mesmo que alguns da Europa central.

Figura 4.5 – Evolução dos Preços de Navios (Esq.) e da Carteira de Encomendas (Dir.)



Fonte: IUMI - International Union of Marine Insurance, a partir de dados da Clarkson.

Nota: LNG – Navio para transporte gás natural; LPG – Navio para transporte de gás liquefeito de petróleo; MPP – Navio cargueiro multi-propósito (transporta contêineres bem como outras cargas); Cellular – Navio somente para o transporte de contêineres; Compos – Navio somente para o transporte de granel e outras cargas; Tankers – Navio para o transporte de granel líquido (petróleo e outros); Bulklers – Navio para o transporte de granéis (Grãos, Carvão, Minério e outros); Dwt – Medida de Capacidade de Carga do Navio

A demanda está forte para praticamente todos os tipos de navios, como podemos ver na figura 4.5 (Dir.), tendo dobrado desde os níveis de 2002. Entretanto, isto não necessariamente implica em lucratividade para os fabricantes de navios, já que os custos de energia e commodities utilizados na construção (como o aço) também subiram muito. Além disso, os novos entrantes no mercado limitam a exploração da demanda forte atual [10].

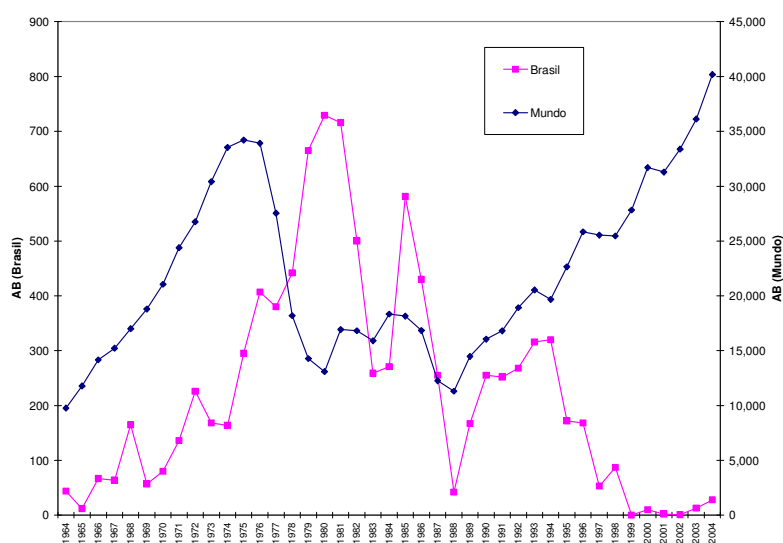
4.2 Histórico da Construção Naval Brasileira

A história moderna da construção naval no Brasil é marcada pelo intervencionismo estatal e pelas crises inflacionárias.

Desde sua implantação moderna, com o Plano de Metas na década de 50, até o final do Segundo Plano de Construção Naval em 1979, o governo deu as cartas no setor de construção naval. Esta situação perdurou, em menor escala até a poucos anos atrás. Iniciativas recentes no início do segundo governo Fernando Henrique e neste momento com o plano de renovação da frota da Transpetro (Subsidiária da Petrobras) tentam reviver aquele processo. Através da distribuição dos contratos financiamento para construção de navios aos Armadores e da conseguinte distribuição destas obras aos Estaleiros, o governo arquitetou um crescimento rápido da construção naval.

Na figura 4.6 podemos notar que os ciclos de crescimento e declínio da construção naval no Brasil têm uma significativa correlação com estes movimentos em todo o mundo.

Figura 4.6 – Volume de Produção de Navios em AB*: Brasil x Mundo



Fonte: Lloyd's Register's "World Fleet Statistics" e Sinaval

Nota: * A unidade utilizada é a Arqueação Bruta (AB) que mede o volume de útil do navio, mesmo que este não seja um cargueiro.

Após um crescimento sustentado desde o início da década de 60, aconteceu queda significativa no final dos anos 70, com alguma retomada na primeira metade da década de 80, com declínio no final desta. A partir deste ponto vemos que a indústria naval brasileira cresceu como a internacional até 1994. Após aquele ano o declínio foi total, com o século 21 começando com níveis de entrega de embarcações compatíveis com a década de 50.

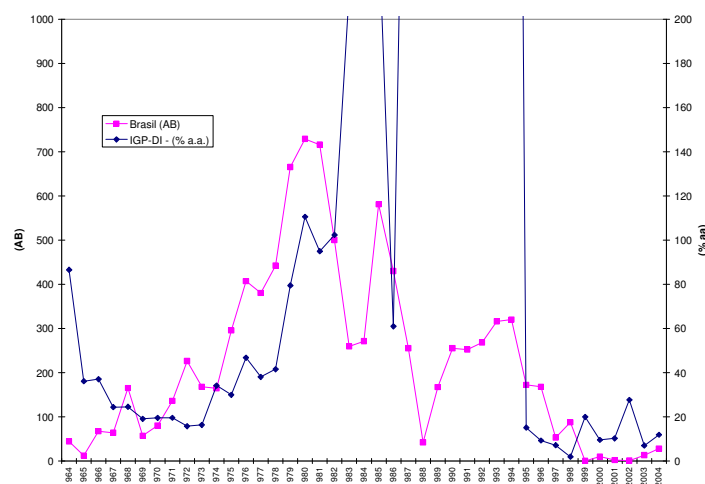
Em [1] encontramos um estudo detalhado dos motivos desta derrocada, dos quais destacaremos alguns a seguir.

Os planos governamentais das décadas de 60 e 70 baseavam-se em um modelo de economia fechada, como consequência, a forma de economizar divisas era produzir os navios necessários a marinha mercante nos estaleiros nacionais, estabelecendo-se uma vinculação entre marinha mercante e estaleiros.

Com o mesmo intuito de economizar divisas, os estaleiros deveriam obrigatoriamente comprar seus insumos no Brasil, a qualquer custo, com o governo arcando com a diferença no resultado final do preço do navio.

Isto tudo somado a um ambiente macroeconômico caótico, com taxas de inflação fora de controle, tornaram praticamente inviável a construção naval no Brasil. Precisamos levar em conta que contratos de construção naval duram aproximadamente 2 anos. Para participar no mercado mundial o construtor precisa fornecer preços fixos em moeda forte, isto tornou-se impossível no Brasil desde o início da década de 80 até o advento do Plano Real.

Figura 4.7 – Volume de Produção de Navios no Brasil x IGP-DI



Fonte: Lloyd's Register's "World Fleet Statistics", Sinaval e FGV Dados

Nota: * A unidade utilizada é a Arqueação Bruta (AB) que mede o volume de útil do navio, mesmo que este não seja um cargueiro.

4.3 Um Novo Começo

Hoje existe uma nova oportunidade para a indústria de construção naval no Brasil. Como já citamos anteriormente, a conjuntura internacional é extremamente favorável. Como também já citamos, o ambiente macroeconômico estável de que hoje desfrutamos também é condição básica para esta indústria.

É importante não confundir construção naval com construção de plataformas para a indústria de petróleo, nominalmente para a Petrobras, no caso brasileiro. Existe uma demanda muito forte no setor de petróleo no Brasil e no Mundo, mas estes são produtos diferentes. Resumidamente, pode-se dizer que as plataformas de petróleo podem ter custo muito mais alto relativamente aos navios, já que a sua equação de viabilidade econômica é muito diferente. Portanto, plataformas muitas vezes são construídas em instalações menos especializadas, gastando proporcionalmente muito mais dinheiro do que os navios, simplesmente porque este custo “cabe” na equação do setor de petróleo, mas inviabilizaria a competição de um navio no mercado global.

Temos assistido nos últimos anos um processo lento, mas constante de investimento externo no setor de navegação no Brasil, o que revigora e expande o setor.

O Brasil não possui uma indústria de navieças forte, da mesma forma não dispomos de mão-de-obra abundante e barata, como é o caso de China e Índia, só para citar dois exemplos. O futuro de nossa indústria reside na construção de navios feitos sob encomenda, seguindo estritamente os requisitos dos Armadores, focando na adição de valor, de modo a fugir da competição *head-on* com países de baixo custo como os anteriormente citados.

Os estaleiros nacionais de sucesso hoje em dia estão trabalhando predominantemente para investidores estrangeiros que estão construindo embarcações de bandeira brasileira; ou estão construindo embarcações para exportação.

Existe o *expertise* na tecnologia de construção em si, fica no ar a questão se a indústria terá condições de beneficiar-se da conjuntura benigna e transformar isto em um processo de crescimento sustentado, enquanto a conjuntura perdure.

5. O Seguro Garantia na Construção Naval

5.1 Formalização da Solução

De modo a propor um formato para o seguro garantia na construção naval no Brasil precisamos definir condições básicas, através da estipulação de cláusulas contratuais básicas que deverão obrigatoriamente estar no contrato de construção entre Armador e Estaleiro; e da definição do tipo de seguro que estaremos propondo.

5.1.1 Cláusulas Contratuais Básicas

Para que o tipo de seguro que aqui proporemos funcione, é necessário que uma formulação e uma formatação do contrato de construção naval estejam presentes. Listamos a seguir algumas cláusulas básicas que devem estar presentes.

a) Cláusula de Ajustes de Preço Devido a:

- Atraso na Entrega: o Estaleiro pagará multa por cada dia de atraso, após carência;
- Velocidade Insuficiente: o Estaleiro pagará multa por cada fração da velocidade não atingida, após tolerância;
- Consumo Excessivo de Combustível: o Estaleiro pagará multa por cada fração de consumo excessivo, após tolerância;
- Capacidade de Carga e/ou Manuseio de Carga Inferior aos Requisitos Contratuais: o Estaleiro pagará multa por cada fração de capacidade perdida, após tolerância.

Esta cláusula também dá direito a cancelamento do contrato caso limites superiores sejam ultrapassados. Caso o Armador cancele o contrato de construção devido às razões listadas no item (a) acima, ele perde o direito a todas as multas daí provenientes.

b) Cláusula de Aquisição e Vinculação dos Componentes

Os componentes adquiridos para o navio são de propriedade do Armador, a partir do primeiro pagamento que for efetuado pelo Armador ao Construtor, tendo os componentes sido ou não aplicados à obra.

c) Cláusula de Inadimplemento do Armador

Entre outras causas, temos:

- Não pagamento ou atraso no pagamento de qualquer das parcelas do preço contratual, por um período de tempo superior ao máximo acordado entre as partes;
- Não aceitação da entrega do navio, quando este é entregue corretamente pelo construtor;
- Em caso de falência, dissolução, liquidação judicial ou extra-judicial ou concordata preventiva, homologadas ou decretadas;
- Se, após 30 dias de ter sido notificado por escrito pelo construtor de algum inadimplemento, o Armador não cumprir com as suas obrigações contratuais.

Em caso de inadimplemento do Armador, o construtor poderá, entre outros, vender o navio em construção para cobrir seus prejuízos.

d) Cláusula de Inadimplemento do Construtor

Entre outras causas, temos:

- Em caso de falência, dissolução, liquidação judicial ou extra-judicial ou concordata preventiva, homologadas ou decretadas.
- Caso o construtor pare de trabalhar na construção do navio contratado ou o construa em desacordo com as Especificações Contratuais.
- Caso o construtor atrase a entrega do navio ou qualquer um dos seus marcos principais de construção por mais do que o máximo período de tempo acordado entre as partes.
- Caso o construtor não proteja os bens de propriedade do Armador de qualquer seqüestro, hipoteca ou gravame que venham a sofrer, aos quais o construtor tenha dado causa.
- Caso a performance técnica do navio esteja abaixo do mínimo estabelecido em contrato.

Em caso de inadimplemento do construtor, o Armador poderá, entre outros, vender o navio em construção para cobrir seus prejuízos.

e) Cláusula de Reembolso

Em caso de cancelamento causado pelo Construtor, o Armador terá direito a receber de volta os valores pagos até o momento do cancelamento, com adição de juros.

f) Cláusula de Seguro Durante a Construção

O Construtor manterá o navio, bem como dos equipamentos, materiais e componentes a ele destinados, segurados desde o início da construção até a entrega. Este seguro deverá ser contratado de acordo com a Cobertura no.7 das condições particulares da “Apólice Brasileira de Seguros Cascos”.

5.1.2 Tipo de Seguro

Pela formatação proposta, a cobertura de seguro seria aquela suficiente para cobrir o valor do maior prejuízo a ser incorrido pelo construtor para a construção do navio contratado, dado um nível de confiança.

É importante ressaltar que, ao contrário do que é proposto em [3], na nossa proposição a seguradora, ou outra entidade que emitirá o instrumento que garantirá a construção não será a responsável por terminá-la em caso de sinistro.

O instrumento, nos moldes do citado em [9], que a partir deste ponto passaremos a chamar de *guarantee bond*, garantirá o pagamento ao Armador, limitado ao valor por este instrumento garantido, dos eventuais inadimplementos do construtor na execução do contrato de construção.

Para entendermos a lógica por trás disto precisamos retroceder um pouco o nosso raciocínio. De maneira a obter a emissão do *guarantee bond*, o construtor precisará fornecer à instituição emissora contra-garantias satisfatórias, tanto na magnitude quanto na liquidez. A segurança do Armador reside no fato que ao construtor será mais vantajoso, ou no mínimo indiferente, arcar com os eventuais prejuízos que o empreendimento esteja sofrendo, do que não agir e ver-se declarado inadimplente pelo Armador, ter o contrato de construção rescindido e após isto, ainda ter de entregar à instituição emissora do *guarantee bond* as suas contra-garantias. Ou seja, de toda maneira o construtor arcará com o prejuízo. E, é claro que a rescisão de um contrato de maneira litigiosa traz uma série de prejuízos conseqüentes ao construtor, que tentará sempre evitá-los.

Portanto, o *guarantee bond* é um documento bastante simples, indicando o valor acordado para cobertura, com prazo de validade, e indicando que o Armador poderá, em caso de inadimplemento do construtor utilizar-se da cobertura para cobrir eventuais prejuízos, de acordo com o estabelecido no contrato de construção.

A determinação do nível de seguro é fundamental neste caso, pois aí encontra-se o ponto central do incentivo do construtor a não desviar-se e praticar o oportunismo pós-contratual. Caso o valor do *guarantee bond* seja muito baixo o construtor irá desviar, já que o que ele teria de entregar a seguradora (ou outra entidade) por conta das contra-garantias oferecidas seria menor que a sua perda esperada. Por outro lado, caso o valor requerido pelo Armador ou Financiador seja muito alto o Estaleiro não aceitará o contrato, já que ele estará pagando mais do que o valor justo, além de criar um incentivo para oportunismo pós-contratual por parte do Armador.

É claro que é difícil estabelecer objetivamente estes limites. Na seção subsequente proporemos um método para determinarmos a perda esperada, dado um nível de significância, na construção de um navio.

5.2 Nível de Seguro

Com o intuito de apontar um caminho para a quantificação do nível de cobertura a ser alcançado por um *guarantee bond* eficiente, descreverei o método que ora proporemos.

Começaremos definindo um caso hipotético. Neste nosso caso, o contrato de construção prevê que o seu valor é fixo em dólares Americanos, que é o típico nesta Indústria, tendo a embarcação a ser construída o seguinte orçamento:

Tabela 5.1 – Detalhamento do Orçamento do Navio

	US\$	%	Moeda de Origem	
Chapas de Aço Importadas	6,873,795	9.9%	USD	6,873,795
Outros Materiais Nacionais	4,450,039	6.4%	BRL	9,514,184
Equipamentos e Materiais Importados	22,964,743	33.1%	EUR	17,437,162
Mão-de-Obra Direta	8,178,376	11.8%	BRL	17,485,369
Materiais Consumíveis e Serviços Nacionais	2,785,432	4.0%	BRL	5,955,254
Custos com Projeto (Pessoal, Material e Infra)	3,774,088	5.4%	BRL	8,069,000
Seguro Builder's Risk	777,496	1.1%	BRL	1,662,286
Custos Indiretos (MOI + CI + Impostos e Taxas)	9,202,397	13.3%	BRL	19,674,724
Margens e Contingências	10,412,888	15.0%	BRL	22,262,755
TOTAL	69,419,255	100.0%		

Divisão do Preço por Moeda	US\$	%	Moeda de Origem	
Real	39,580,717	57.0%	BRL	84,623,572
Dólares Americanos	6,873,795	9.9%	USD	6,873,795
Euros	22,964,743	33.1%	EUR	17,437,162
TOTAL	69,419,255	100.0%		

1 USD = 2.1380 BRL
1 USD = 1.0000 USD
1 USD = 0.7593 EUR 1.317

Estaremos nos atendo à determinação de qual nível de seguro será necessário para garantir, dado um nível de confiança, que a performance do contrato estará assegurada.

É importante ressaltar que falamos da performance do contrato pelo Estaleiro construtor, e não da performance do navio em si, já que é hipótese básica de que não paira dúvida sobre a performance do navio após este estar construído.

Além das informações acima, também dispomos da trajetória do custo acumulado orçado, que está exemplificada na figura II.13 (Apêndice II)

5.2.1 Fatores de Risco

Para atingir nosso objetivo é necessário quantificar qual é o risco ao qual o empreendimento está exposto. Empregaremos a metodologia de subdivisão do risco em fatores de risco, já proposta pelos autores Hayt, G., Song, S. (1997) [6] e Jorion (2007) [4].

Por simplicidade, partiremos da premissa que não existem erros de quantificação no orçamento. Esta premissa é muitíssimo realista quando tratamos de navios com projeto pré-existente, ou de séries suficientemente extensas. Ela perde força quanto mais novo for o projeto e quanto menor for a série de navios a ser construída, na seção 5.3.1 proporemos uma solução para este problema potencial, através da utilização do monitoramento antes da eficácia do contrato de construção.

Comumente os contratos de construção naval no Brasil são denominados em dólares Americanos, mesmo quando tratamos de Armadores nacionais. De toda maneira, esta nossa premissa não é simplificadora, somente contribuindo para um maior realismo na nossa estimativa.

Portanto, estabelecemos abaixo os fatores de risco que estaremos considerando em nosso cálculo:

Tabela 5.2 – Percentual de participação da subdivisão do preço.

Parcela do Preço	Fatores de Risco		USD	%
Aço Importado	Preço do Aço (Internacional)	N/A	6,873,795	9.90
Outros Materiais Nacionais	Inflação (IPCA)	Câmbio (BRL x USD)	4,450,039	6.41
Equipamentos e Materiais Importados	Câmbio (EUR x USD)	N/A	22,964,743	33.08
Mão-de-Obra Direta	Inflação (IPCA)	Câmbio (BRL x USD)	8,178,376	11.78
Materiais Consumíveis e Serviços Nacionais	Inflação (IPCA)	Câmbio (BRL x USD)	2,785,432	4.01
Custos com Projeto (Pessoal, Material e Infra)	Inflação (IPCA)	Câmbio (BRL x USD)	3,774,088	5.44
Custos Indiretos (MOI + CI + Impostos e Taxas)	Inflação (IPCA)	Câmbio (BRL x USD)	9,979,892	14.38
Margens e Contingências	N/A	N/A	10,412,888	15.00
PREÇO TOTAL			69,419,255	100.00

É certo que esta é uma simplificação da análise dos fatores de risco envolvidos, mas não se espera que isto prejudique o nosso objetivo principal.

Com isso, teremos a seguinte subdivisão do preço entre os fatores de risco:

Tabela 5.3 – Percentual de participação da subdivisão do risco.

Fatores de Risco		USD	%
Preço do Aço (Internacional)	N/A	6,873,795	9.90
Inflação (IPCA)	Câmbio (BRL x USD)	29,167,828	42.02
Câmbio (EUR x USD)	N/A	22,964,743	33.08

Nota-se que o percentual de participação dos fatores de risco não soma 100% do total do preço do contrato, sendo igual a 85% no caso em questão. Isto se deve ao fato em que neste exemplo 15% do preço correspondem a margens e contingências, que foram lá incluídas pelo Estaleiro construtor.

De modo a tornar possível a realização da Simulação de Monte Carlo, precisaremos “fatorar”, ou “parametrizar” o orçamento, tomando como unidades os fatores de risco das respectivas partes do orçamento. Para tal, utilizaremos o último valor conhecido dos fatores de risco antes do início do horizonte de projeção, ou seja, correspondem a valores de dezembro de 2006. No caso em tema, os valores são os descritos na tabela 5.4.

Tabela 5.4 – Valores dos Fatores de Risco.

Símbolo	Fator de Risco	Valor Unitário
pa	Preço do Aço	757,00
ip	IPCA	2.615,10
br	BRL	2,1380
eu	EUR	0,7593

Fonte: Preço do Aço da MEPS International Ltd; IPCA da FGV Dados; BRL e EUR do Banco Central do Brasil.

De posse destes valores, faremos as seguintes operações com os valores mensais orçados, em dólares, das parcelas do preço, de acordo com a tabela 5.5.

Tabela 5.5 – Montagem da Simulação de Monte Carlo.

Parâmetro	Parcela do Preço	Multiplica por	Divide por
PAR1	Aço Importado	1	pa
PAR2	Outros Materiais Nacionais	br	ip
PAR3	Equipamentos e Materiais Importados	1	eu
PAR4	Mão-de-Obra Direta	br	ip
PAR5	Materiais Consumíveis e Serviços Nacionais	br	ip
PAR6	Custos com Projeto (Pessoal, Material e Infra)	br	ip
PAR7	Custos Indiretos (MOI + CI + Impostos e Taxas)	br	ip
PAR8	Margens e Contingências	1	1

Nota: As abreviações significam: pa - Preço do Aço; ip – IPCA; br – Real; eu - Euro.

Com isso, teremos os seguintes valores mensais parametrizados, como mostrado a seguir na tabela 5.6.

Tabela 5.6 – Valores mensais do orçamento parametrizados.

Período	Parâmetros							
	PAR1	PAR2	PAR3	PAR4	PAR5	PAR6	PAR7	PAR8
1	-	-	3,311,997.11	-	14.45	236.69	265.19	173,548.14
2	-	-	79,020.00	-	12.54	236.69	265.19	173,548.14
3	9,080.31	1.49	1,348,936.55	-	12.54	236.69	265.19	173,548.14
4	-	119.83	23,813.66	-	12.54	236.69	265.19	173,548.14
5	-	294.49	486,242.65	-	12.54	236.69	265.19	173,548.14
6	-	337.34	195,256.44	21.70	24.46	236.69	265.19	173,548.14
7	-	337.17	207,473.46	58.00	45.29	236.69	265.19	173,548.14
8	-	262.31	803,464.51	127.36	83.87	236.69	460.35	173,548.14
9	-	264.85	7,292,869.51	193.54	118.03	236.69	380.89	173,548.14
10	-	252.61	169,167.99	301.81	174.41	236.69	380.89	173,548.14
11	-	252.61	22,389.00	397.35	219.09	236.69	380.89	173,548.14
12	-	317.91	4,177,685.44	451.16	228.37	236.69	380.89	173,548.14
13	-	259.27	646,581.48	480.20	218.45	13.63	380.89	173,548.14
14	-	226.97	1,966,808.56	487.39	189.30	13.63	380.89	173,548.14
15	-	126.20	424,259.19	471.21	140.92	13.63	380.89	173,548.14
16	-	60.96	195,903.75	459.16	127.01	13.63	380.89	173,548.14
17	-	150.80	346,081.61	442.22	65.84	13.63	380.89	173,548.14
18	-	62.10	8,222,009.09	430.69	42.14	13.63	185.73	173,548.14
19	-	50.31	265,376.82	412.85	28.85	13.63	185.73	173,548.14
20	-	48.03	11,194.50	383.91	15.33	13.63	185.73	173,548.14
21	-	41.89	-	351.27	14.91	13.63	185.73	173,548.14
22	-	38.83	-	303.61	14.52	13.63	185.73	173,548.14
23	-	46.48	48,034.68	254.57	14.14	13.63	185.73	173,548.14
24	-	8.04	-	198.48	13.80	13.63	185.73	173,548.14
25	-	-	-	155.32	13.57	13.63	185.73	173,548.14
26	-	-	-	109.22	13.22	13.63	185.73	173,548.14
27	-	-	-	80.65	53.95	13.63	185.73	173,548.14
28	-	-	-	53.92	53.80	13.63	185.73	173,548.14
29	-	-	-	41.89	53.64	13.63	185.73	173,548.14
30	-	77.67	-	18.83	245.76	13.63	185.73	5,379,992.23

O resultado destas operações estará pronto, portanto, a ser utilizado na Simulação de Monte Carlo.

Caso multipliquemos os parâmetros da tabela 5.6 pelos seus valores iniciais listados na tabela 5.4, encontraremos o valor inicialmente orçado distribuído nos 30 períodos futuros, como na tabela 5.7 a seguir.

Tabela 5.7 – Valores mensais como orçados inicialmente.

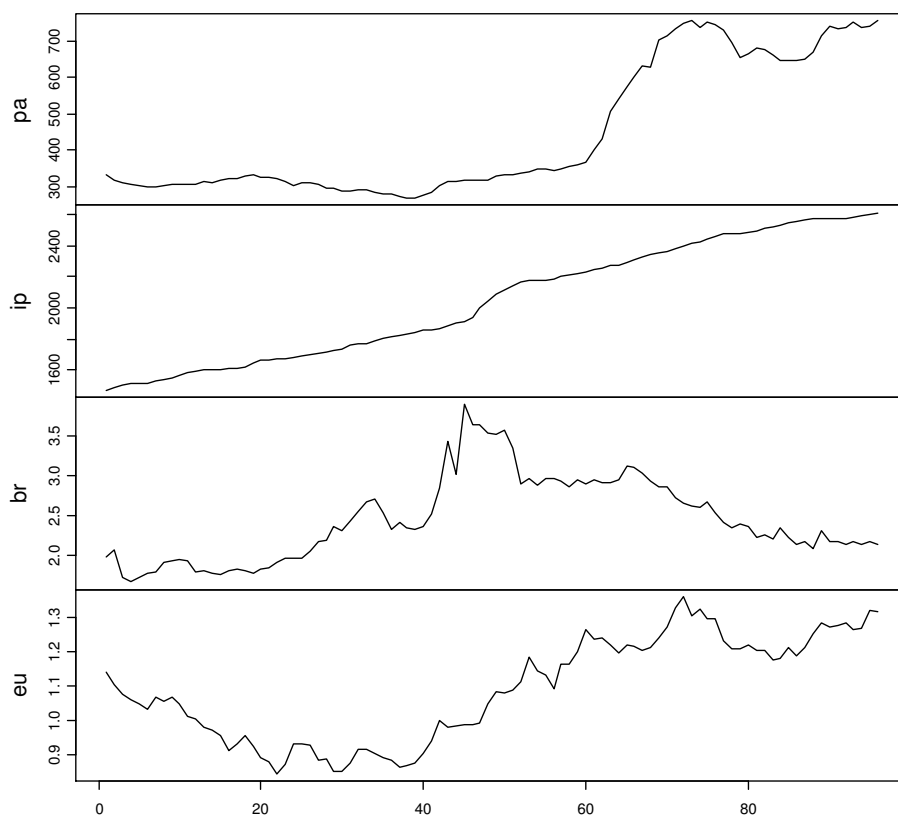
Período	Parâmetros								Total
	PAR1	PAR2	PAR3	PAR4	PAR5	PAR6	PAR7	PAR8	
1	-	-	2,514,804.18	-	17,671.97	289,507.33	324,364.08	173,548.14	3,319,895.69
2	-	-	60,000.00	-	15,333.33	289,507.33	324,364.08	173,548.14	862,752.88
3	6,873,795.45	1,820.71	1,024,249.47	-	15,333.33	289,507.33	324,364.08	173,548.14	8,702,618.51
4	-	146,575.05	18,081.75	-	15,333.33	289,507.33	324,364.08	173,548.14	967,409.68
5	-	360,209.29	369,204.75	-	15,333.33	289,507.33	324,364.08	173,548.14	1,532,166.91
6	-	412,620.42	148,258.50	26,540.72	29,922.94	289,507.33	324,364.08	173,548.14	1,404,762.13
7	-	412,413.91	157,534.90	70,941.75	55,396.30	289,507.33	324,364.08	173,548.14	1,483,706.41
8	-	320,839.42	610,071.76	155,776.95	102,590.36	289,507.33	563,072.39	173,548.14	2,215,406.35
9	-	323,949.80	5,537,486.34	236,733.27	144,365.95	289,507.33	465,885.43	173,548.14	7,171,476.25
10	-	308,982.54	128,449.50	369,163.33	213,327.50	289,507.33	465,885.43	173,548.14	1,948,863.77
11	-	308,982.54	17,000.00	486,018.95	267,980.07	289,507.33	465,885.43	173,548.14	2,008,922.46
12	-	388,846.90	3,172,122.58	551,843.46	279,331.54	289,507.33	465,885.43	173,548.14	5,321,085.38
13	-	317,120.99	490,950.25	587,360.83	267,202.91	16,666.67	465,885.43	173,548.14	2,318,735.21
14	-	277,621.61	1,493,400.58	596,148.85	231,547.41	16,666.67	465,885.43	173,548.14	3,254,818.67
15	-	154,365.59	322,140.61	576,357.10	172,365.03	16,666.67	465,885.43	173,548.14	1,881,328.56
16	-	74,568.73	148,750.00	561,625.10	155,346.49	16,666.67	465,885.43	173,548.14	1,596,390.55
17	-	184,450.42	262,780.27	540,903.58	80,531.42	16,666.67	465,885.43	173,548.14	1,724,765.91
18	-	75,962.31	6,242,983.36	526,805.33	51,539.29	16,666.67	227,177.12	173,548.14	7,314,682.21
19	-	61,531.81	201,501.00	504,975.24	35,283.83	16,666.67	227,177.12	173,548.14	1,220,683.81
20	-	58,749.57	8,500.00	469,574.94	18,747.74	16,666.67	227,177.12	173,548.14	972,964.17
21	-	51,241.81	-	429,651.38	18,233.24	16,666.67	227,177.12	173,548.14	916,518.37
22	-	47,500.00	-	371,361.92	17,765.51	16,666.67	227,177.12	173,548.14	854,019.36
23	-	56,854.54	36,472.80	311,382.51	17,297.79	16,666.67	227,177.12	173,548.14	839,399.56
24	-	9,831.51	-	242,767.50	16,876.83	16,666.67	227,177.12	173,548.14	686,867.77
25	-	-	-	189,981.27	16,596.20	16,666.67	227,177.12	173,548.14	623,969.39
26	-	-	-	133,595.41	16,175.24	16,666.67	227,177.12	173,548.14	567,162.58
27	-	-	-	98,644.21	65,988.15	16,666.67	227,177.12	173,548.14	582,024.29
28	-	-	-	65,946.93	65,801.06	16,666.67	227,177.12	173,548.14	549,139.92
29	-	-	-	51,242.74	65,613.97	16,666.67	227,177.12	173,548.14	534,248.64
30	-	95,000.00	-	23,033.20	300,599.94	16,666.67	227,177.12	5,379,992.23	6,042,469.16
Total	6,873,795.45	4,450,039.47	22,964,742.58	8,178,376.49	2,785,432.00	3,774,087.93	9,979,892.44	10,412,888.18	69,419,254.55

5.2.2 Projeções dos Fatores de Risco Utilizando-se VAR

Para podermos realizar a simulação necessitamos da previsão dos fatores de risco para o horizonte que pretendemos calcular, para tal precisamos de sua estrutura de variância-covariância.

Primeiramente, obtivemos os dados dos fatores de risco para um intervalo de tempo de oito anos. Ou seja, dispomos das séries do preço internacional das chapas de aço; do número índice do IPCA; da cotação do dólar norte-americano em relação ao real brasileiro e da cotação do dólar em relação ao euro desde janeiro de 1999 até dezembro de 2006. As séries, em detalhes, encontram-se no Apêndice II.

Figura 5.1 – Séries dos Fatores de Risco (Jan/1999 até Dez/2006)



Notas: pa – Preço do Aço; ip – IPCA; br – Real; eu – Euro. O mês zero do gráfico é Janeiro de 1999.

Fonte: Série do Preço do Aço da MEPS International Ltd; IPCA da FGV Dados; BRL e EUR do Banco Central do Brasil.

De forma a realizar a modelagem utilizaremos o modelo Vector Autoregressive (VAR). Utilizando-se a linguagem de programação R e suas funções resolveremos o sistema de equações do VAR, completo e reduzido, de modo a determinar os

coeficientes do sistema e a posterior previsão dentro de nosso horizonte de previsão, de modo recursivo, como detalhado no Apêndice I.

A linguagem R, da R Foundation for Statistical Computing de Viena, da Áustria (<http://www.R-project.org>), é de uso livre, sendo possível, portanto, a sua utilização por qualquer pessoa sem custo. Dentro dessa linguagem nos utilizaremos de uma série de pacotes de software livre disponíveis na Internet, dentre eles o “vars”, o “stat”, o “mass” etc. Para edição do programa utilizei o Tinn-R.

Faremos, portanto, as projeções dos fatores de risco, que obteremos utilizando-se o modelo de VAR, na sua forma reduzida, como definido em [8].

Utilizaremos a matriz de variância-covariância dos resíduos do VAR para criarmos os choques simulados. Esta simulação é feita através do cálculo pseudo-randômico da distribuição normal multivariada dos resíduos, utilizando-se a estrutura de var-covar amostral, desta maneira fica preservada a estrutura de variância-covariância do modelo. O processo é detalhado no Apêndice I.

Com o intuito de procurar uma melhor adequação ao modelo VAR estacionário com média diferente ou igual a zero, como propomos no item I.1 do Apêndice I, devemos fazer um tratamento dos dados disponíveis. Isto consistirá na aplicação da seguinte operação aos dados:

$$\tilde{y}_t = \ln\left(\frac{y_{t+1}}{y_t}\right)$$

Portanto, teremos, em log as séries descritas nas figuras 5.2 a 5.5 a seguir.

Figura 5.2 – Série em Log da Variação do Preço do Aço (Fev/1999 até Dez/2006)

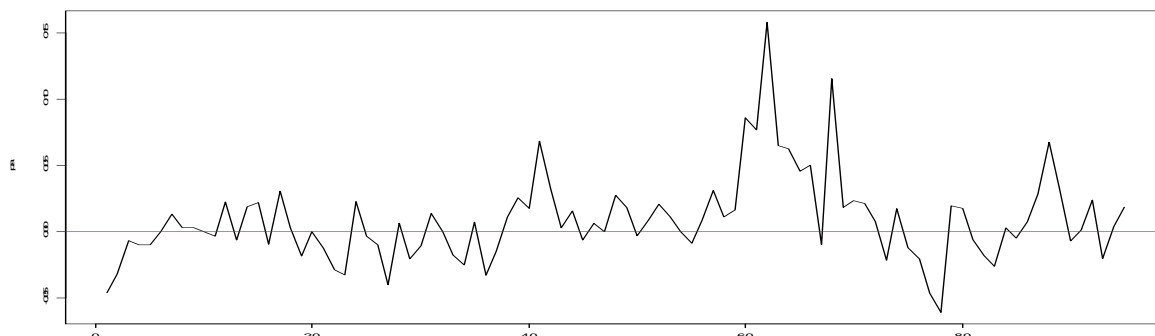


Figura 5.3 – Série em Log da Variação do IPCA (Fev/1999 até Dez/2006)

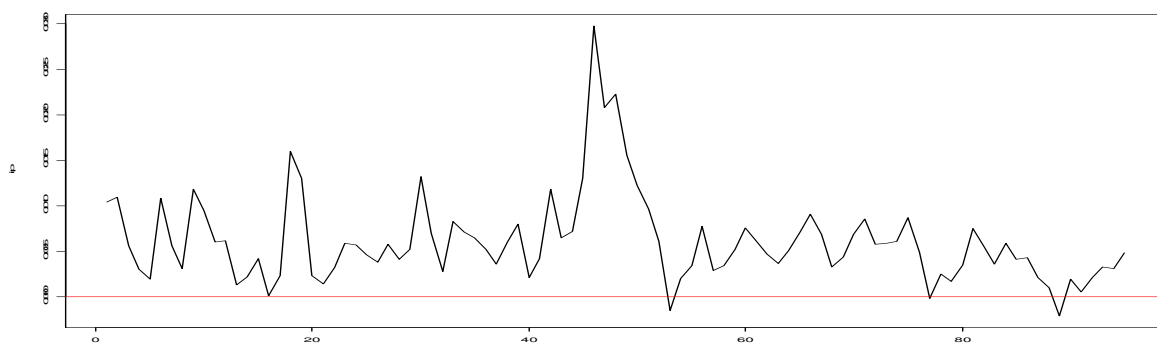


Figura 5.4 – Série em Log da Variação do Real (Fev/1999 até Dez/2006)

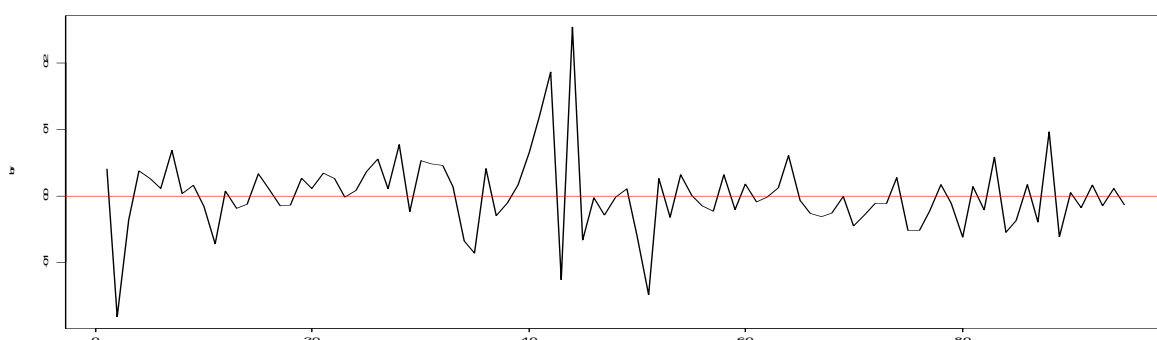
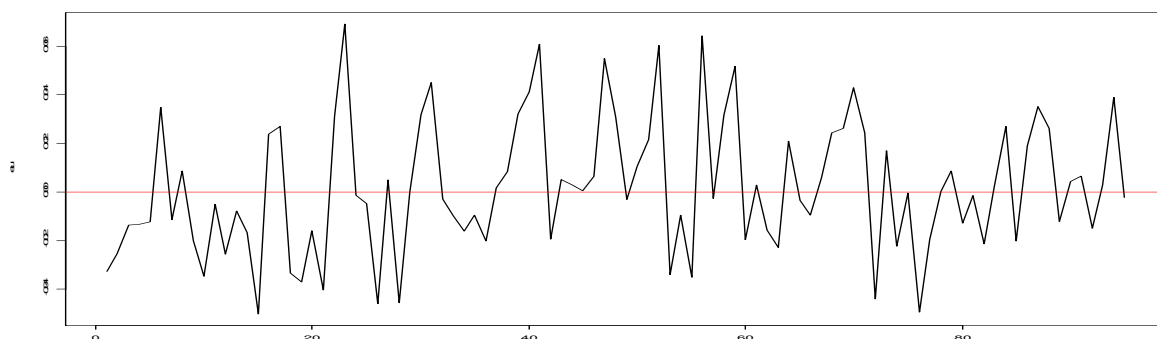


Figura 5.5 – Série em Log da Variação do Euro (Fev/1999 até Dez/2006)

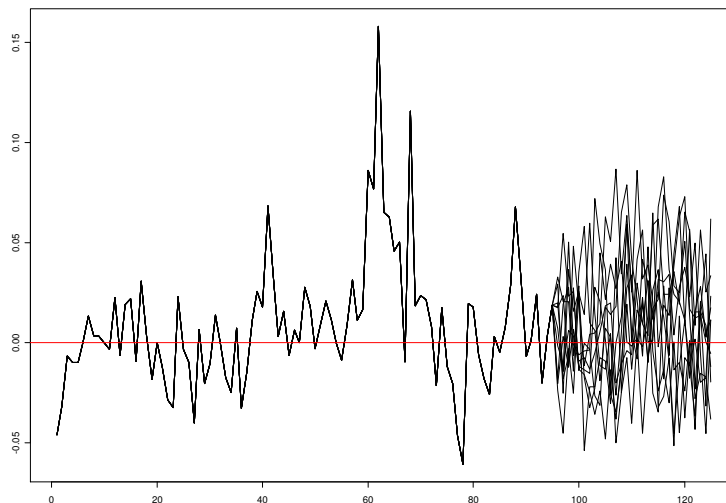


Notas: pa – Preço do Aço; ip – IPCA; br – Real; eu – Euro. O mês zero dos gráficos é Fevereiro de 1999.

Fonte: Série do Preço do Aço da MEPS International Ltd; IPCA da FGV Dados; BRL e EUR do Banco Central do Brasil.

Na figura 5.6a e b, podemos ver o exemplo da simulação para a série do preço do aço, no Apêndice II encontram-se os demais resultados da simulação.

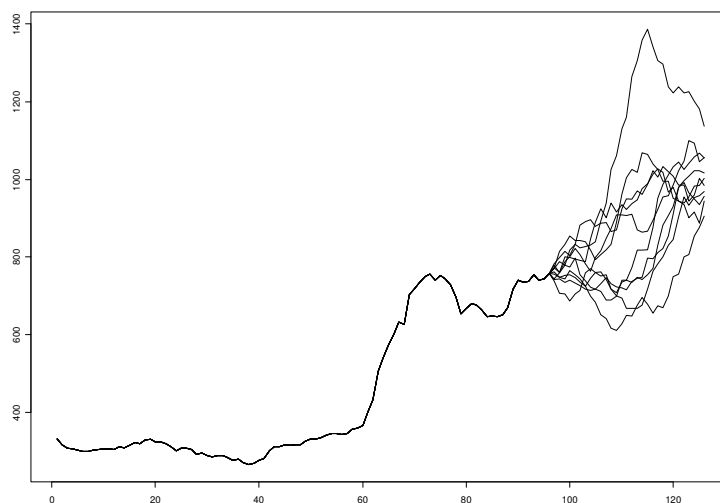
Figura 5.6 (a) – Série do preço do Aço e valores simulados – somente 10 trajetórias – em Log



Notas: Logaritmo do crescimento dos Valores históricos desde o mês zero (Fevereiro de 1999) até o mês noventa e cinco (Dezembro de 2006), a partir daí são traçadas dez trajetórias simuladas.

Fonte: Série do Preço do Aço da MEPS International Ltd.

Figura 5.6 (b) – Série do preço do Aço e valores simulados – somente 10 trajetórias



Notas: Valores históricos desde o mês zero (Janeiro de 1999) até o mês noventa e seis (Dezembro de 2006), a partir daí são traçadas dez trajetórias simuladas.

Fonte: Série do Preço do Aço da MEPS International Ltd.

5.2.3 Método de Cálculo do Nível de Seguro Utilizando Simulação de Monte Carlo

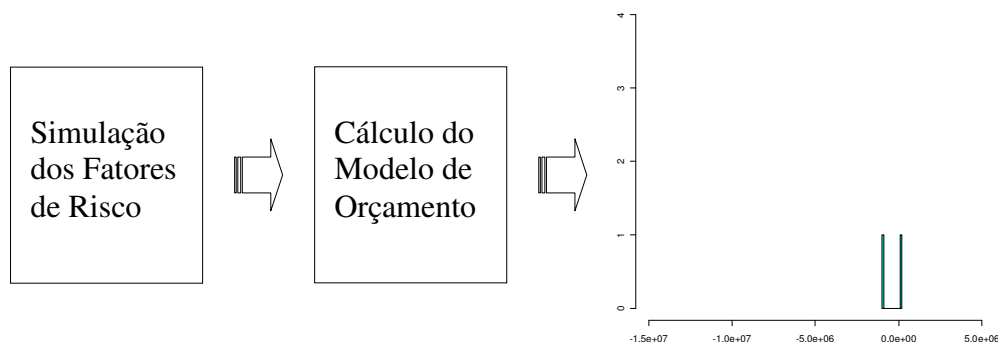
Utilizaremos procedimento semelhante ao sugerido em [6], através da utilização de valores dos fatores de risco gerados pseudo-aleatoriamente que são posteriormente alimentados em um modelo de orçamento, de modo a gerar realizações deste orçamento.

Portanto, para cada uma das trajetórias dos fatores de risco que são simuladas, é calculado o custo acumulado simulado da construção do navio, sendo este comparado ao custo acumulado orçado.

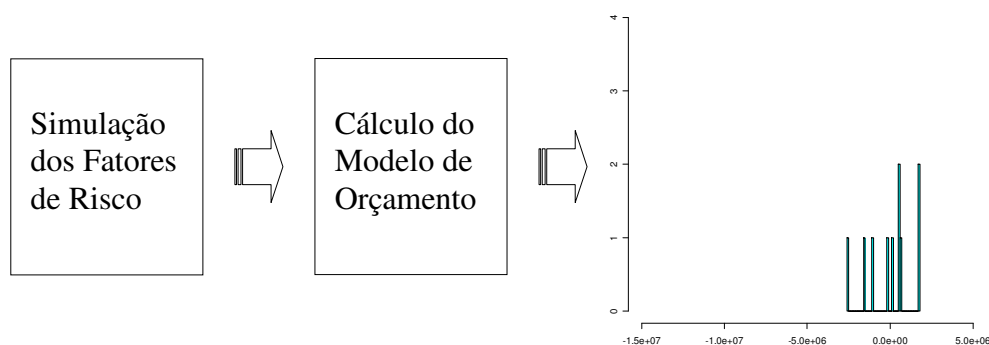
Na figura 5.7 exemplificamos o procedimento utilizado para a construção da distribuição dos desvios em relação ao orçamento inicial do navio.

Figura 5.7 – Simulação de Monte Carlo

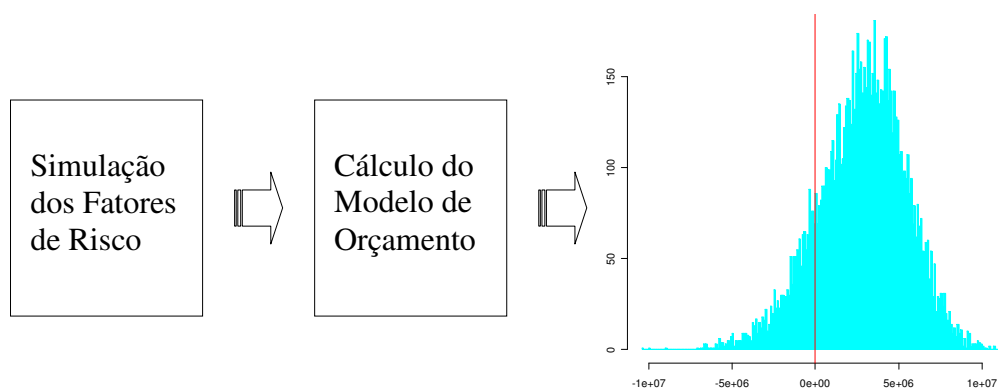
Iteração 2



Iteração 10

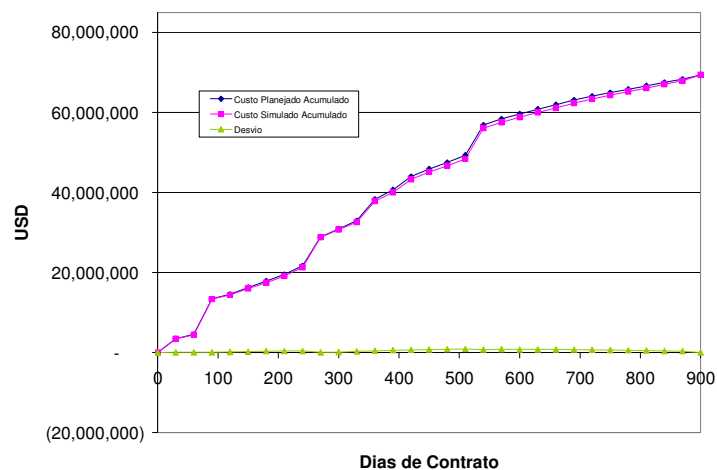


Iteração 10000



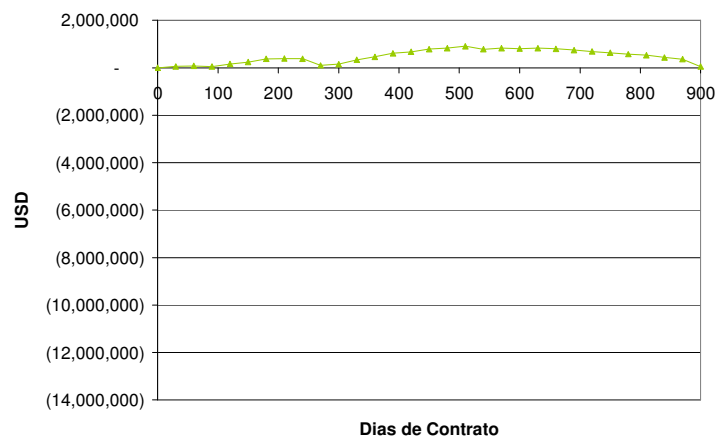
Na figura 5.8 (a) podemos ver um exemplo de trajetória de custo simulado acumulado e na figura 5.8 (b) vemos o detalhe da trajetória da diferença entre os valores orçados subtraídos daqueles simulados.

Figura 5.8 (a) – Trajetórias de Custo Acumulado.



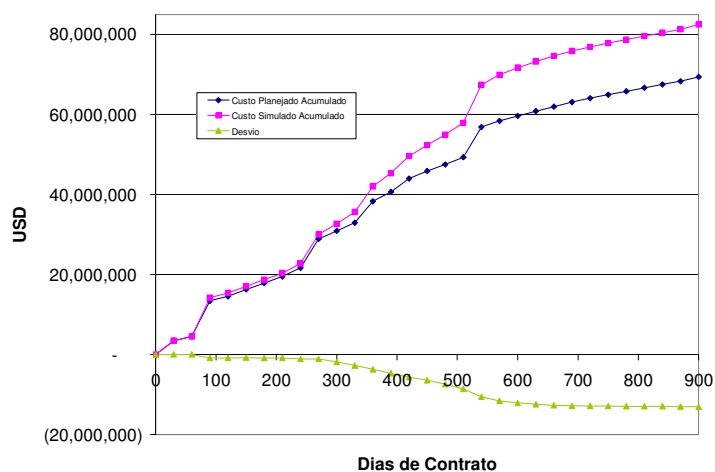
Notas: As curvas de custo são acumuladas. A curva de custo simulado acumulado é somente uma das N realizações calculadas.

Figura 5.8 (b) – Desvios entre o Orçado e o Simulado.



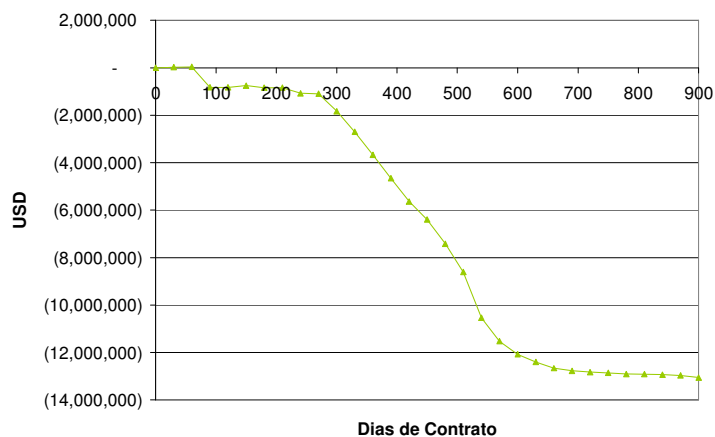
O exemplo acima exprime um caso de desvios preponderantemente positivos. A seguir, na figura 5.9 (a) e (b) apresentamos outro caso, este bem diverso.

Figura 5.9 (a) –Trajetórias de Custo Acumulado.



Notas: As curvas de custo são acumuladas. A curva de custo simulado acumulado é somente uma das N realizações calculadas.

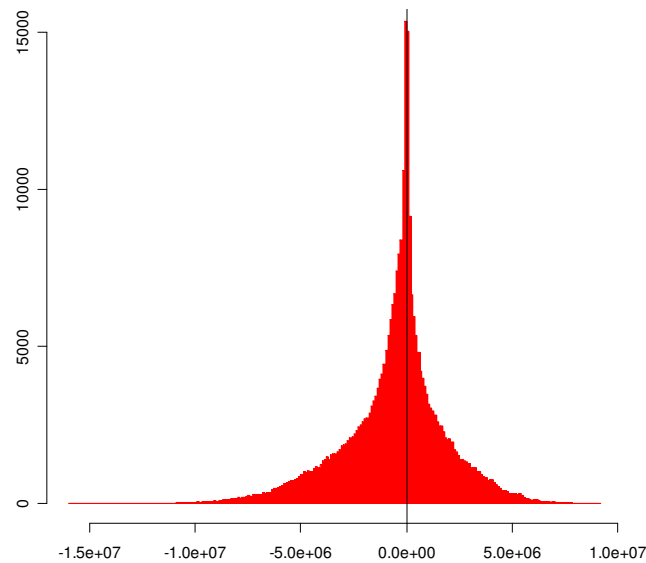
Figura 5.9 (b) –Desvios entre o Orçado e o Simulado.



Como já citamos anteriormente, repetiremos estes cálculos N vezes (Utilizaremos N=10000). Em cada uma das repetições, estaremos anotando os valores de cada um dos desvios mensais encontrados.

Na figura a seguir mostramos a distribuição dos desvios mensais encontrados no procedimento acima para o caso do VAR irrestrito, ou completo.

Figura 5.10 – Histograma da Distribuição dos Desvios Mensais.



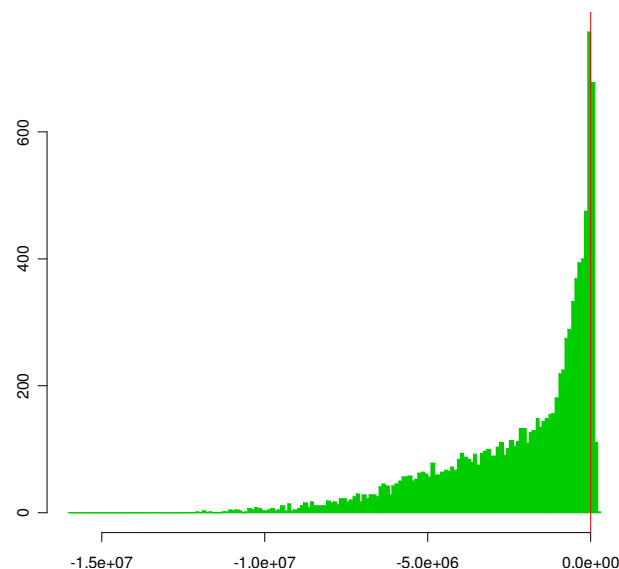
5.2.4 Cálculo do Nível de Seguro Utilizando Simulação de Monte Carlo

De posse destes (30 x N) desvios, podemos partir para uma série de análises. Em resumo, trabalharemos com a construção de três distribuições:

1º Tipo de Distribuição: Desvios Acumulados Mínimos

Nesta distribuição estaremos listando os desvios acumulados mínimos (mais negativos ou menos positivos, conforme o caso) ocorridos em cada uma das N iterações antes mencionadas.

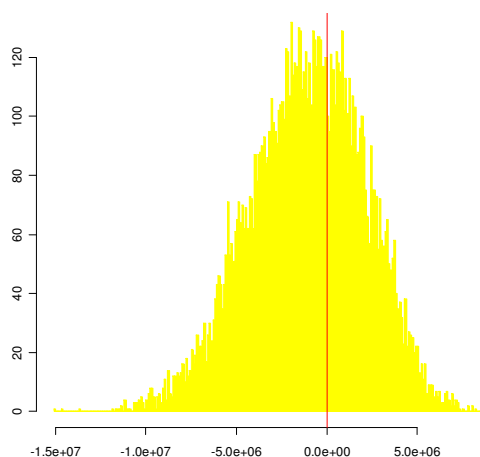
Figura 5.11 – Histograma da Distribuição do 1º Tipo.



2º Tipo de Distribuição: Somatório dos Valores Presente dos Desvios Mensais

Neste caso, procederemos ao cálculo do valor presente dos desvios mensais registrados, utilizando-se como taxa de desconto o custo de capital do construtor, estes serão somados e para cada uma das N iterações teremos um valor para tal soma.

Figura 5.12 – Histograma da Distribuição do 2º Tipo.

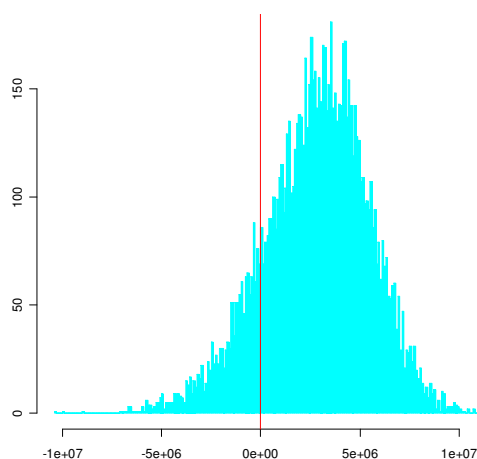


3º Tipo de Distribuição: Somatório dos Valores Presente dos Desvios Mensais

Somados às Contingências

Muito similar ao segundo tipo, neste terceiro nos meses com desvios negativos lançaremos mão da contingência orçada para o referido mês. Sabemos que 50% dos valores orçados na rubrica de “Margens e Contingências” são, na realidade, referentes a contingenciamento para serem utilizados em estados da natureza imprevistos. Estes valores encontram-se distribuídos mensalmente. Nos meses em que ocorrerem desvios negativos somaremos a estes o valor da contingência do referido mês. Caso o desvio seja positivo, nada será feito. De posse destes novos desvios mensais realizaremos o mesmo procedimento descrito para o 2º Tipo.

Figura 5.13 – Histograma da Distribuição do 3º Tipo.



Para as três distribuições que representamos acima, temos os seguintes quantis:

Tabela 5.8 – Quantis das Distribuições resultantes das Simulações de Monte Carlo (Valores em US\$).

	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
1%	(9.449.606)	(8.922.702)	(4.268.156)
5%	(6.857.185)	(6.468.661)	(1.916.134)
10%	(5.605.747)	(5.288.978)	(762.333)
25%	(3.470.975)	(3.240.181)	1.090.160
50%	(1.283.919)	(972.364)	2.956.274
100%	214.725	8.653.658	11.270.507

Transformando os valores acima para percentuais do preço do navio, teremos:

Tabela 5.9 – Quantis das Distribuições resultantes das Simulações de Monte Carlo (Em % do Preço de Venda).

	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
1%	-13,6%	-12,9%	-6,1%
5%	-9,9%	-9,3%	-2,8%
10%	-8,1%	-7,6%	-1,1%
25%	-5,0%	-4,7%	1,6%
50%	-1,8%	-1,4%	4,3%
100%	0,3%	12,5%	16,2%

Nota: O preço de venda é de US\$69,419,255.00.

Portanto, para garantirmos com 95% de confiança que o contrato será cumprido devemos ter uma cobertura de seguro que estará na faixa entre três a dez por cento do Preço Contratual, sempre dependendo das considerações que sejam feitas.

Para o caso de 99% de confiança, a cobertura passa para a faixa entre seis a quatorze por cento do Preço Contratual.

A distribuição de 1º Tipo tende a ser excessivamente conservadora, já que podem existir trajetórias de custo acumulado que levem a desvios negativos em parte da construção e positivos em seu final, denotando que bastaria ao construtor ter capacidade de financiamento neste período, de modo a permitir a performance do contrato. De acordo com o critério do primeiro tipo, esta trajetória seria negativa, apresentando risco à performance do empreendimento. Este “conservadorismo” desta distribuição pode ser facilmente entendido comparando-se as figuras 5.11, 5.12 e 5.13.

No segundo tipo esta distorção é sanada, com a utilização dos valores presentes dos desvios mensais. Caso o construtor constituísse uma reserva no início da construção, do tamanho do quantil do nível de confiança que se pretende atender, remunerando-a por uma taxa equivalente ao seu custo de capital, ele estaria protegido de todas as possíveis intempéries aqui previstas, dado o nível de confiança escolhido.

Ainda resta um problema com o segundo tipo, que é o fato dele não levar em conta que existem contingências previstas no orçamento do navio. Para sanar este problema criamos o terceiro tipo.

Para esta última distribuição, como já descrito anteriormente, utilizaremos os valores mensais previstos para contingenciamento de modo a amortecer os impactos dos desvios negativos mensais. Isto somente será feito quando os desvios forem negativos. Portanto, ainda estaremos “desperdiçando” os valores de contingenciamento presentes nos meses de desvios positivos, já que estes não serão nunca utilizados para fazer frente a eventuais desvios negativos no futuro.

Em resumo, é nosso entendimento que devemos utilizar a distribuição do terceiro tipo para o cálculo do nível de cobertura de seguro garantia, nos moldes aqui propostos.

5.3 Nível de Monitoramento

5.3.1 Certificação do Preço de Venda do Navio.

Como já citamos no item 3.2.1, utilizamos premissa de que não existem erros de quantificação no orçamento. Lá já havíamos postulado que esta premissa é muitíssimo realista quando tratamos de navios com projeto pré-existente, ou de séries suficientemente extensas. Ressaltamos também, que ela perde força quanto mais novo for o projeto e quanto menor for a série de navios a ser construída.

Para solucionar tal problema, para os casos em que não pudermos aplicar a premissa de exatidão do orçamento do navio, devemos proceder a uma certificação do preço de venda do navio.

O preço deverá ser certificado por entidade avaliadora independente, através de cálculos objetivos realizados sobre o orçamento fornecido de forma transparente pelo Estaleiro construtor.

5.3.2 Monitoramento Durante a Construção

Existem métodos que permitem um acompanhamento quase que passo a passo de todas as atividades desde a fase de projeto, passando pela de suprimento, até alcançarmos a de construção e os testes finais.

É importante ressaltar que a função do monitoramento será a de manter o construtor operando dentro dos limites contratuais, não cabendo ao terceiro responsável por tal atividade a obrigação de garantir o sucesso do empreendimento.

Portanto, existem vários níveis diferentes de monitoramento, que vão desde a simples certificação externa de marcos contratuais, até a participação diária da movimentação de contas bancárias, através da utilização de *trustees*. A escolha do nível de monitoramento deverá variar de acordo com o nível de experiência e reputação das partes envolvidas, bem como de acordo com o navio, ou navios, a que se proponham construir.

6. Conclusão

Os resultados da metodologia proposta apresentaram-se claros e condizentes com o inicialmente esperado, representando uma alternativa viável para o cálculo do nível de cobertura do tipo de seguro aqui proposto.

É claro que estamos tratando de somente um caso hipotético, de modo que adaptações deverão ser feitas de forma a permitir a sua utilização para outros casos, principalmente no que tange à parametrização do orçamento, a qual é fortemente dependente das condições básicas do contrato a ser assinado.

A hipótese de estacionariedade multivariada do modelo proposto foi utilizada nos cálculos. Os testes de hipóteses revelaram que a hipótese de normalidade dos resíduos foi rejeitada, mas por outro lado, mesmo que em alguns casos com significância baixa, não podemos rejeitar as hipóteses de não existência de autocorrelação e de heterocedasticidade.

Como desenvolvimento futuro, deveremos substituir a simulação de Monte Carlo pela utilização do procedimento de *Bootstrap*. Ressaltamos, porém, que de acordo com experiências anteriores, os resultados serão muito similares aos aqui obtidos.

Também fica reservado a um desenvolvimento futuro o aumento da quantidade dos fatores de risco, bem como um estudo de impulso e resposta.

Outro ponto a ser desenvolvido no futuro é a adaptação do programa escrito em R para lidar com uma parametrização variável dos orçamentos, já que no momento a padronização está *hard-coded* no programa escrito.

Podemos considerar alternativamente que a metodologia aqui proposta poderá ser utilizada para o controle de risco ativo no dia a dia dos Estaleiros construtores, mesmo em situações em que o *guarantee bond* não faça parte do arcabouço contratual; outra utilização seria a tempo de orçamento corporativo, servindo de base para o dimensionamento de contingências e a determinação de significância de resultados previstos para um dado exercício.

Apêndice I – O Modelo de VAR e Simulação de Monte Carlo - Detalhamento

I.1 O Modelo Utilizado

Assumimos que dispomos de séries temporais K -dimensionais na forma y_1, \dots, y_T com $y_t = (y_{1t}, \dots, y_{Kt})$ que são geradas pelo processo estável e estacionário $\text{VAR}(p)$.

$$y_t = v + A_1 y_{t-1} + \dots + A_p y_{t-p} + u_t$$

Onde: $v = (v_1, \dots, v_K)$ é um vetor ($K \times 1$) de termos de intercepto

A_i são matrizes de coeficientes ($K \times K$) para $i = 1, \dots, p$

u_t é um ruído-branco K -dimensional com matriz de covariância positiva definida estacionária $E(u_t u_t') = \Sigma_u$

Os coeficientes (matrizes A_i) são estimados utilizando-se mínimos quadrados ordinários em cada equação separadamente. Segundo [8], que cita Zellner (1962), este procedimento pode ser adotado porque os regressores em todas as equações são os mesmos.

I.2 A Escolha da Ordem do VAR

Para escolher a ordem do VAR, calcularemos critérios de informação bem como o erro final de previsão. De [12] temos que, para um $\text{VAR}(n)$ teremos:

$$AIC(n) = \ln \det(\tilde{\Sigma}_u(n)) + \frac{2}{T} nK^2$$

$$HQ(n) = \ln \det(\tilde{\Sigma}_u(n)) + \frac{2 \ln(\ln(T))}{T} nK^2$$

$$SC(n) = \ln \det(\tilde{\Sigma}_u(n)) + \frac{\ln(T)}{T} nK^2$$

$$FPE(n) = \left(\frac{T + n^*}{T - n^*} \right)^K \det(\tilde{\Sigma}_u(n))$$

Onde $\tilde{\Sigma}_u(n) = T^{-1} \sum_{t=1}^T \hat{u}_t \hat{u}_t'$ e n^* é o número total de parâmetros em cada equação.

No capítulo 4 de [8] encontramos extensa discussão sobre os critérios para a seleção da ordem do VAR. Após análise decidimos utilizar a minimização do erro de previsão como nosso critério de escolha, já que nosso principal objetivo é a previsão dos fatores de risco

para permitir a simulação de Monte Carlo. Minimizar o erro de previsão, portanto, nos parece o mais indicado.

I.3 Teste de Diagnóstico do VAR

Uma característica importante do processo $\text{VAR}(p)$ é a sua estabilidade. Isto significa que o $\text{VAR}(p)$ gera séries temporais estacionárias, com estrutura de variância-covariância e médias independentes do tempo, a partir de valores iniciais suficientes. Isto pode ser verificado se a seguinte condição for satisfeita:

$$\det(I_K - A_1 z - \dots - A_p z^p) \neq 0 \text{ para } |z| \leq 1$$

Seguindo as proposições de [8], realizaremos os testes para verificação da compatibilidade dos resíduos com a hipótese de ruído branco. Para tal, utilizaremos os testes Jarque-Bera para a normalidade e Portmanteau e também o de Breusch-Godfrey-Edgerton-Shukur para autocorrelação.

Além destes, testamos também a hipótese da homocedasticidade dos resíduos utilizando os testes de Bartlett e Levene. Este último não é fortemente afetado pela eventual não normalidade dos resíduos.

I.4 Projeções dos Fatores de Risco a Partir dos Resultados do VAR

A partir dos resultados das regressões realizadas para resolvermos o modelo de VAR, poderemos montar a matriz de variância-covariância dos resíduos das regressões, a qual chamaremos de Ω .

De posse de Ω , nos utilizaremos de função específica do R para a geração pseudo-aleatória de novas realizações dos choques das equações de nosso VAR, sempre mantendo a estrutura de variância-covariância original.

Com isso, geraremos um vetor $\hat{\varepsilon} = (\hat{\varepsilon}_1, \hat{\varepsilon}_2, \dots, \hat{\varepsilon}_h)$, onde h é o horizonte de previsão.

Com este vetor e as matrizes A poderemos calcular recursivamente os valores de cada uma das realizações dos fatores de risco que queremos projetar:

$$\hat{y}_1 = v + A_1 y_{96} + \dots + A_p y_{94} + \hat{\varepsilon}_1$$

$$\hat{y}_2 = v + A_1 \hat{y}_1 + \dots + A_p y_{95} + \hat{\varepsilon}_2$$

...

$$\hat{y}_{30} = v + A_1 \hat{y}_{29} + \dots + A_p \hat{y}_{27} + \hat{\varepsilon}_{30}$$

Todo este processo será repetido $N=10000$ vezes, gerando então as trajetórias dos fatores de risco a serem utilizadas na Simulação de Monte Carlo.

Com os valores dos fatores de risco calculados, só nos resta reconstituir o orçamento fazendo operações inversas àquelas descritas na tabela 5.5.

I.5 Redução do Modelo de VAR

Se analisarmos os resultados listados em II.3 veremos que uma série de coeficientes calculados para as equações são estatisticamente insignificantes, dado um nível de significância.

Este fato pode introduzir erros indesejáveis nas nossas previsões, de modo a verificar a magnitude destes erros iremos reduzir o modelo de VAR, utilizando o método da eliminação sequencial de regressores, proposto na seção 5.2.8 de [8], utilizando 1.0 como valor limite para a estatística t de cada regressor.

A partir deste ponto, passaremos a analisar as distribuições obtidas.

Apêndice II – O Modelo de VAR e Simulação de Monte Carlo – Cálculos Numéricos

II.1 Dados Utilizados

Tabela II.1 – Fatores de Risco – Parte 1

	Preço do Aço (USD)	IPCA (Índice)	BRL	EUR
Mês	pa	ip	br	eu
Jan-99	333	1468.41	1.9832	1.1384
Feb-99	318	1483.83	2.0648	1.1018
Mar-99	308	1500.15	1.722	1.0742
Apr-99	306	1508.55	1.6607	1.0597
May-99	303	1513.08	1.724	1.0456
Jun-99	300	1515.95	1.7695	1.0328
Jul-99	300	1532.47	1.7892	1.0694
Aug-99	304	1541.05	1.9159	1.0573
Sep-99	305	1545.83	1.9223	1.0665
Oct-99	306	1564.23	1.953	1.0453
Nov-99	306	1579.09	1.9227	1.0097
Dec-99	305	1588.56	1.789	1.0046
Jan-00	312	1598.41	1.8024	0.9791
Feb-00	310	1600.49	1.7685	0.9714
Mar-00	316	1604.01	1.7473	0.9553
Apr-00	323	1610.75	1.8067	0.9085
May-00	320	1610.91	1.8266	0.9303
Jun-00	330	1614.62	1.8	0.9556
Jul-00	331	1640.62	1.7748	0.9243
Aug-00	325	1662.11	1.8234	0.8906
Sep-00	325	1665.93	1.8437	0.8765
Oct-00	321	1668.26	1.909	0.8417
Nov-00	312	1673.6	1.9596	0.8684
Dec-00	302	1683.47	1.9554	0.9305
Jan-01	309	1693.07	1.9711	0.9293
Feb-01	308	1700.86	2.0452	0.9248
Mar-01	305	1707.32	2.1616	0.8832
Apr-01	293	1717.22	2.1847	0.8876
May-01	295	1724.26	2.36	0.848
Jun-01	289	1733.23	2.3049	0.848
Jul-01	286	1756.28	2.4313	0.8755
Aug-01	290	1768.57	2.5517	0.9158
Sep-01	290	1773.52	2.6713	0.9131
Oct-01	285	1788.24	2.7071	0.9042
Nov-01	278	1800.94	2.5287	0.8898
Dec-01	280	1812.65	2.3204	0.8813
Jan-02	271	1822.08	2.4183	0.8637
Feb-02	267	1828.64	2.3482	0.8651
Mar-02	270	1839.61	2.3236	0.8724
Apr-02	277	1854.33	2.3625	0.9008
May-02	282	1858.22	2.522	0.9387
Jun-02	302	1866.02	2.8444	0.9975
Jul-02	312	1888.23	3.4285	0.9783
Aug-02	313	1900.5	3.0223	0.9833
Sep-02	318	1914.18	3.8949	0.986
Oct-02	316	1939.26	3.645	0.9864
Nov-02	318	1997.83	3.6365	0.9927
Dec-02	318	2039.78	3.5333	1.0487

Tabela II.2 – Fatores de Risco – Parte 2

	Preço do Aço (USD)	IPCA (Índice)	BRL	EUR
Mês	pa	ip	br	eu
Jan-03	327	2085.68	3.5258	1.0816
Feb-03	333	2118.43	3.5632	1.0782
Mar-03	332	2144.49	3.3531	1.0895
Apr-03	335	2165.29	2.8898	1.1131
May-03	342	2178.5	2.9656	1.1822
Jun-03	346	2175.23	2.872	1.1427
Jul-03	346	2179.58	2.9655	1.1318
Aug-03	343	2186.99	2.9665	1.0927
Sep-03	346	2204.05	2.9234	1.1652
Oct-03	357	2210.44	2.8562	1.1622
Nov-03	361	2217.96	2.9494	1.1994
Dec-03	367	2229.49	2.8892	1.263
Jan-04	400	2246.43	2.9409	1.2384
Feb-04	432	2260.13	2.9138	1.2418
Mar-04	506	2270.75	2.9086	1.2224
Apr-04	540	2279.15	2.9447	1.1947
May-04	575	2290.77	3.1291	1.2198
Jun-04	602	2307.03	3.1075	1.2155
Jul-04	633	2328.02	3.0268	1.2039
Aug-04	627	2344.08	2.9338	1.2111
Sep-04	704	2351.82	2.8586	1.2409
Oct-04	717	2362.17	2.8565	1.2737
Nov-04	734	2378.47	2.7307	1.3295
Dec-04	750	2398.92	2.6544	1.3621
Jan-05	756	2412.83	2.6248	1.3035
Feb-05	740	2427.07	2.595	1.3257
Mar-05	753	2441.87	2.6662	1.2964
Apr-05	744	2463.11	2.5313	1.2957
May-05	729	2475.18	2.4038	1.2331
Jun-05	696	2474.68	2.3504	1.2092
Jul-05	655	2480.87	2.3905	1.2093
Aug-05	668	2485.09	2.3637	1.2198
Sep-05	680	2493.79	2.2222	1.2042
Oct-05	676	2512.49	2.2543	1.2023
Nov-05	664	2526.31	2.207	1.1769
Dec-05	647	2535.4	2.3407	1.1797
Jan-06	649	2550.36	2.216	1.2118
Feb-06	646	2560.82	2.1355	1.1875
Mar-06	651	2571.83	2.1724	1.2104
Apr-06	670	2577.23	2.0892	1.2537
May-06	717	2579.81	2.3005	1.2868
Jun-06	741	2574.39	2.1643	1.2713
Jul-06	736	2579.28	2.1762	1.2767
Aug-06	737	2580.57	2.1388	1.2851
Sep-06	755	2585.99	2.1742	1.266
Oct-06	740	2594.52	2.143	1.2696
Nov-06	743	2602.56	2.1668	1.32
Dec-06	757	2615.1	2.138	1.317

Nota: Os valores acima são os históricos. Para os cálculos de VAR estaremos utilizando o log da variação.

II.2 Critério de Seleção da Ordem do VAR

\$selection

AIC(n)	HQ(n)	SC(n)	FPE(n)
4	1	1	2

\$criteria

	1	2	3	4	5	6
AIC(n)	-3.120132e+01	-3.133330e+01	-3.121814e+01	-3.134455e+01	-3.120351e+01	-3.113774e+01
HQ(n)	-3.101871e+01	-3.096808e+01	-3.067031e+01	-3.061411e+01	-3.029046e+01	-3.004207e+01
SC(n)	-3.074782e+01	-3.042630e+01	-2.985764e+01	-2.953055e+01	-2.893601e+01	-2.841674e+01
FPE(n)	3.087398e-14	2.712343e-14	3.061865e-14	2.729062e-14	3.201142e-14	3.514915e-14

Como escolhemos por critério a minimização do erro de previsão (FPE), faremos os cálculos de um VAR(2).

II.3 Resultados do Cálculo do VAR(2)

Equação do Preço do Aço

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.041129	-0.015017	-0.001940	0.010888	0.099349

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
const	0.003376	0.004645	0.727	0.46940
pa.l1	0.342922	0.103212	3.323	0.00132 **
ip.l1	-0.346894	0.686280	-0.505	0.61455
br.l1	-0.050744	0.048786	-1.040	0.30126
eu.l1	0.461098	0.097558	4.726	9.1e-06 ***
pa.l2	0.282883	0.093976	3.010	0.00345 **
ip.l2	0.340133	0.694152	0.490	0.62541
br.l2	0.013512	0.047386	0.285	0.77623
eu.l2	-0.111795	0.109140	-1.024	0.30862

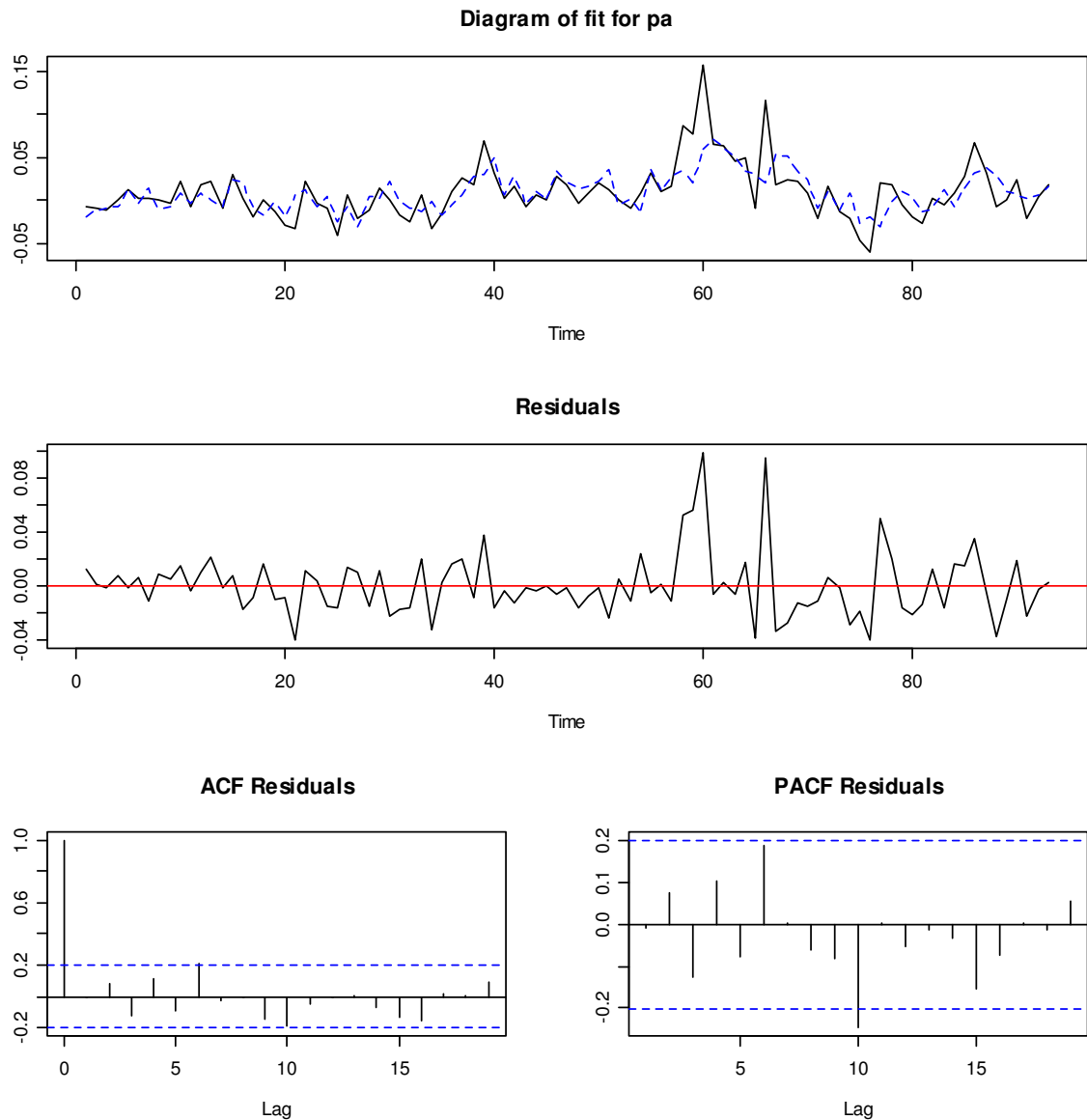
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.0251 on 84 degrees of freedom

Multiple R-Squared: 0.491, Adjusted R-squared: 0.4364

F-statistic: 9.002 on 9 and 84 DF, p-value: 2.156e-09

Figura II.1 – Gráficos da Regressão da Equação do Preço do Aço.



Equação do IPCA

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-7.772e-03	-1.877e-03	5.629e-05	1.351e-03	1.172e-02

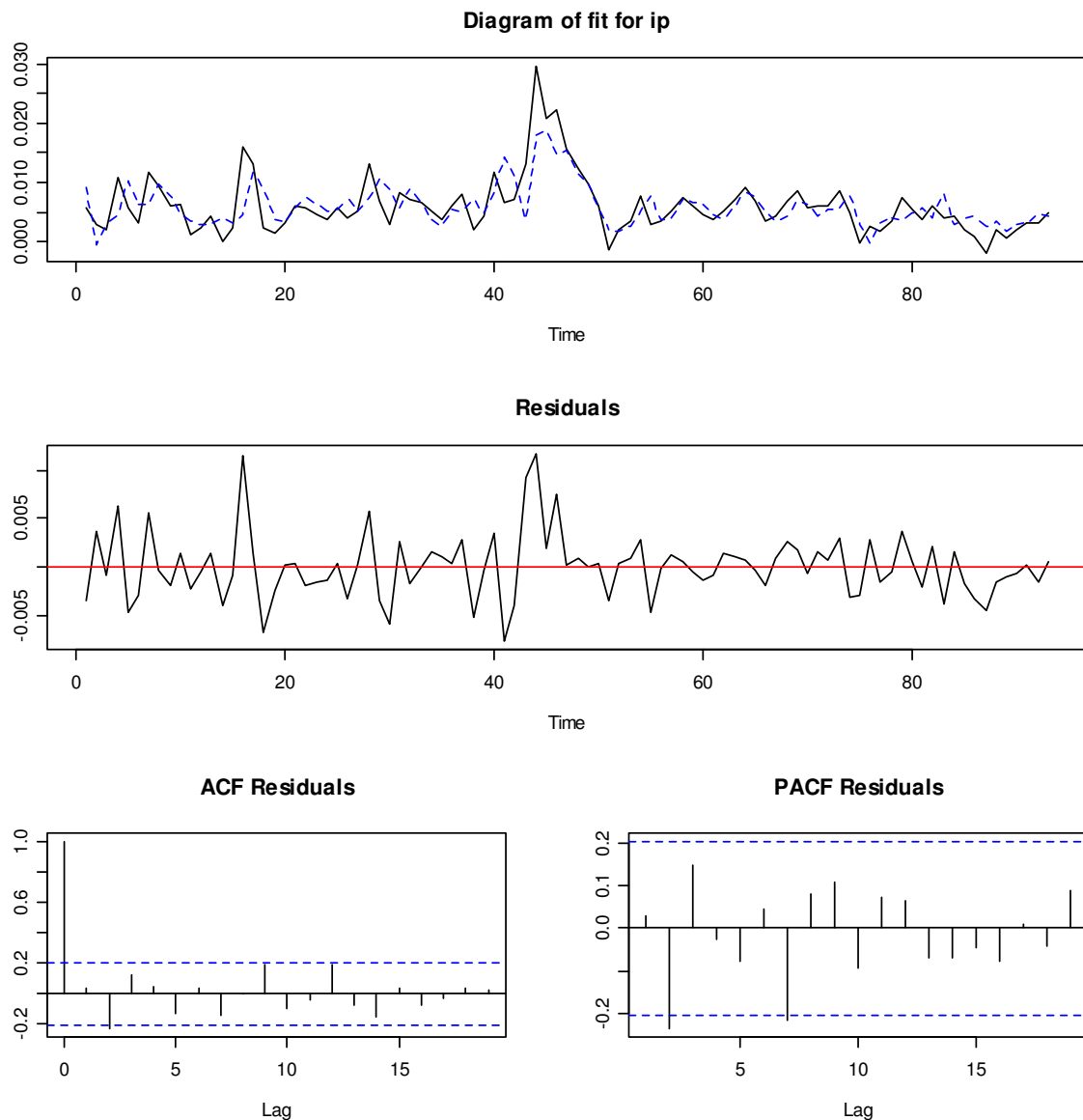
Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
const	0.0023257	0.0006552	3.550	0.000634	***
pa.l1	0.0013159	0.0145578	0.090	0.928189	
ip.l1	0.6443058	0.0967983	6.656	2.72e-09	***
br.l1	0.0040325	0.0068811	0.586	0.559430	
eu.l1	0.0096129	0.0137604	0.699	0.486737	
pa.l2	-0.0033435	0.0132551	-0.252	0.801470	
ip.l2	-0.0456492	0.0979087	-0.466	0.642249	
br.l2	0.0313812	0.0066837	4.695	1.03e-05	***
eu.l2	0.0055259	0.0153940	0.359	0.720523	

 Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.00354 on 84 degrees of freedom
 Multiple R-Squared: 0.809, Adjusted R-squared: 0.7886
 F-statistic: 39.54 on 9 and 84 DF, p-value: < 2.2e-16

Figura II.2 – Gráficos da Regressão da Equação do IPCA.



Equação do Real

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.1535917	-0.0289809	-0.0009903	0.0279896	0.1964989

Coefficients:

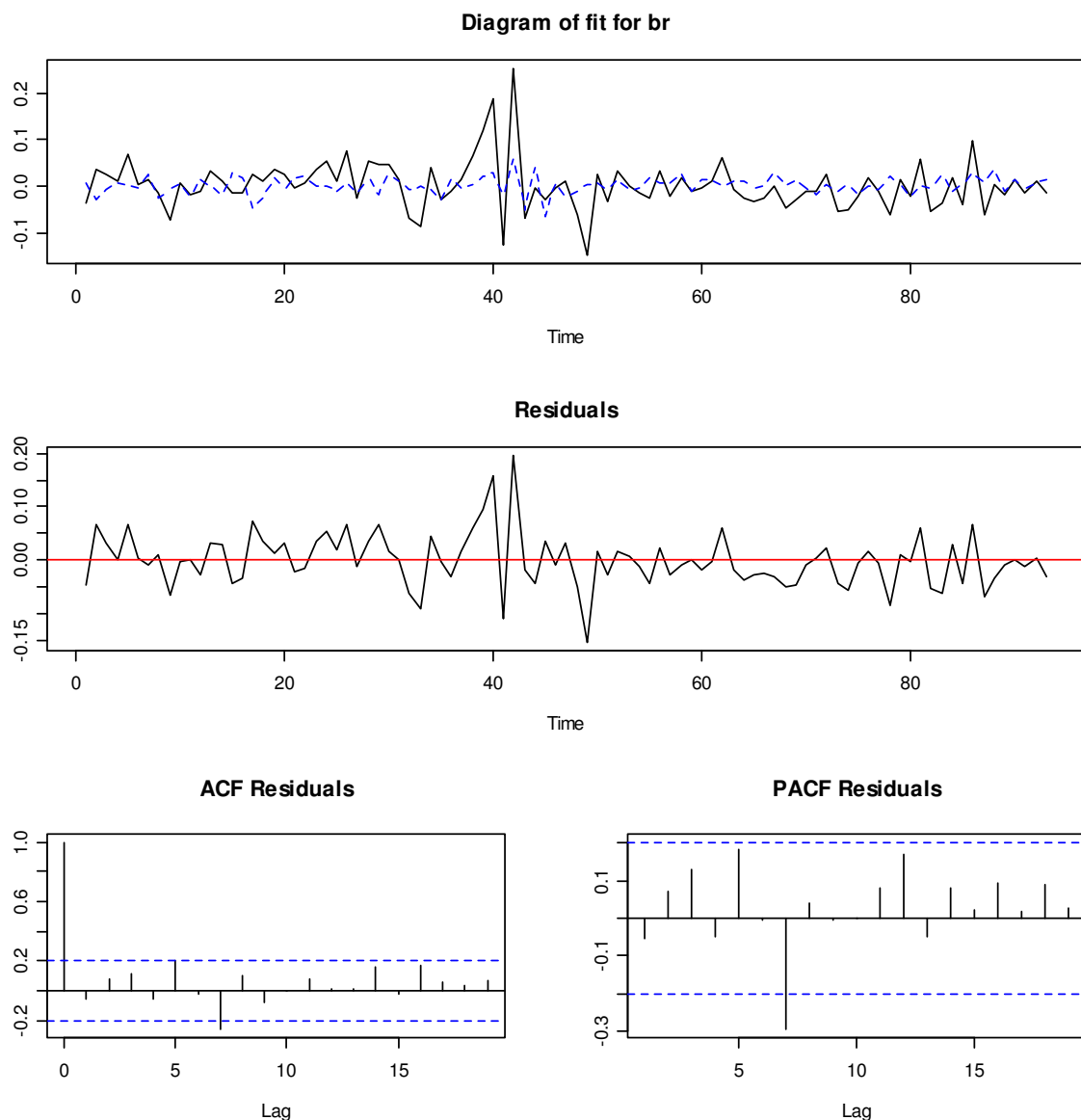
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
const	0.010343	0.009746	1.061	0.2916
pa.l1	0.128003	0.216552	0.591	0.5560
ip.l1	-2.655621	1.439905	-1.844	0.0687 .

br.l1	-0.095136	0.102359	-0.929	0.3553
eu.l1	0.336715	0.204690	1.645	0.1037
pa.l2	-0.038067	0.197174	-0.193	0.8474
ip.l2	1.059281	1.456422	0.727	0.4691
br.l2	0.200526	0.099422	2.017	0.0469 *
eu.l2	-0.058644	0.228991	-0.256	0.7985

 Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.05266 on 84 degrees of freedom
 Multiple R-Squared: 0.1288, Adjusted R-squared: 0.03544
 F-statistic: 1.38 on 9 and 84 DF, p-value: 0.2103

Figura II.3 – Gráficos da Regressão da Equação do Real.



Equação do Euro

Residuals:

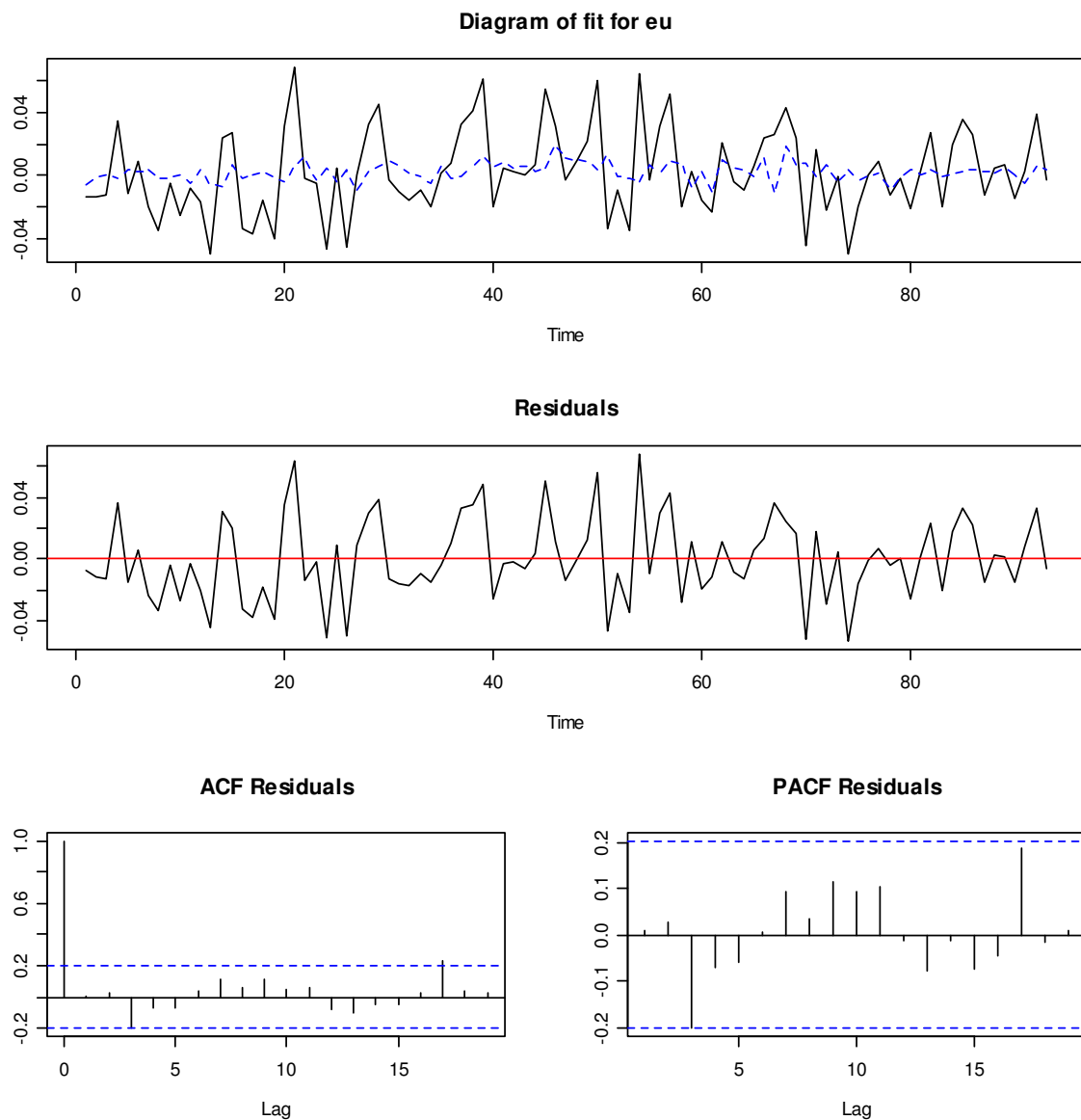
Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.053371	-0.015522	-0.002412	0.017178	0.068481

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
const	-0.0004133	0.0051670	-0.080	0.936
pa.l1	-0.1330403	0.1148144	-1.159	0.250
ip.l1	-0.0028102	0.7634284	-0.004	0.997
br.l1	0.0172409	0.0542701	0.318	0.752
eu.l1	0.1477555	0.1085251	1.361	0.177
pa.l2	0.1311945	0.1045402	1.255	0.213
ip.l2	0.3883724	0.7721857	0.503	0.616
br.l2	-0.0069275	0.0527130	-0.131	0.896
eu.l2	0.0355308	0.1214095	0.293	0.771

Residual standard error: 0.02792 on 84 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.05264, Adjusted R-squared: -0.04886
F-statistic: 0.5186 on 9 and 84 DF, p-value: 0.8573

Figura II.4 – Gráficos da Regressão da Equação do Euro.



Teste de Estabilidade do VAR(2)

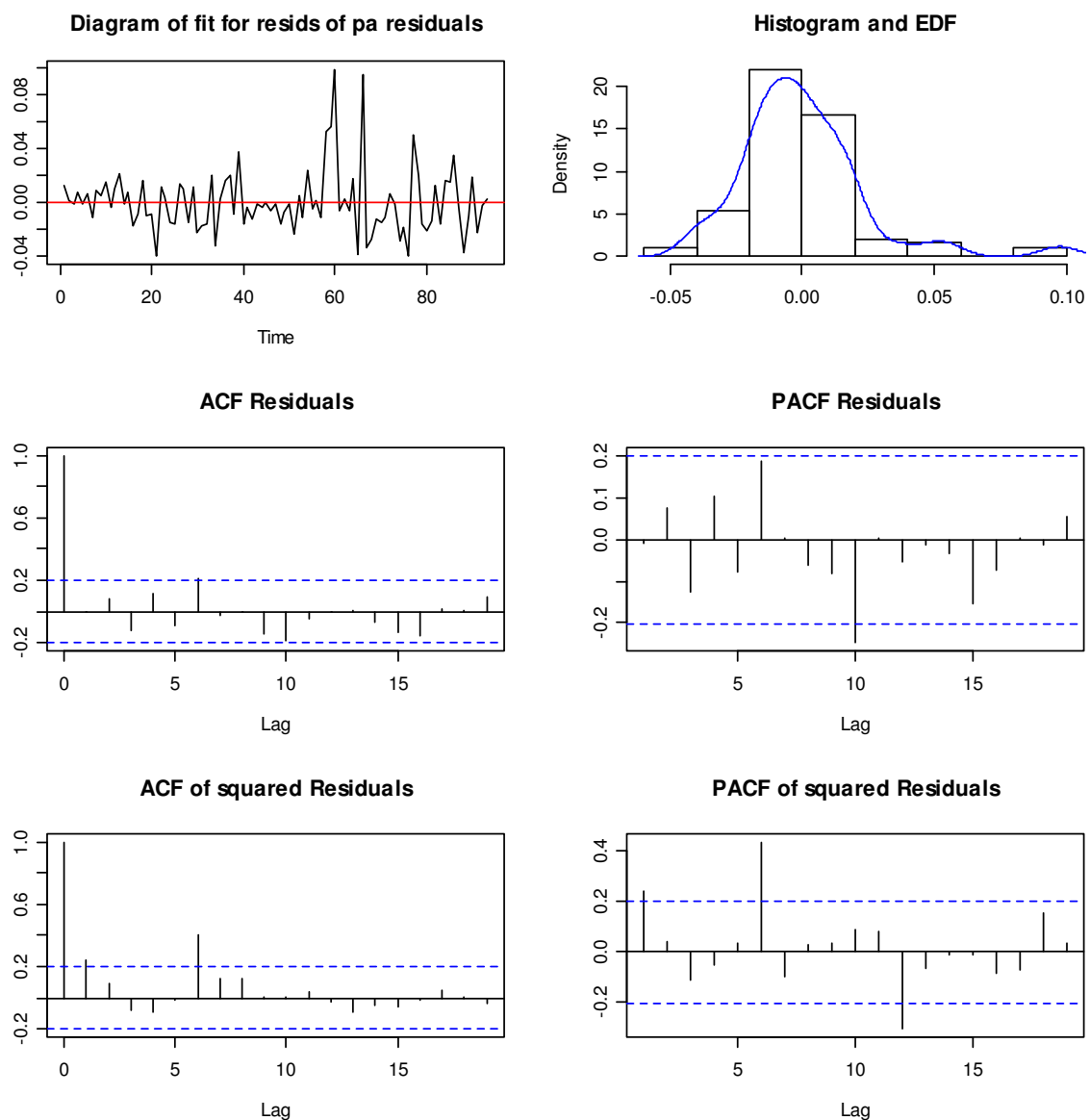
[1] 0.7501568 0.5643870 0.5087511 0.4159756 0.4159756 0.3632997 0.3632997
0.2607631

Teste Univariado Jarque-Bera nos Resíduos da Eq. Do Preço do Aço para Normalidade

data: Residual of resids of pa equation

$\chi^2 = 118.4383$, $df = 2$, $p\text{-value} < 2.2e-16$

Figura II.5 – Gráficos da Regressão da Equação do Preço do Aço – Distribuição e Auto-Correlação dos Resíduos.

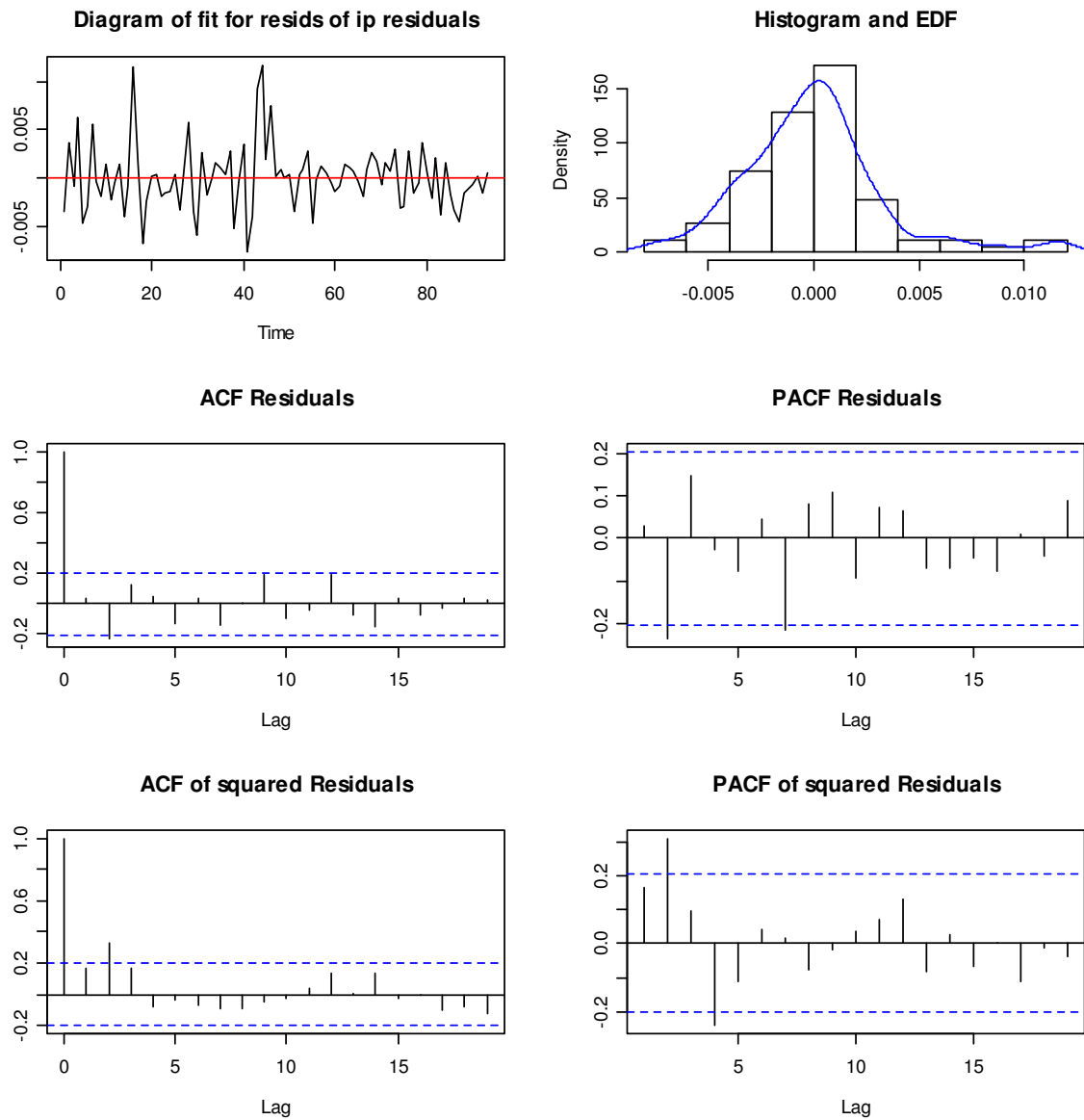


Teste Univariado Jarque-Bera nos Resíduos da Eq. Do IPCA para Normalidade

data: Residual of resids of ip equation

$\chi^2 = 31.8604$, $df = 2$, $p\text{-value} = 1.207e-07$

Figura II.6 – Gráficos da Regressão da Equação do IPCA – Distribuição e Auto-Correlação dos Resíduos.

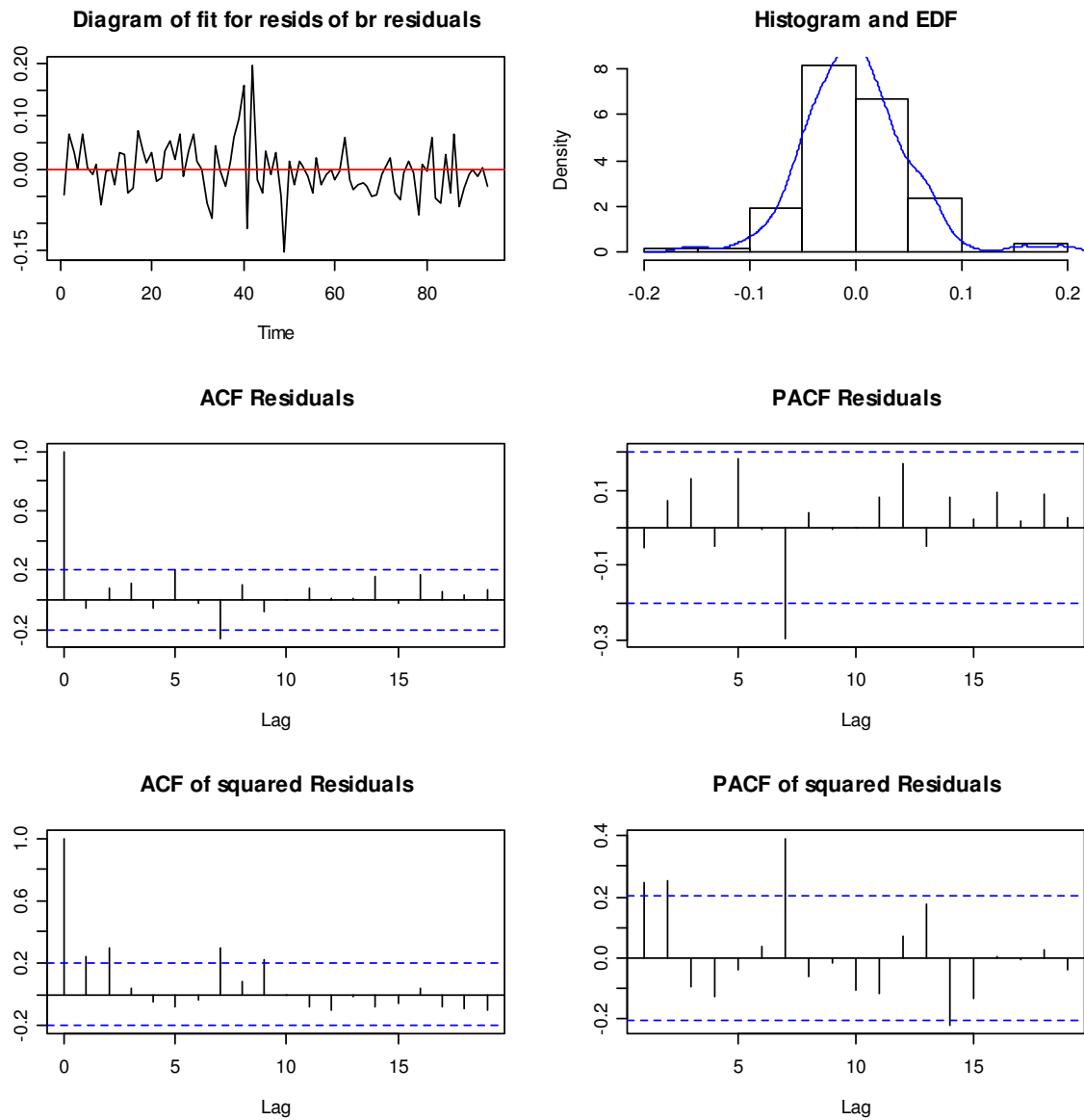


Teste Univariado Jarque-Bera nos Resíduos da Eq. Do Real para Normalidade

data: Residual of resids of br equation

$\chi^2 = 33.5989$, $df = 2$, $p\text{-value} = 5.059e-08$

Figura II.7 – Gráficos da Regressão da Equação do Real – Distribuição e Auto-Correlação dos Resíduos.

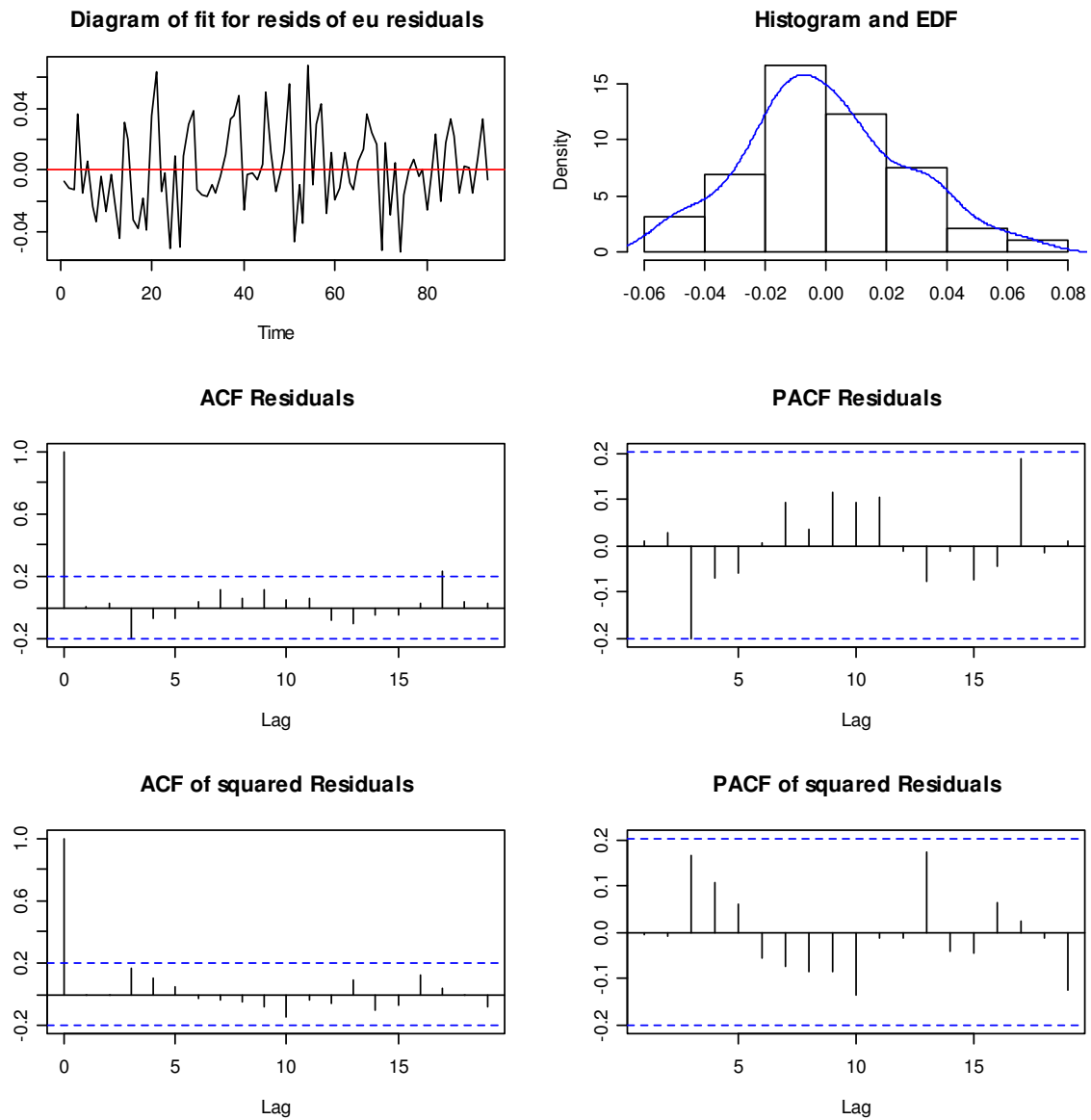


Teste Univariado Jarque-Bera nos Resíduos da Eq. Do Euro para Normalidade

data: Residual of resids of eu equation

$\text{Chi}^2 = 1.2521$, $\text{df} = 2$, $\text{p-value} = 0.5347$

Figura II.8 – Gráficos da Regressão da Equação do Euro – Distribuição e Auto-Correlação dos Resíduos.



Testes Multivariados nos Resíduos do VAR(2) para Normalidade

\$JB

JB-Test (multivariate)

data: Residuals of VAR object var.lagtipo

$\chi^2 = 182.0351$, $df = 8$, $p\text{-value} < 2.2e-16$

\$Skewness

Skewness only (multivariate)

data: Residuals of VAR object var.lagtipo

$\chi^2 = 56.3588$, $df = 4$, $p\text{-value} = 1.686e-11$

\$Kurtosis

Kurtosis only (multivariate)

data: Residuals of VAR object var.lagtipo

$\chi^2 = 125.6762$, $df = 4$, $p\text{-value} < 2.2e-16$

Testes Multivariados nos Resíduos do VAR(2) para Autocorrelação Serial

\$PT1

Portmanteau Test (asymptotic)

data: Residuals of VAR object var.lagtipo

$\chi^2 = 243.6785$, $df = 224$, $p\text{-value} = 0.1749$

\$PT2

Portmanteau Test (adjusted)

data: Residuals of VAR object var.lagtipo

$\chi^2 = 271.4026$, $df = 224$, $p\text{-value} = 0.01660$

\$LMh

Breusch-Godfrey LM test

data: Residuals of VAR object var.lagtipo

$\chi^2 = 102.1775$, $df = 80$, $p\text{-value} = 0.04797$

\$LMFh

Edgerton-Shukur F test

data: Residuals of VAR object var.lagtipo

F statistic = 1.2063, $df1 = 80$, $df2 = 243$, $p\text{-value} = 0.1415$

Testes de Homocedasticidade dos Resíduos

Teste de Bartlett

pa

p-value: 6.43667922972492e-05

ip

p-value: 2.43218473591678e-05

br

p-value: 0.0123280355868080

eu
p-value: 0.122664986152690

Teste de Levene

pa
p-value: 0.0511072267058705

ip
p-value: 0.0452392168334103

br
p-value: 0.723820596976305

eu
p-value: 0.56533458705199

Portanto, os testes rejeitam a hipótese de normalidade multivariada dos resíduos do VAR(2) calculado, mas rejeitam a hipótese de autocorrelação serial.

Por outro lado, o teste de Levene rejeita a hipótese de heterocedasticidade, mesmo que para o caso do preço do aço (pa) e do IPCA (ip), o nível de significância seja da ordem de somente 5%. O teste de Bartlett não rejeita a hipótese de heterocedasticidade mas isto se deve ao fato deste teste ser muito influenciado pela não normalidade dos resíduos.

Apesar disto, continuaremos trabalhando com a hipótese de normalidade dos resíduos.

II.4 Projeções a Serem Utilizadas na Simulação de Monte Carlo

Tabela II.3 – Matriz Var-Covar VAR(2)

	resids of pa	resids of ip	resids of br	resids of eu
resids of pa	0.000575130402	-0.000008524119	0.000005788521	0.000043399755
resids of ip	-0.000008524119	0.000011441930	-0.000006111789	0.000010123771
resids of br	0.000005788521	-0.000006111789	0.002531811656	-0.000005676154
resids of eu	0.000043399755	0.000010123771	-0.000005676154	0.000711705330

Tabela II.4 – Uma Iteração dos Choques nos Fatores de Risco dentro do Horizonte de Previsão

	resids of pa	resids of ip	resids of br	resids of eu
1	-0.004429775544	-0.003615546756	-0.008047276666	-0.003362285940
2	-0.016687410726	0.000807951544	0.076221774709	-0.016291397400
3	0.024755925721	-0.008544810462	0.066150008401	0.034906157215
4	-0.029446647961	0.003864565677	0.012587392138	0.038112902352
5	0.046236920885	0.002383532619	0.005616519026	0.023527673272
6	0.029542920065	-0.000810499006	-0.079600918304	0.031022681609
7	-0.035464810752	0.003119182068	0.030870819015	0.029884656574
8	0.035248317726	0.000892617212	-0.053440418900	0.018825807156
9	-0.030830267139	-0.000380972389	-0.002140784123	0.020390852335
10	-0.000930643071	-0.001065933975	0.085247183399	0.016261814160
11	-0.006493127607	0.000923319342	0.014942906649	0.022633119958
12	-0.010498935771	-0.003543058794	0.041016644964	-0.049607106543
13	-0.057366997012	-0.002509429367	-0.054836554864	-0.018164721514
14	-0.010176957728	0.004291392547	0.023812251942	0.025923636615
15	0.009427867084	0.003432402251	-0.011971612373	-0.027262603573
16	-0.007708396061	-0.001606843100	0.058866661380	-0.002231212163
17	0.000102917698	0.003519702545	0.082881035382	-0.038950259670
18	0.009580563284	0.005203269860	0.009354465898	0.029261757203
19	0.022027833117	0.001062912172	-0.091329533925	-0.033184625014
20	-0.019661074514	0.002399428656	-0.059342035757	-0.018753845805
21	0.001641505068	0.004514408508	0.011339330066	0.011029415189
22	0.009755536724	0.000687401947	0.033285328235	-0.048587748018
23	-0.040591155812	-0.002163677689	-0.063421017807	-0.000405133811
24	0.015913066831	0.002972267468	0.008126245801	-0.017679936210
25	-0.000059433694	0.001065080299	-0.086225582393	0.030411727130
26	0.018167935693	-0.005036004779	-0.013625704197	-0.017637385243
27	-0.005817325470	-0.003099971120	-0.028718365763	-0.035971785836
28	0.031996650814	-0.003634609276	0.039693626367	0.004530256196
29	0.019725917592	-0.005421680409	0.000765757820	0.008243757455
30	0.002039080560	0.000293602408	-0.048078146118	-0.016876167678

Tabela II.5 – Matriz de Var-Covar dos Choques nos Fatores de Risco dentro do Horizonte de Previsão acima.

	resids of pa	resids of ip	resids of br	resids of eu
resids of pa	0.000575130402	-0.000008524119	0.000005788521	0.000043399755
resids of ip	-0.000008524119	0.000011441930	-0.000006111789	0.000010123771
resids of br	0.000005788521	-0.000006111789	0.002531811656	-0.000005676154
resids of eu	0.000043399755	0.000010123771	-0.000005676154	0.000711705330

Tabela II.6 – Diferenças Percentuais entre a Matriz de Variância- Covariância dos Choques Acima e a Matriz de Variância-Covariância do VAR(2).

	resids of pa	resids of ip	resids of br	resids of eu
resids of pa	0.000000000000	0.000000000002	0.000000000020	0.000000000000
resids of ip	0.000000000002	0.000000000002	-0.000000000014	0.000000000000
resids of br	0.000000000020	-0.000000000014	0.000000000000	0.000000000001
resids of eu	0.000000000000	0.000000000000	0.000000000001	0.000000000000

Nas figuras a seguir, o resultado das 10000 iterações para projeção dos fatores de risco.

Figura II.9
(a) – Série do
preço do Aço
e valores
simulados (A
partir do 97º
mês) – Em
Log

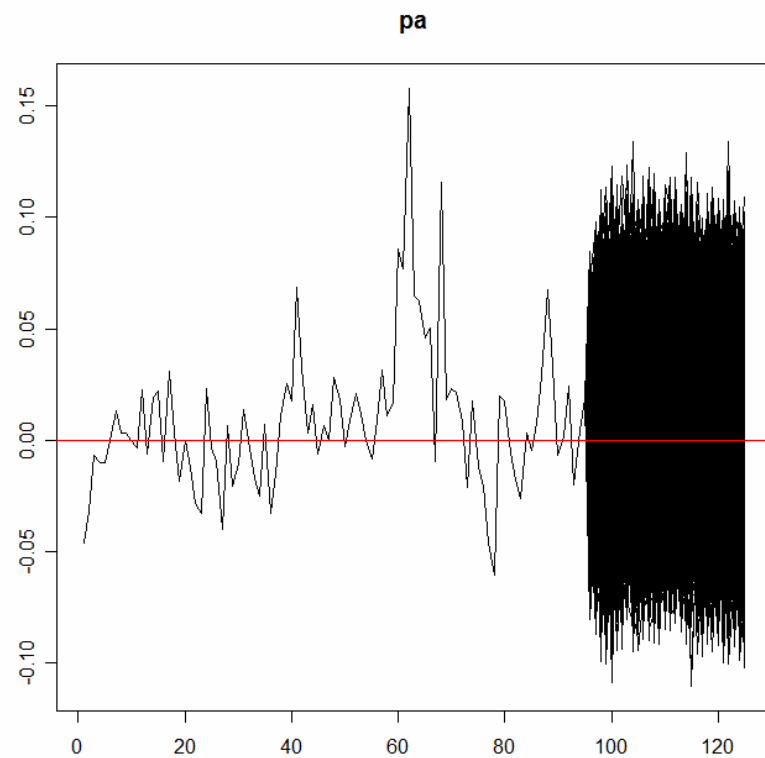


Figura II.9
(b) – Série
do preço do
Aço e
valores
simulados (A
partir do 97º
mês) – Em
Log

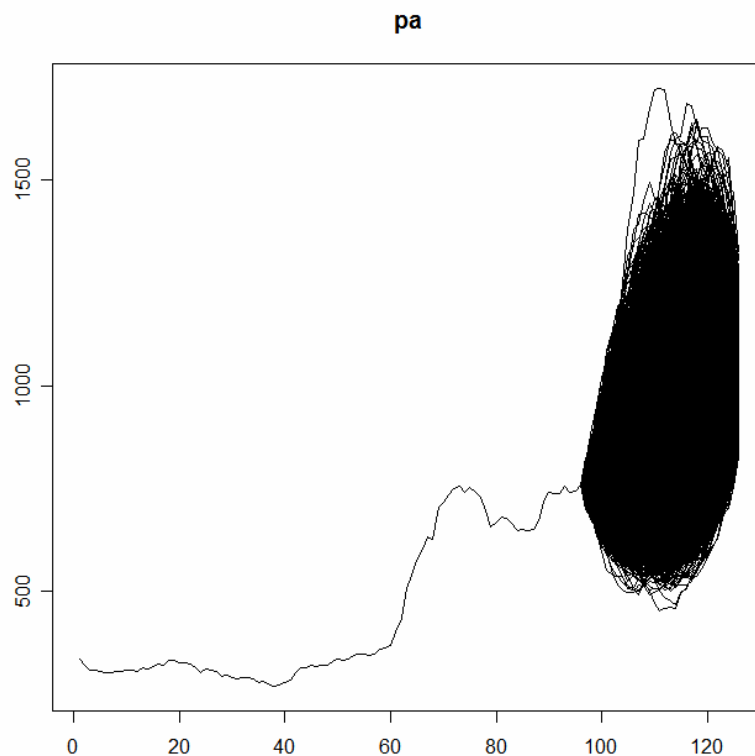


Figura II.10
(a) – Série do
IPCA e
valores
simulados (A
partir do 97º
mês) – em
Log

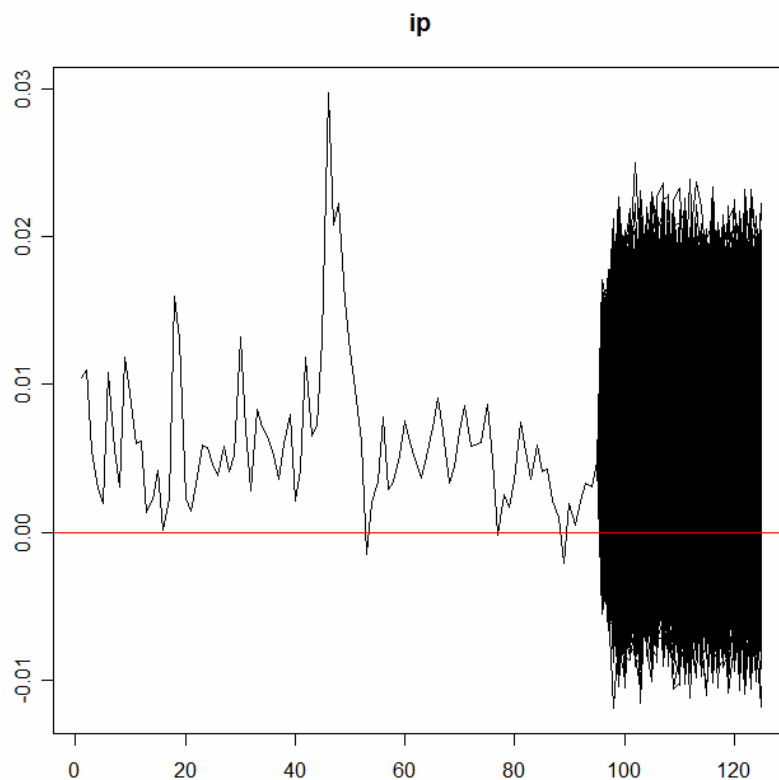


Figura II.10
(b) – Série
do IPCA e
valores
simulados (A
partir do 97º
mês)

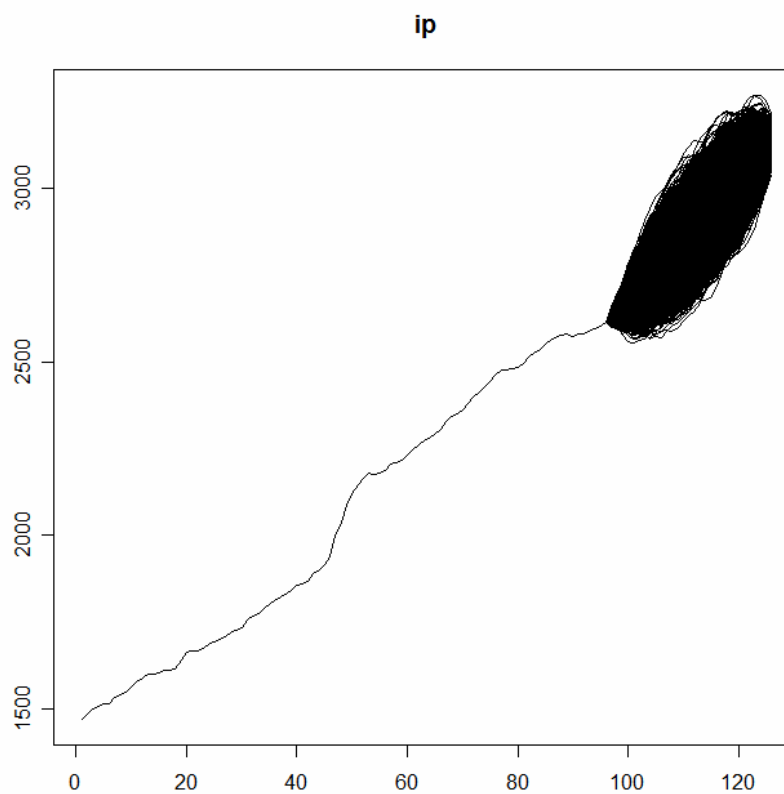


Figura II.11
(a) – Série do
Real e
valores
simulados (A
partir do 97º
mês) – em
Log

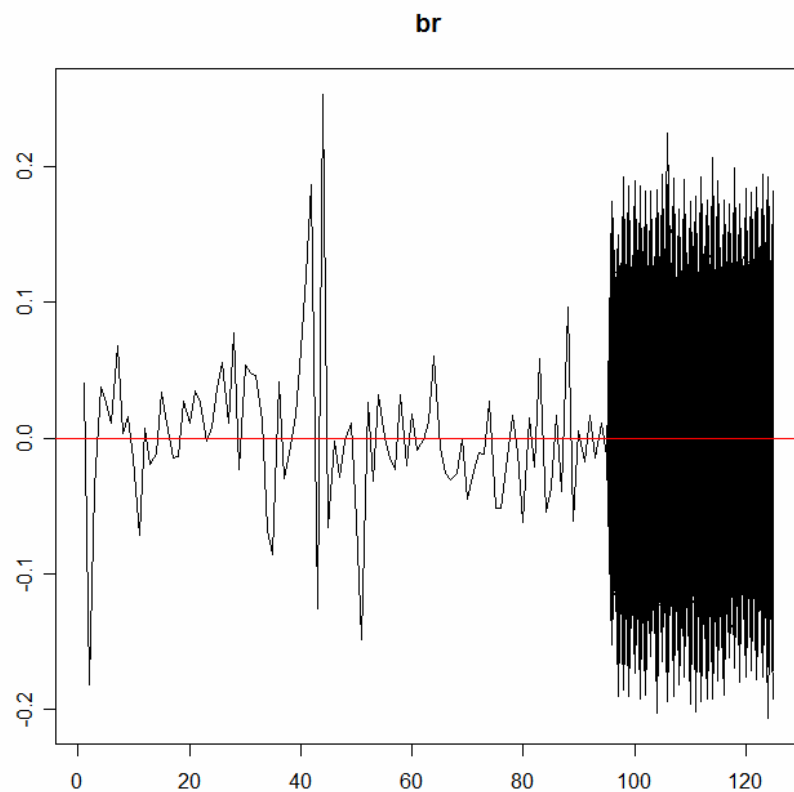


Figura II.11
(b) – Série
do Real e
valores
simulados (A
partir do 97º
mês)

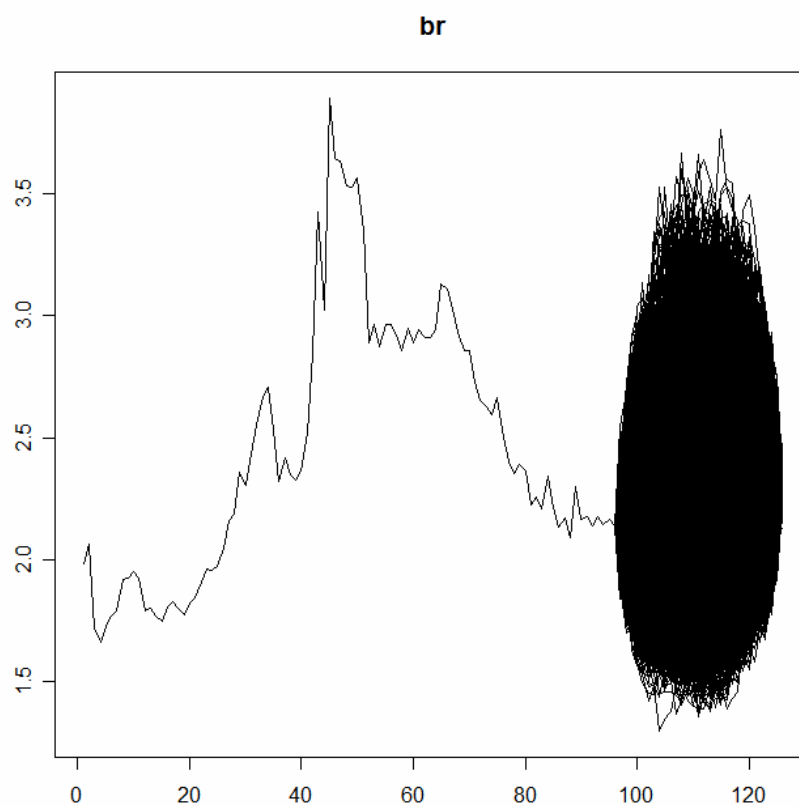


Figura II.12
(a) – Série do
Euro e
valores
simulados (A
partir do 97º
mês) – em
Log

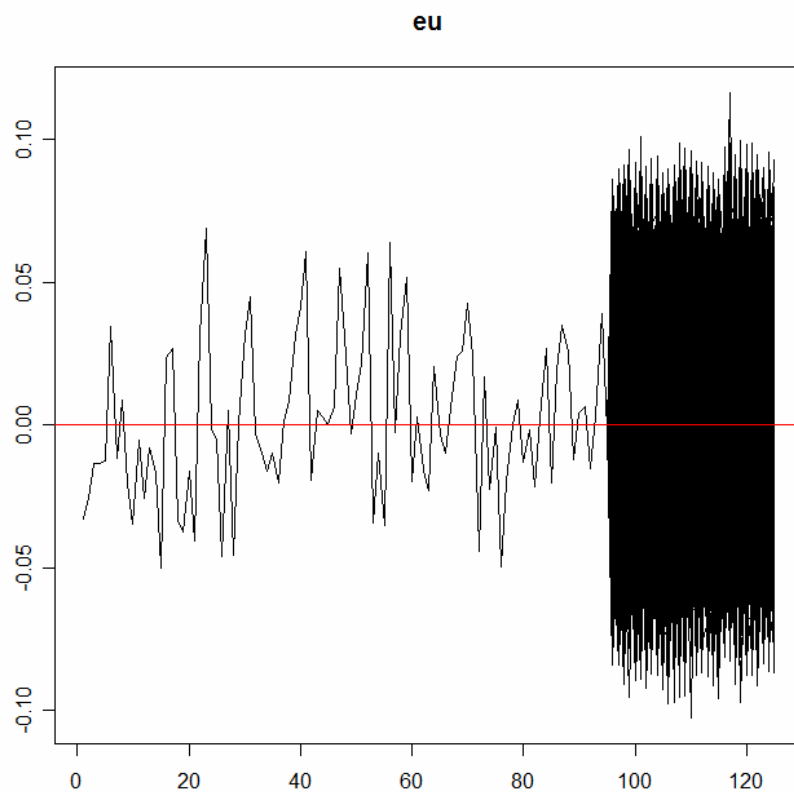
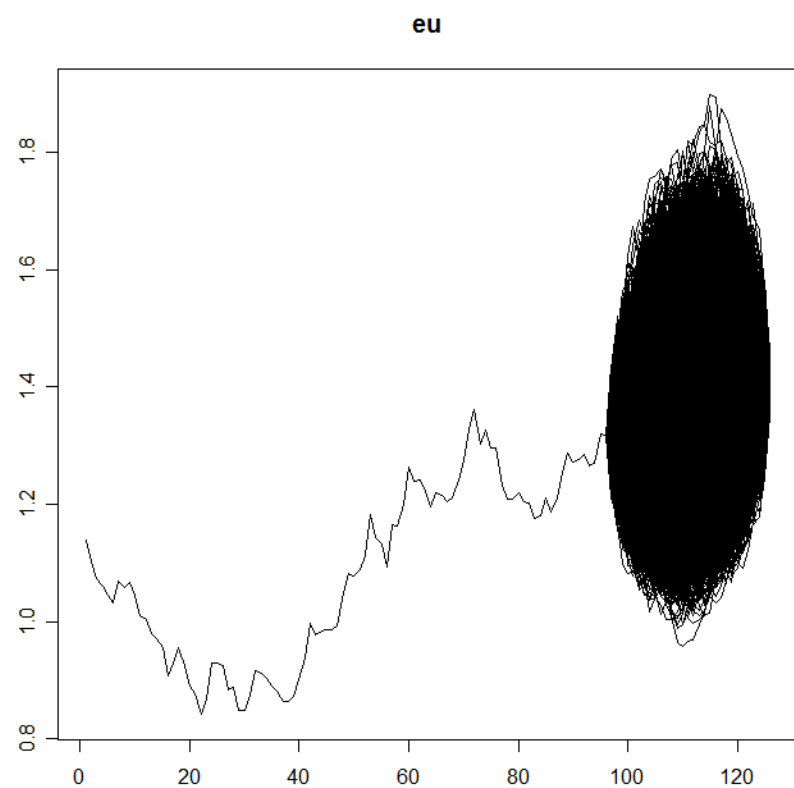


Figura II.12
(b) – Série
do Euro e
valores
simulados (A
partir do 97º
mês)



II.5 Resultados da Simulação de Monte Carlo

Figura II.13 – Trajetória do Custo Acumulado Orçado

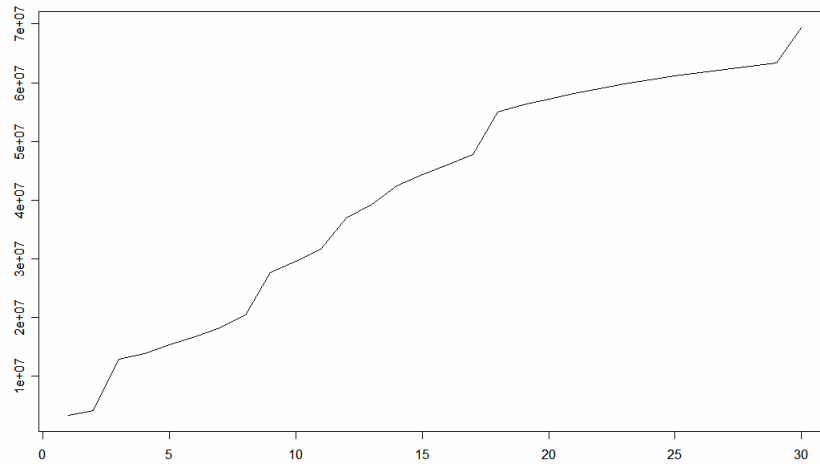


Figura II.14 – 10000 Trajetórias do Custo Acumulado Simuladas

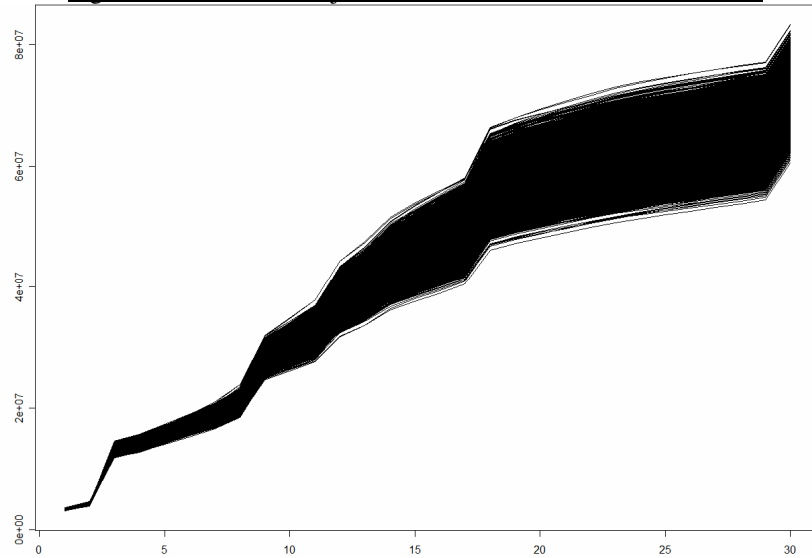


Figura II.15 – 10000 Trajetórias dos Desvios entre Custo Acumulado Orçado e Simulado

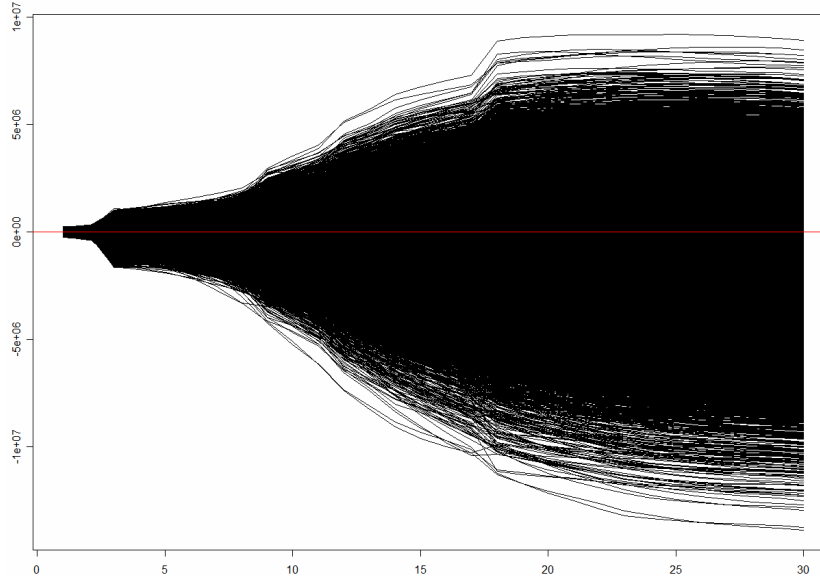


Figura II.16 –
Distribuição do
Tipo 1

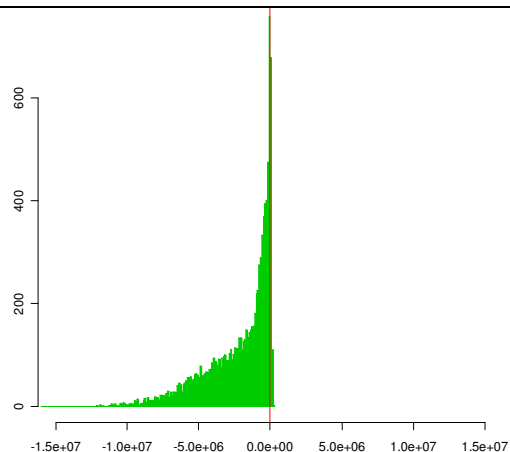


Figura II.17 –
Distribuição do
Tipo 2

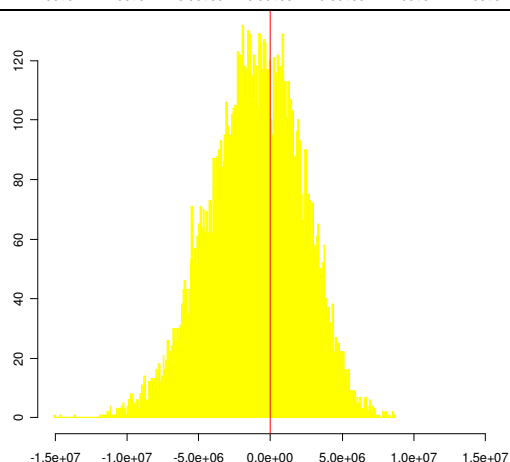


Figura II.18 –
Distribuição do
Tipo 3

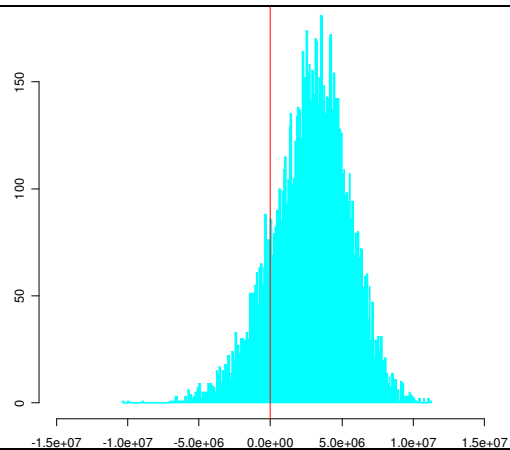


Tabela II.7 – Comparação Entre as Três Distribuições Calculadas.

	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
1%	(9.449.606,00)	(8.922.702,00)	(4.268.156,00)
5%	(6.857.185,00)	(6.468.661,00)	(1.916.134,00)
10%	(5.605.747,00)	(5.288.978,00)	(762.333,00)
25%	(3.470.975,00)	(3.240.181,00)	1.090.160,00
50%	(1.283.919,00)	(972.364,00)	2.956.274,00
100%	214.725,00	8.653.658,00	11.270.507,00
Iteração de Mínimo	7.710,00	7.710,00	7.710,00
Valor Mínimo	(15.950.499,00)	(15.094.742,00)	(10.354.490,00)
Valor do Tipo 1 na mesma Iteração	(15.950.499,00)	(15.950.499,00)	(15.950.499,00)

II.6 Resultados do Cálculo do VAR(2) Reduzido

Equação do Preço do Aço

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.040681	-0.014436	-0.003104	0.011050	0.099808

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
const	0.003355	0.002699	1.243	0.21728
pa.l1	0.342572	0.100496	3.409	0.00099 ***
br.l1	-0.056104	0.046215	-1.214	0.22804
eu.l1	0.458361	0.095467	4.801	6.5e-06 ***
pa.l2	0.286138	0.090786	3.152	0.00223 **
eu.l2	-0.110359	0.105545	-1.046	0.29864

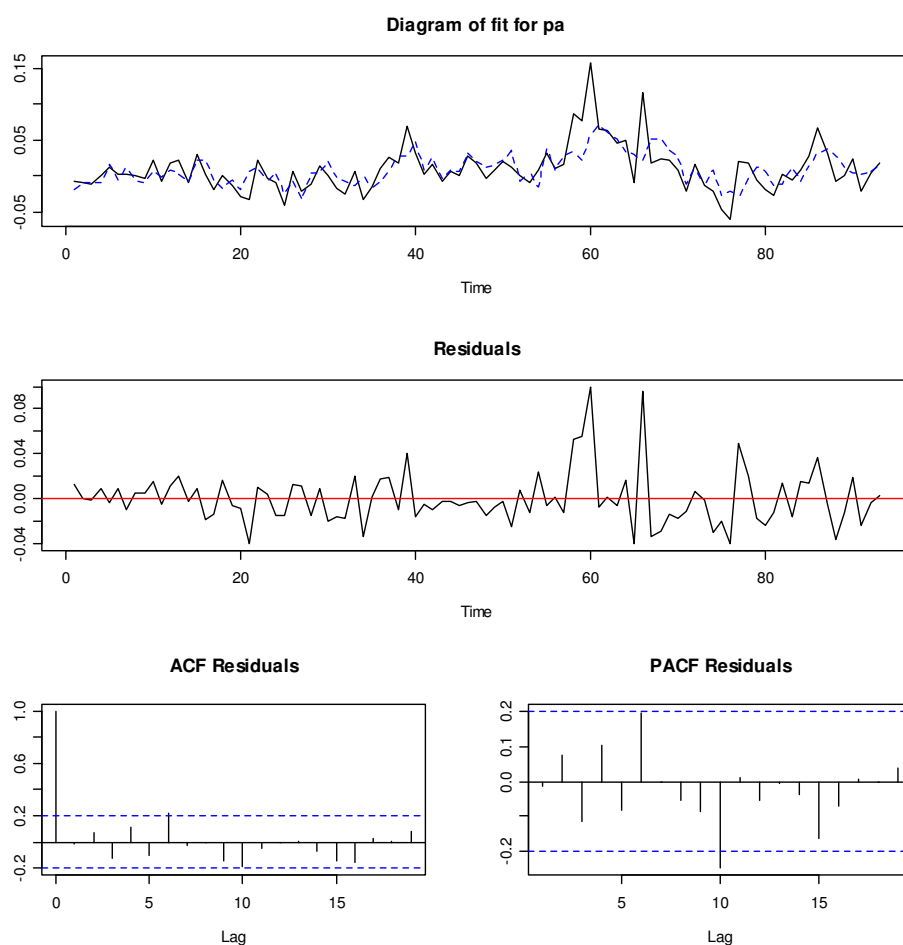
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.02472 on 87 degrees of freedom

Multiple R-Squared: 0.4887, Adjusted R-squared: 0.4534

F-statistic: 13.86 on 6 and 87 DF, p-value: 5.384e-11

Figura II.19 – Gráficos da Regressão da Equação do Preço do Aço (Reduzido).



Equação do IPCA

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.0075572	-0.0019638	-0.0001827	0.0012234	0.0120142

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
const	0.0021899	0.0005703	3.840	0.000229	***
ip.l1	0.6223552	0.0734342	8.475	4.25e-13	***
br.l2	0.0309359	0.0062926	4.916	3.94e-06	***

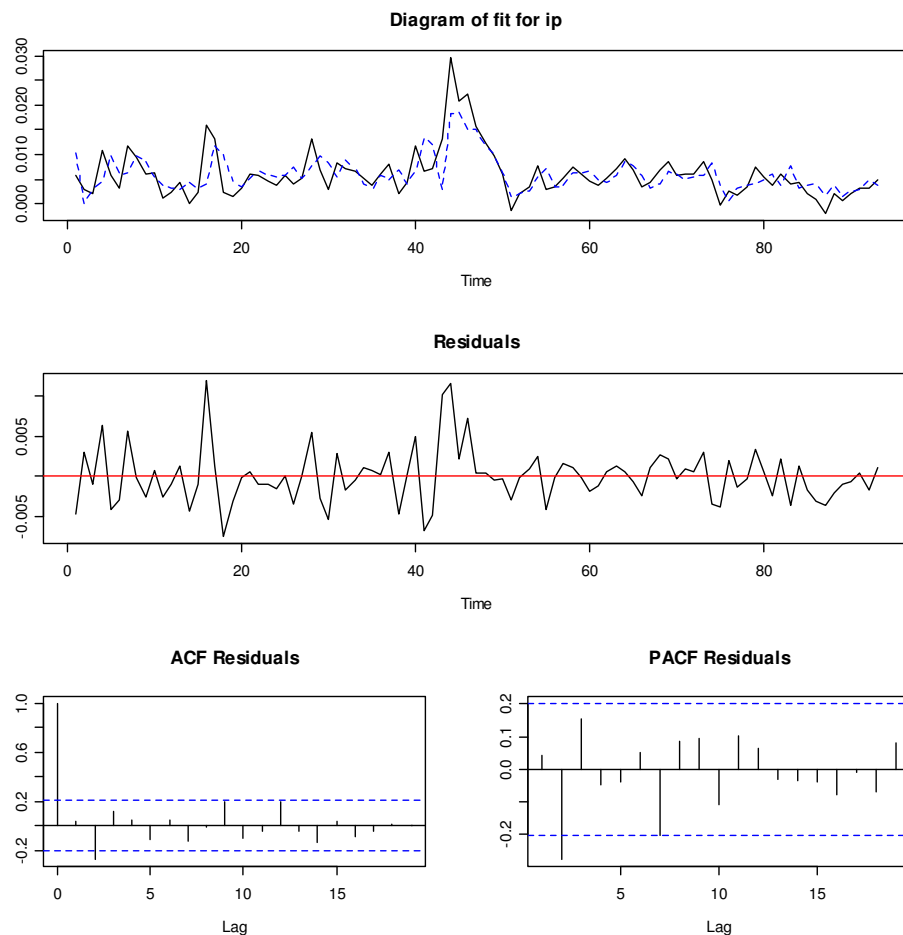
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.003454 on 90 degrees of freedom

Multiple R-Squared: 0.8052, Adjusted R-squared: 0.7987

F-statistic: 124 on 3 and 90 DF, p-value: < 2.2e-16

Figura II.20 – Gráficos da Regressão da Equação do IPCA (Reduzido).



Equação do Real

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.149535	-0.030642	-0.001832	0.027119	0.202568

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
const	0.014085	0.008571	1.643	0.1039
ip.l1	-2.074447	1.110586	-1.868	0.0651 .
br.l1	-0.107192	0.095747	-1.120	0.2660
eu.l1	0.346757	0.197859	1.753	0.0832 .
br.l2	0.188190	0.095200	1.977	0.0512 .

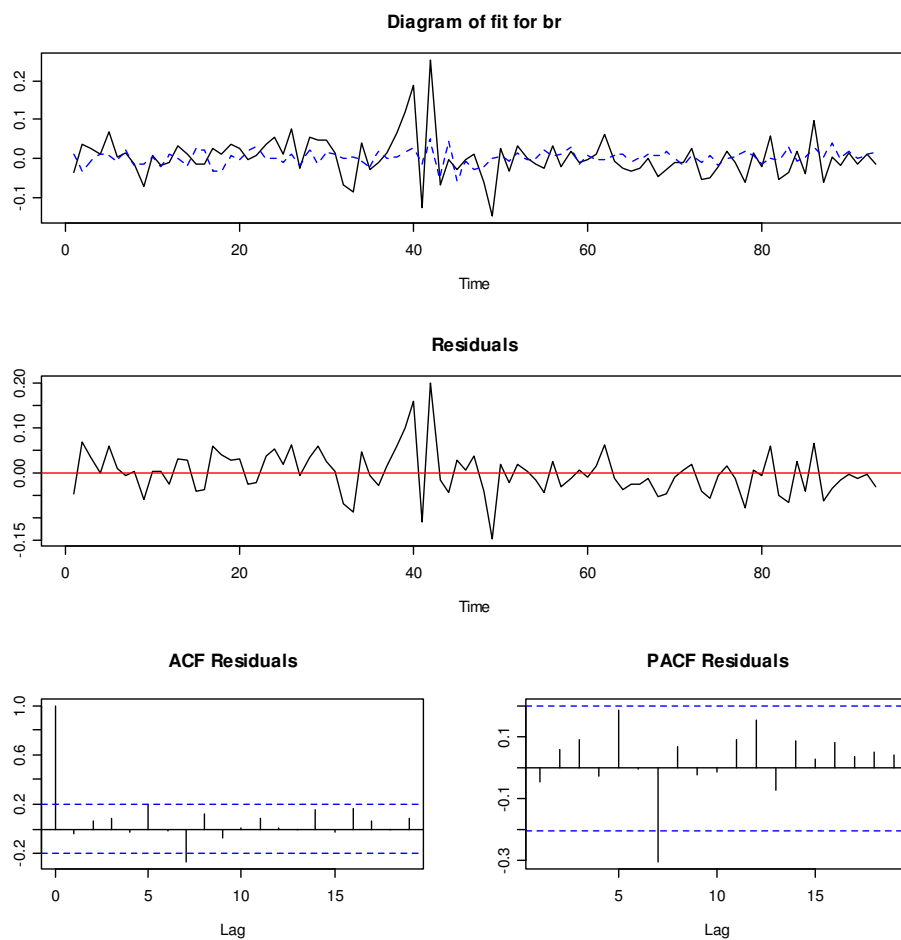
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.05172 on 88 degrees of freedom

Multiple R-Squared: 0.1194, Adjusted R-squared: 0.0694

F-statistic: 2.387 on 5 and 88 DF, p-value: 0.04435

Figura II.21 – Gráficos da Regressão da Equação do Real (Reduzido).



Equação do Euro

Residuals:

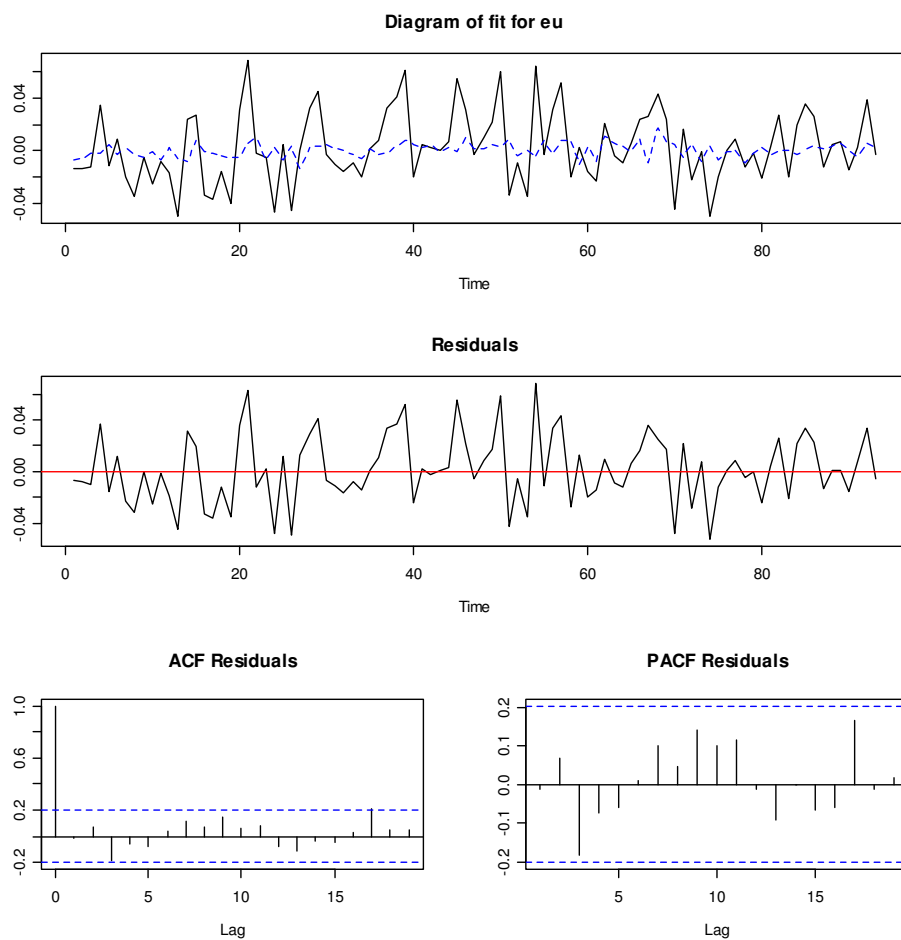
	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.0530190	-0.0145755	0.0004552	0.0191795	0.0688894

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
pa.l1	-0.10368	0.10023	-1.034	0.304
eu.l1	0.15789	0.10411	1.517	0.133
pa.l2	0.13424	0.09834	1.365	0.176

Residual standard error: 0.02714 on 90 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.04106, Adjusted R-squared: 0.009098
F-statistic: 1.285 on 3 and 90 DF, p-value: 0.2845

Figura II.22 – Gráficos da Regressão da Equação do Euro (Reduzido).



Teste de Estabilidade do VAR(2) Reduzido

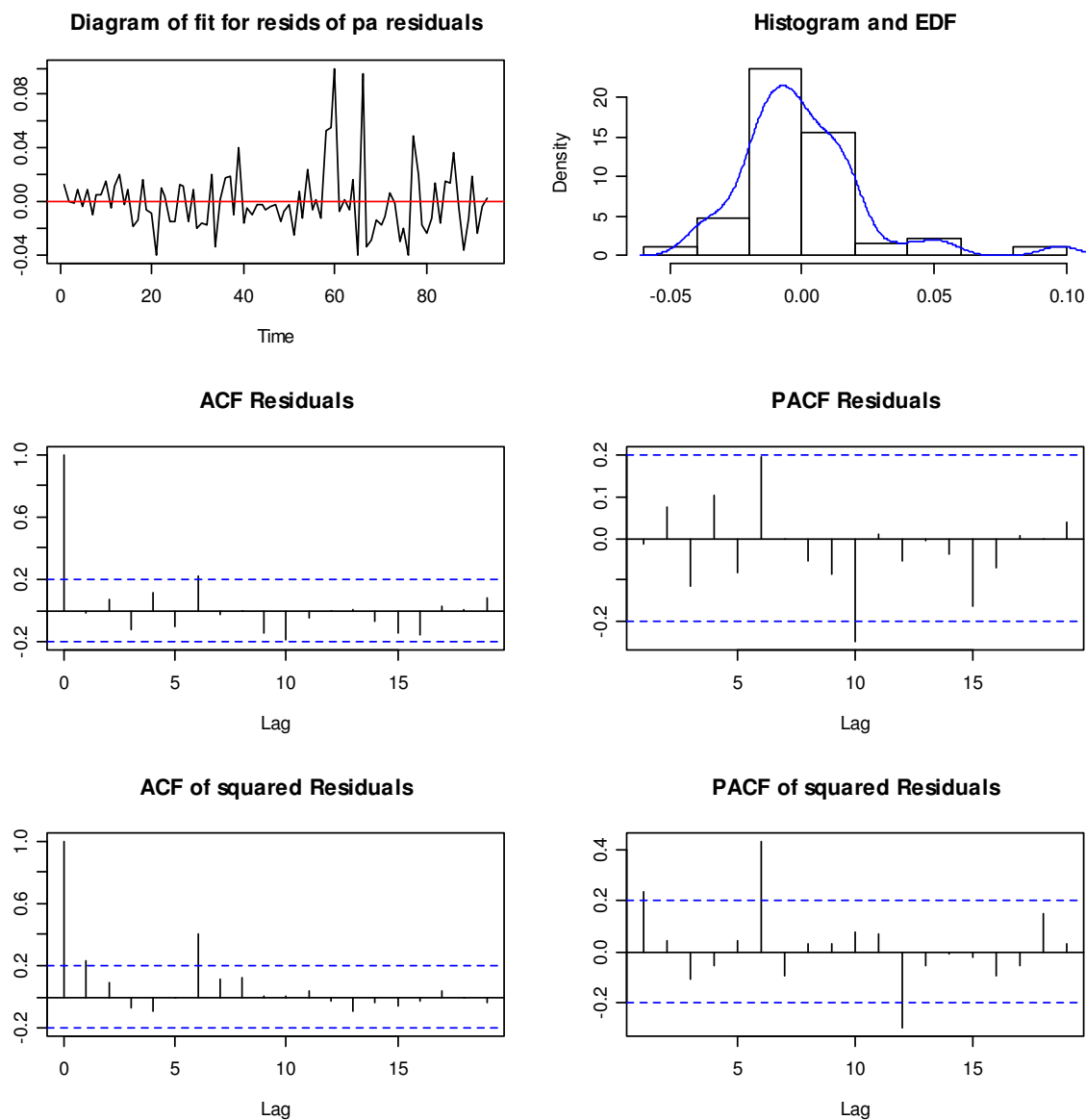
[1] 0.7570417 0.5775351 0.5775351 0.5419579 0.3184390 0.3184390 0.1935487
0.0000000

Teste Univariado Jarque-Bera nos Resíduos da Eq. Do Preço do Aço para Normalidade

data: Residual of resids of pa equation

$\text{Chi}^2 = 117.5125$, $\text{df} = 2$, $\text{p-value} < 2.2\text{e-}16$

Figura II.23 – Gráficos da Regressão da Equação do Preço do Aço – Distribuição e Auto-Correlação dos Resíduos (Reduzido).

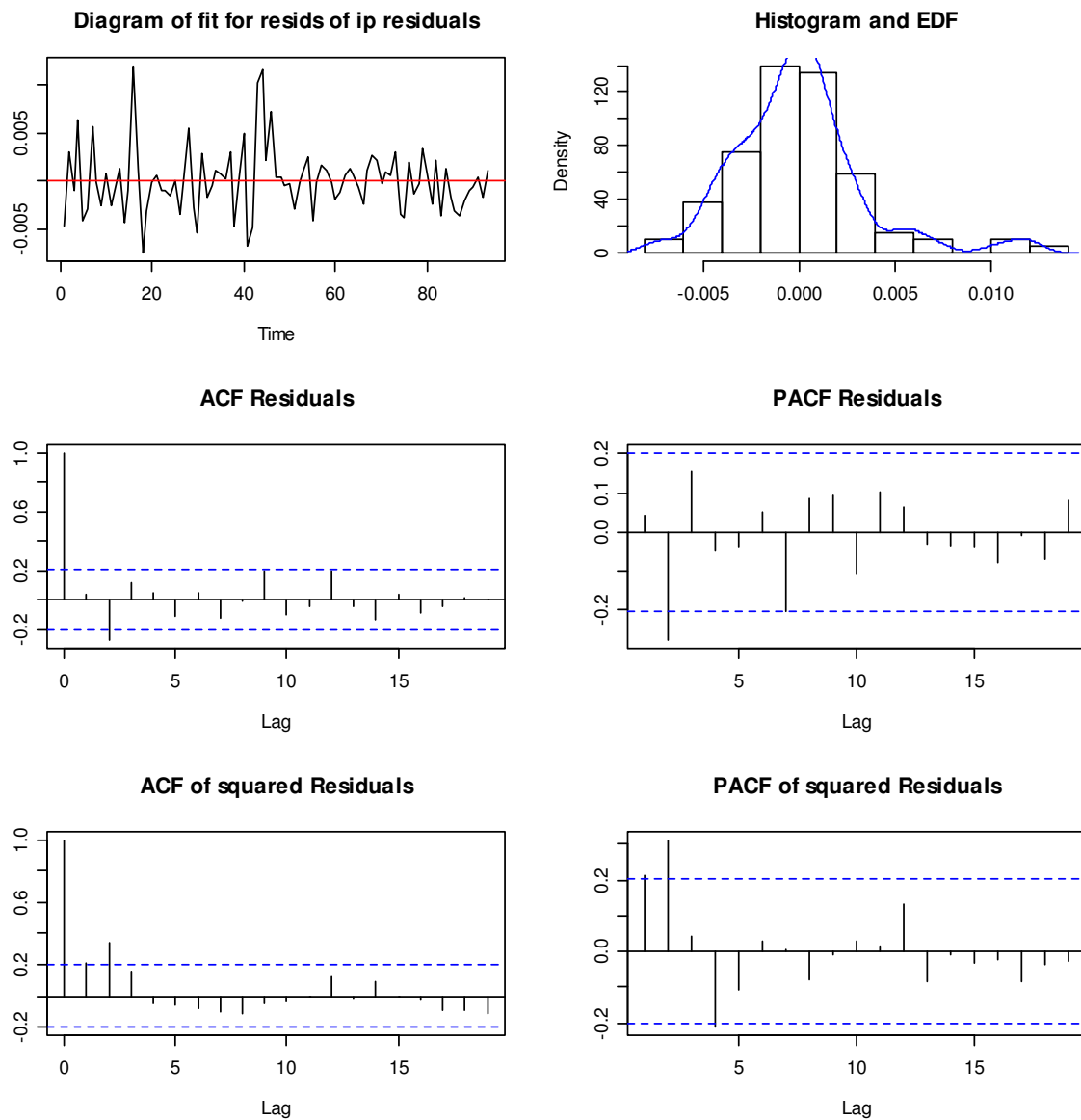


Teste Univariado Jarque-Bera nos Resíduos da Eq. Do IPCA para Normalidade

data: Residual of resids of ip equation

$\text{Chi}^2 = 40.2113$, $\text{df} = 2$, $\text{p-value} = 1.854\text{e-}09$

Figura II.24 – Gráficos da Regressão da Equação do IPCA – Distribuição e Auto-Correlação dos Resíduos
(Reduzido).

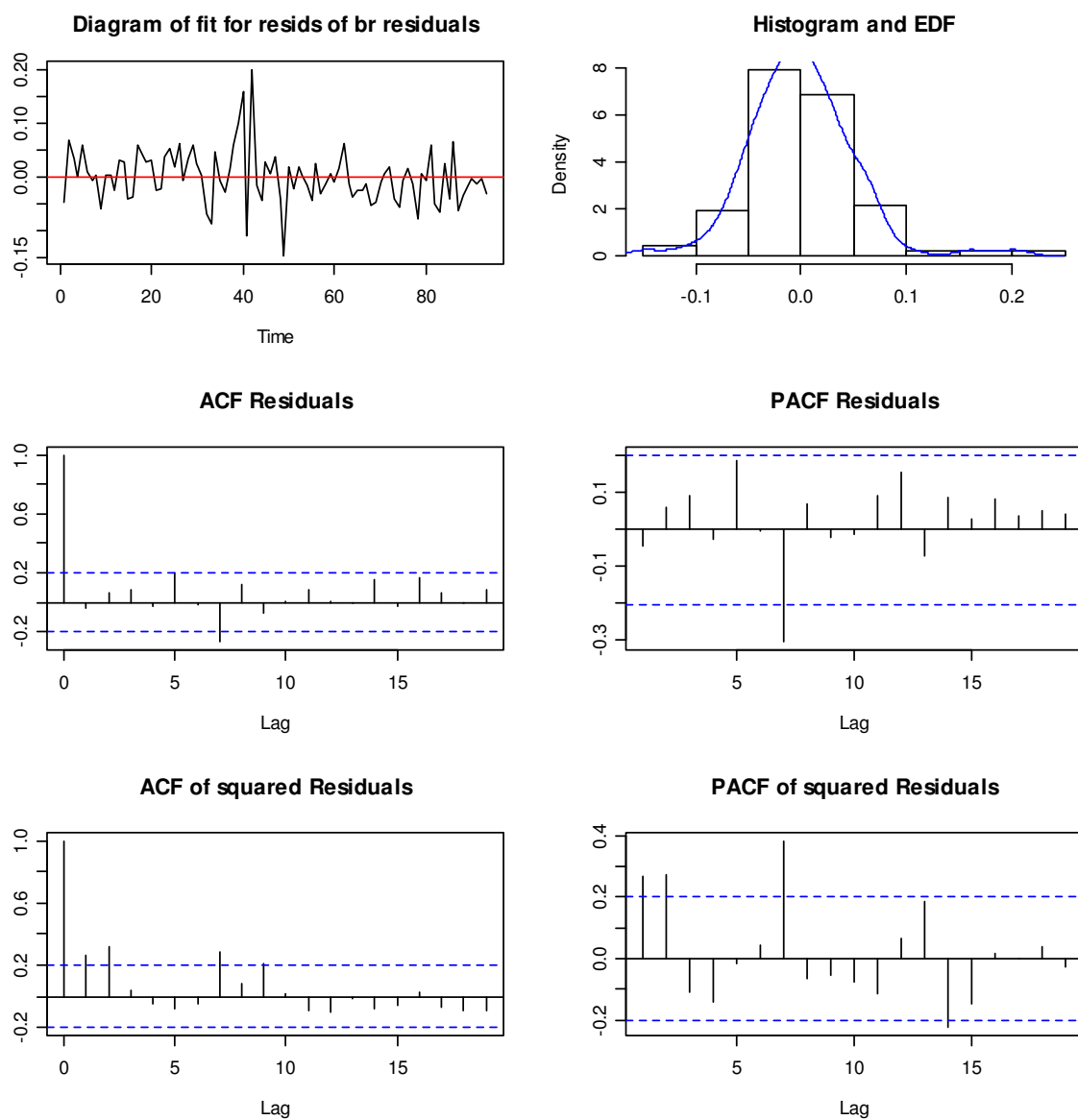


Teste Univariado Jarque-Bera nos Resíduos da Eq. Do Real para Normalidade

data: Residual of resids of br equation

$\chi^2 = 39.7879$, $df = 2$, $p\text{-value} = 2.292e-09$

Figura II.25 – Gráficos da Regressão da Equação do Real – Distribuição e Auto-Correlação dos Resíduos
(Reduzido).

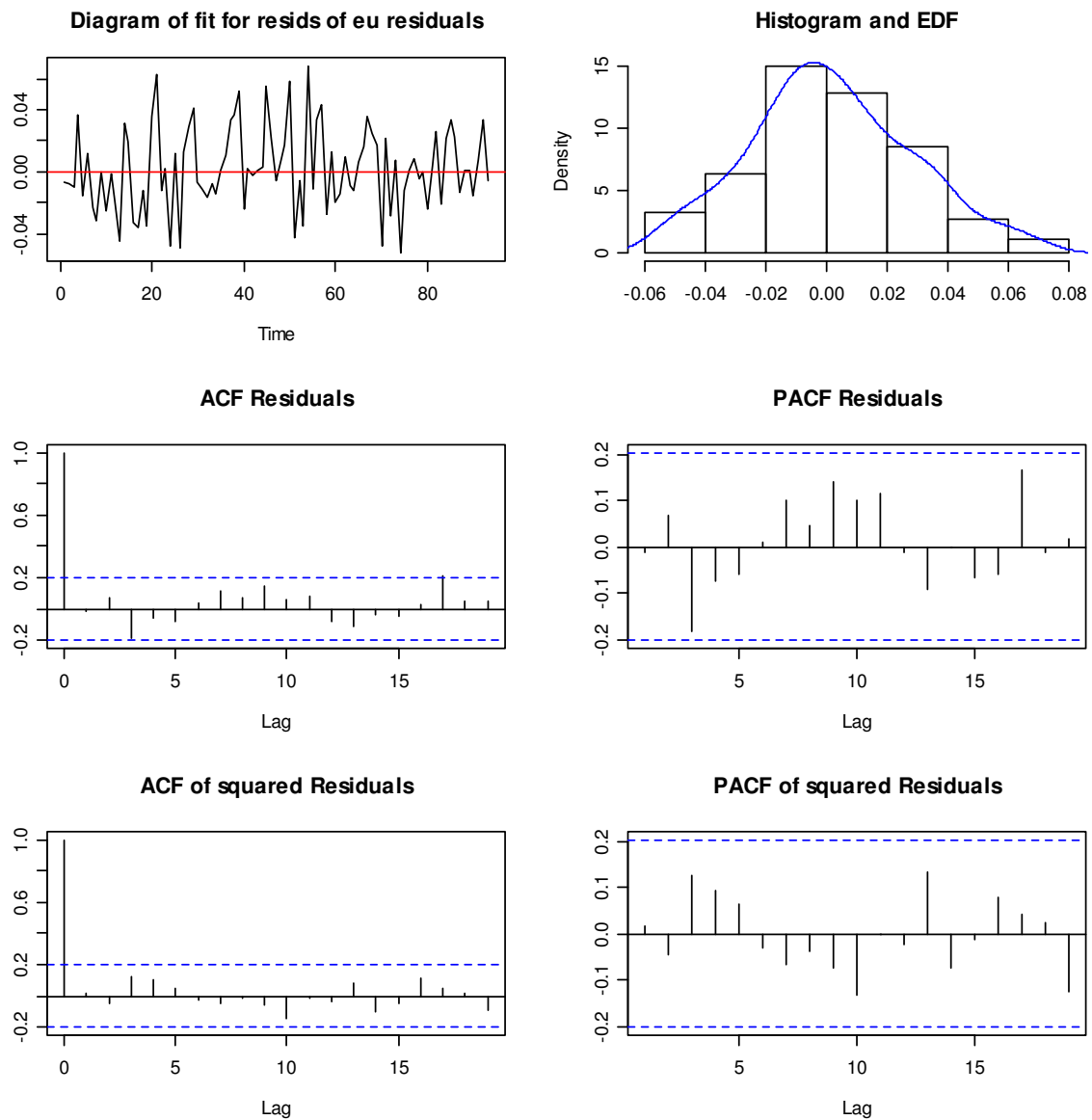


Teste Univariado Jarque-Bera nos Resíduos da Eq. Do Euro para Normalidade

data: Residual of resids of eu equation

$\text{Chi}^2 = 1.0443$, $\text{df} = 2$, $\text{p-value} = 0.5932$

Figura II.26 – Gráficos da Regressão da Equação do Euro – Distribuição e Auto-Correlação dos Resíduos
(Reduzido).



Testes Multivariados nos Resíduos do VAR(2) Reduzido para Normalidade

\$JB

JB-Test (multivariate)

data: Residuals of VAR object var.lagtipo

Chi² = 194.7947, df = 8, p-value < 2.2e-16

\$Skewness

Skewness only (multivariate)

data: Residuals of VAR object var.lagtipo

Chi² = 60.9495, df = 4, p-value = 1.832e-12

\$Kurtosis

Kurtosis only (multivariate)

data: Residuals of VAR object var.lagtipo

Chi² = 133.8452, df = 4, p-value < 2.2e-16

Testes Multivariados nos Resíduos do VAR(2) Reduzido para Autocorrelação Serial

\$PT1

Portmanteau Test (asymptotic)

data: Residuals of VAR object var.lagtipo

Chi² = 245.4086, df = 224, p-value = 0.1557

\$PT2

Portmanteau Test (adjusted)

data: Residuals of VAR object var.lagtipo

Chi² = 272.6114, df = 224, p-value = 0.01464

\$LMh

Breusch-Godfrey LM test

data: Residuals of VAR object var.lagtipo

Chi² = 86.0001, df = 80, p-value = 0.3031

Testes de Homocedasticidade dos Resíduos

Teste de Bartlett

pa

p-value: 7.15898359361001e-05

ip

p-value: 1.27958147218236e-05

br

p-value: 0.0102045077174439

eu

p-value: 0.150363061399123

Teste de Levene

pa

p-value: 0.0438893614807689

ip

p-value: 0.0510571617482152

br

p-value: 0.751399102530557

eu

p-value: 0.576665316672816

Portanto, os testes rejeitam a hipótese de normalidade multivariada dos resíduos do VAR(2) Reduzido calculado.

Por outro lado, o teste de Levene rejeita a hipótese de heterocedasticidade, mesmo que para o caso do preço do aço (pa) e do IPCA (ip), o nível de significância seja da ordem de somente 5%. O teste de Bartlett não rejeita a hipótese de heterocedasticidade mas isto se deve ao fato deste teste ser muito influenciado pela não normalidade dos resíduos.

Apesar disto, continuaremos trabalhando com a hipótese de normalidade dos resíduos.

II.7 Projeções do VAR Reduzido a Serem Utilizadas na Simulação de Monte Carlo

Tabela II.8 – Matriz Var-Covar VAR(2) Reduzido

	resids of pa	resids of ip	resids of br	resids of eu
resids of pa	0.000577696108	-0.000008698705	0.000010934970	0.000044128923
resids of ip	-0.000008698705	0.000011672276	-0.000006712218	0.000010120592
resids of br	0.000010934970	-0.000006712218	0.002559010271	-0.000002370628
resids of eu	0.000044128923	0.000010120592	-0.000002370628	0.000717556755

Tabela II.9 – Uma Iteração dos Choques nos Fatores de Risco dentro do Horizonte de Previsão

	resids of pa	resids of ip	resids of br	resids of eu
1	-0.039473020541	0.002953124652	0.087960648011	-0.004640970845
2	0.002205160848	-0.004335294286	0.006466898857	0.025043759879
3	-0.009301231222	-0.003983694495	0.069447306808	0.042780846754
4	0.028851233751	-0.001114023074	-0.026085510869	-0.017579761777
5	0.003918330445	-0.002688542351	-0.022813424550	-0.030391145303
6	0.048059784785	0.004209069470	0.000332980755	-0.018003002981
7	-0.011930633852	-0.000446534232	-0.041190104209	-0.003192435754
8	-0.000112665573	0.001380276638	-0.023089388684	0.028790809812
9	-0.017859751366	0.003413059795	-0.061170918612	0.047091739876
10	0.049977226918	-0.000573460151	-0.033134582765	0.028368143133
11	0.012513927964	-0.003024916242	-0.024207323763	-0.023573324804
12	-0.007973757723	-0.000005043090	0.108962053691	0.004777702492
13	-0.001942978424	0.002713414008	0.064664472446	0.022794879165
14	-0.011326621513	0.000254348034	0.003606177744	-0.025327033406
15	0.004132380378	-0.002593944554	-0.023990801682	-0.044095437674
16	-0.008434880264	-0.000212537706	-0.013047122286	-0.025794949734
17	0.011040698518	0.005144287418	0.040767011904	0.036510205574
18	0.002194043560	-0.001658613743	0.001894876551	-0.026597539283
19	-0.029554372700	0.003669557891	0.020490637426	-0.012508731754
20	-0.044933631725	0.002105412407	-0.120247958397	0.003570876732
21	-0.003630292363	-0.009582946273	-0.010473690666	0.016854495307
22	0.025190030258	0.003893005617	-0.025733234808	-0.029026984998
23	-0.009345438413	0.002698965851	-0.054775301200	0.015404205188
24	0.023264232619	-0.003253733778	0.019089870409	0.020839984837
25	0.024126751281	0.001254470212	-0.026796449241	0.006430402744
26	-0.034542137997	0.001705640119	-0.011376951730	-0.006682672197
27	-0.012594518422	-0.003994419922	-0.050235960436	-0.006955059905
28	0.032973134917	-0.003518160311	0.088036253029	-0.010293041877
29	0.008528884501	0.005148485829	-0.007257434276	0.038570558748
30	-0.034019888646	0.000442746268	0.063906970542	-0.053166517947

Tabela II.10 – Matriz de Var-Covar dos Choques nos Fatores de Risco dentro do Horizonte de Previsão acima.

	resids of pa	resids of ip	resids of br	resids of eu
resids of pa	0.000577696108	-0.000008698705	0.000010934970	0.000044128923
resids of ip	-0.000008698705	0.000011672276	-0.000006712218	0.000010120592
resids of br	0.000010934970	-0.000006712218	0.002559010271	-0.000002370628
resids of eu	0.000044128923	0.000010120592	-0.000002370628	0.000717556755

Tabela II.11 – Diferenças Percentuais entre a Matriz de Variância- Covariância dos Choques Acima e a Matriz de Variância-Covariância do VAR(2) Reduzido.

	resids of pa	resids of ip	resids of br	resids of eu
resids of pa	0.000000000000	0.000000000001	0.000000000005	0.000000000000
resids of ip	0.000000000001	0.000000000003	0.000000000008	0.000000000001
resids of br	0.000000000005	0.000000000008	0.000000000000	-0.000000000020
resids of eu	0.000000000000	0.000000000001	-0.000000000020	0.000000000000

Nas figuras a seguir, o resultado das 10000 iterações para projeção dos fatores de risco.

Figura II.27
(a) – Série do
preço do Aço
e valores
simulados (A
partir do 97º
mês)
(Reduzido) –
em Log.

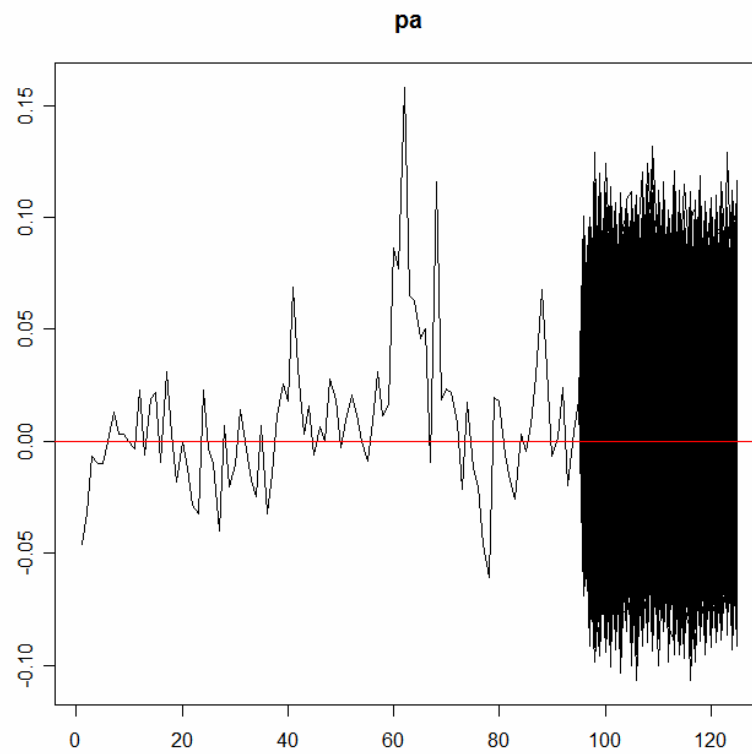


Figura II.27
(b) – Série
do preço do
Aço e
valores
simulados (A
partir do 97º
mês)
(Reduzido).

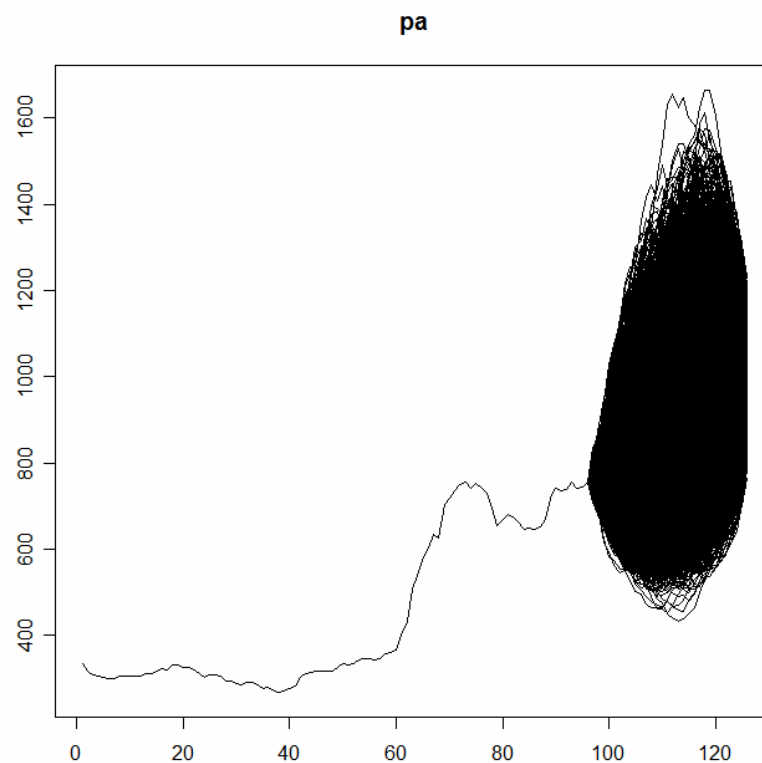


Figura II.28
(a) – Série do
IPCA e
valores
simulados (A
partir do 97º
mês)
(Reduzido) –
em Log.

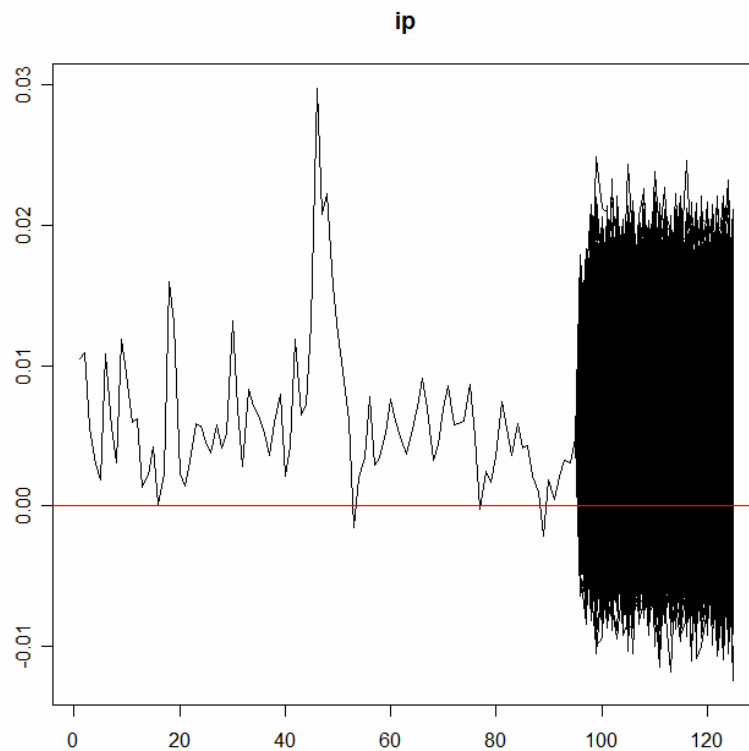


Figura II.28
(b) – Série
do IPCA e
valores
simulados (A
partir do 97º
mês)
(Reduzido).

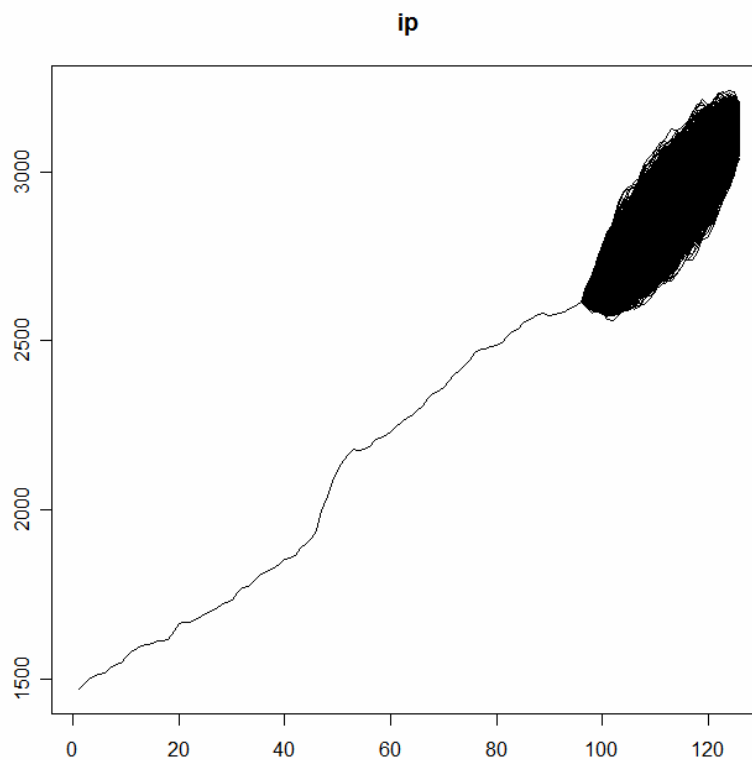


Figura II.29
(a) – Série do
Real e
valores
simulados (A
partir do 97º
mês)
(Reduzido) –
em Log.

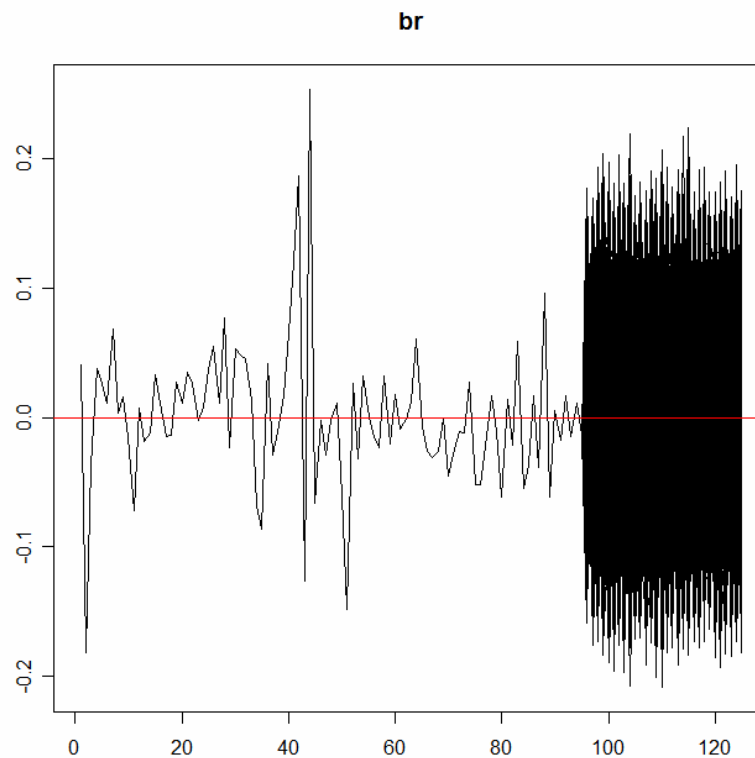


Figura II.29
(b) – Série
do Real e
valores
simulados (A
partir do 97º
mês)
(Reduzido).

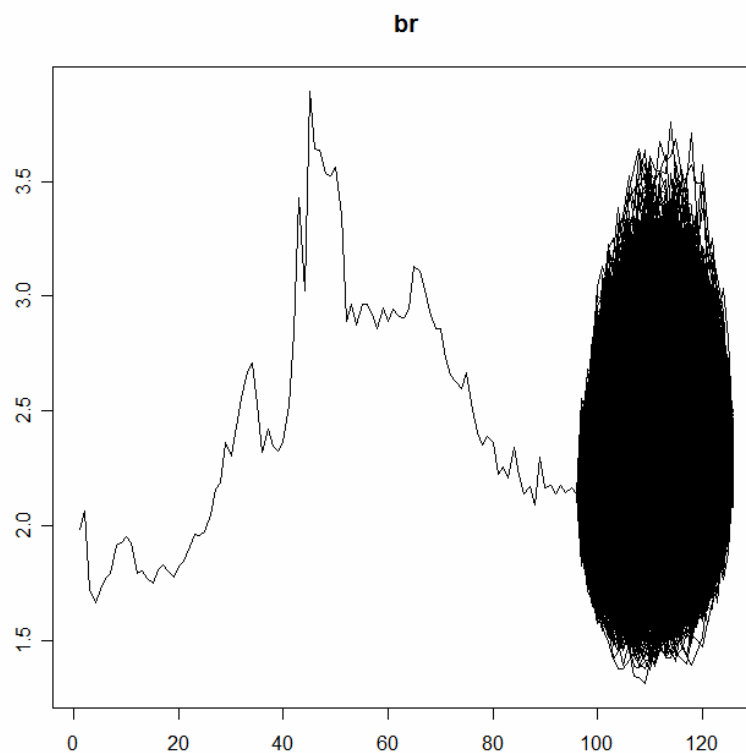


Figura II.30
(a) – Série do
Euro e
valores
simulados (A
partir do 97º
mês)
(Reduzido) –
em Log.

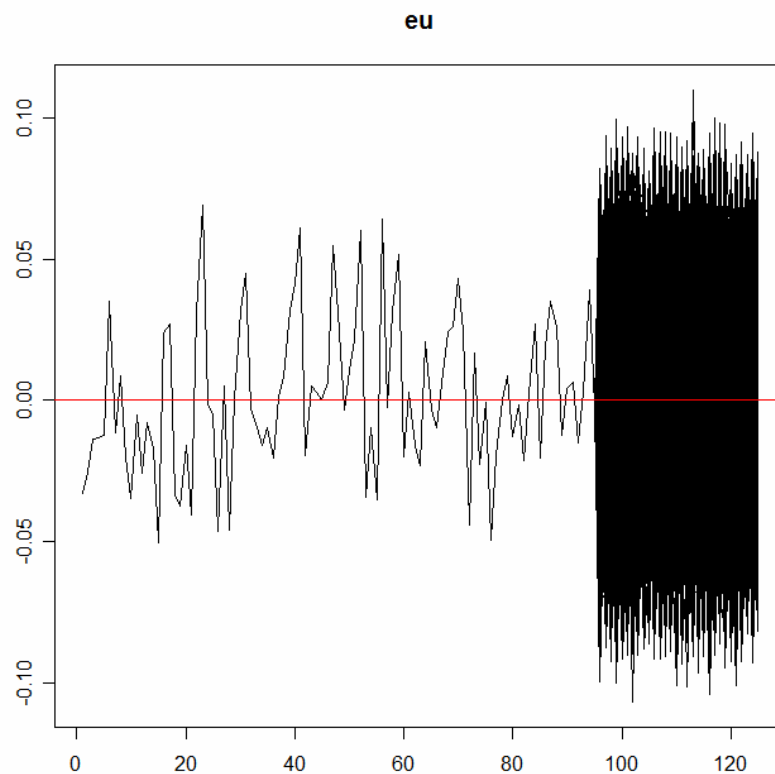
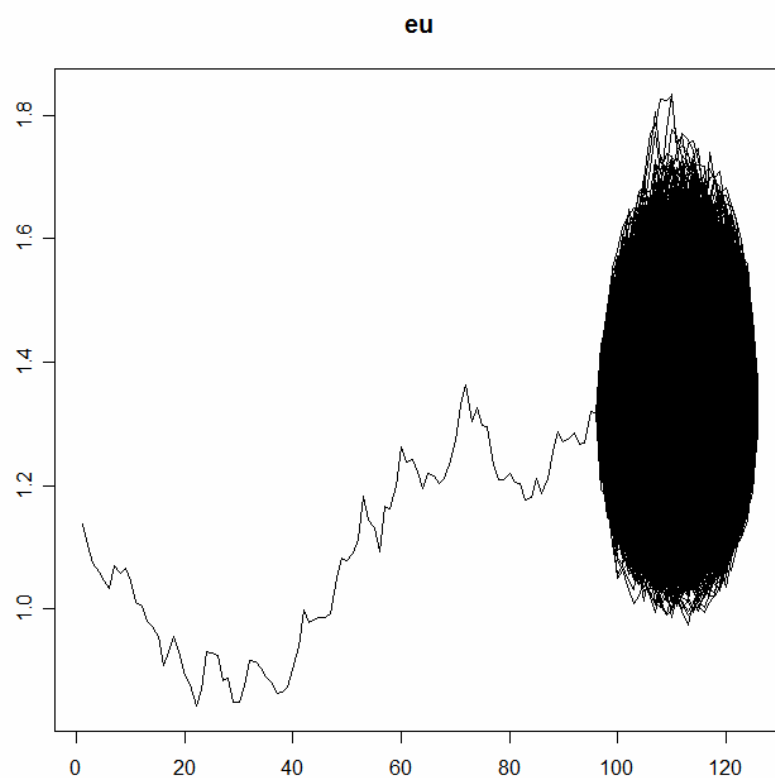


Figura II.30
(b) – Série
do Euro e
valores
simulados (A
partir do 97º
mês)
(Reduzido).



II.8 Resultados da Simulação de Monte Carlo a partir do Modelo Reduzido

Figura II.31 – 10000 Trajetórias do Custo Acumulado Simuladas (Reduzido).

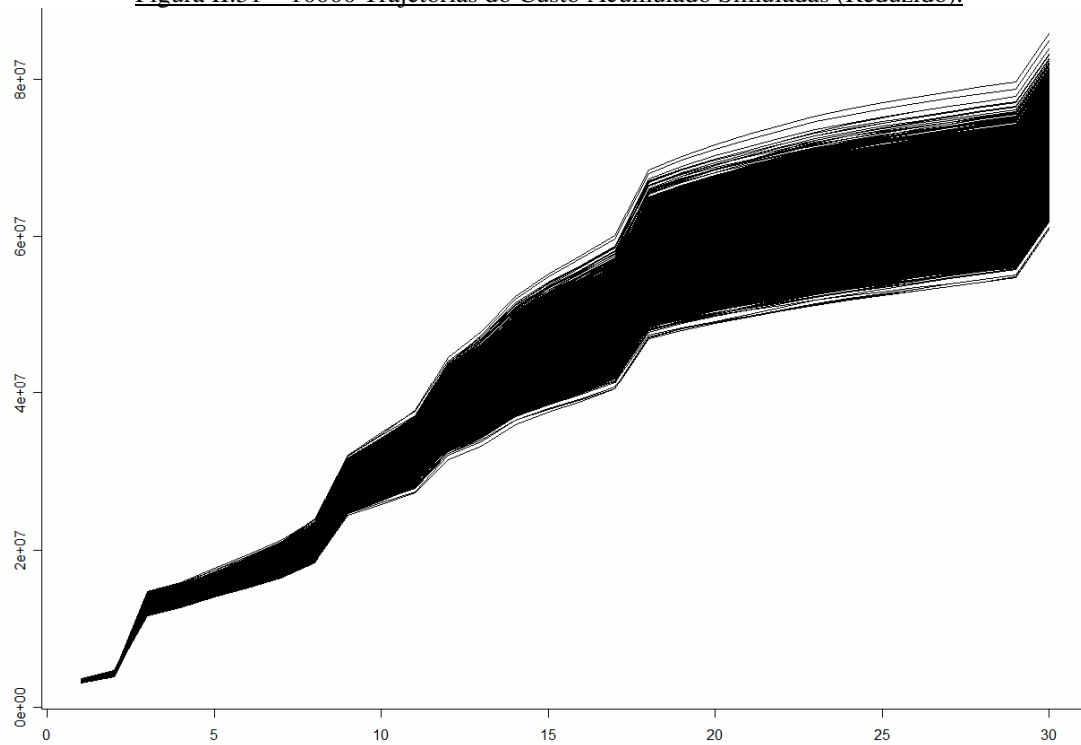


Figura II.32 – 10000 Trajetórias dos Desvios entre Custo Acumulado Orçado e Simulado com o Modelo Reduzido.

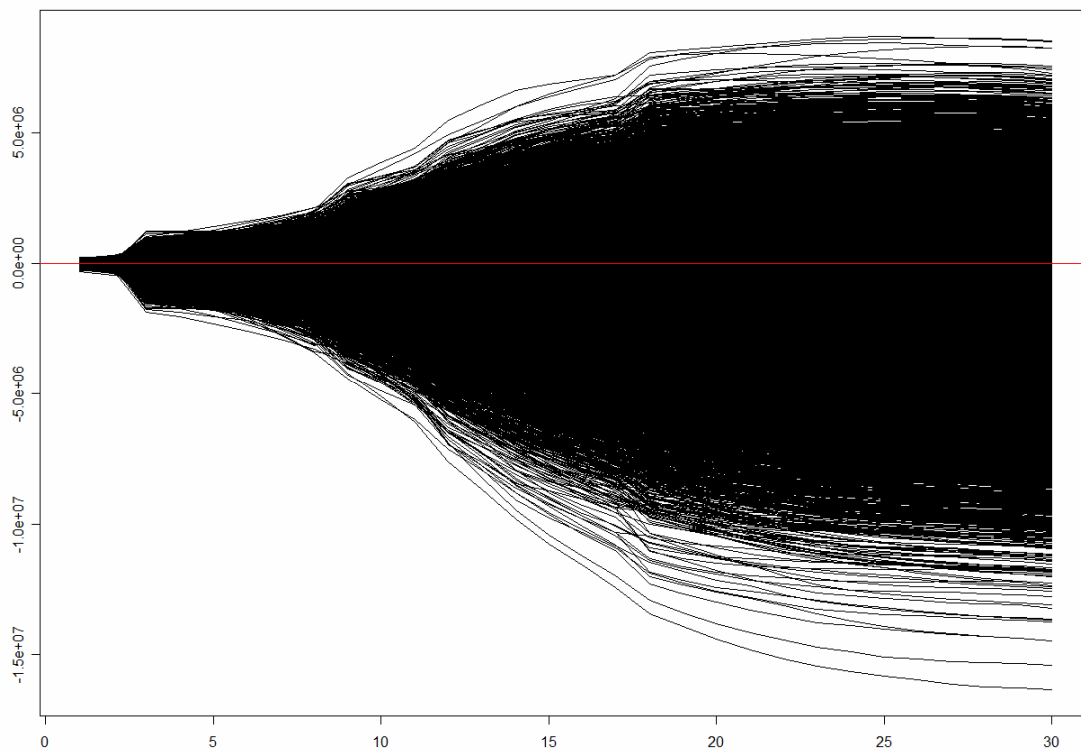


Figura II.33 –
Distribuição do
Tipo 1 (Reduzido)

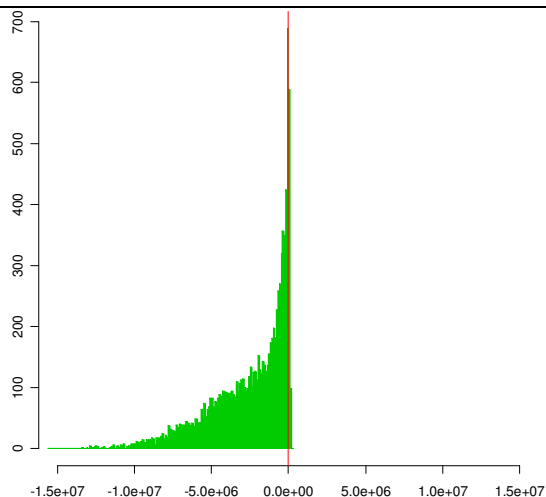


Figura II.34 –
Distribuição do
Tipo 2 (Reduzido)

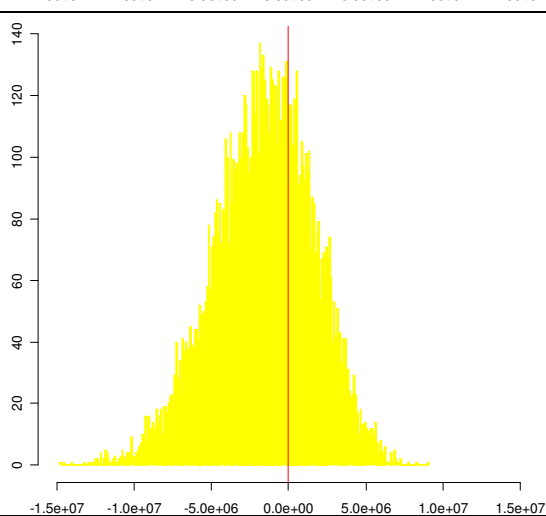


Figura II.35 –
Distribuição do
Tipo 3 (Reduzido)

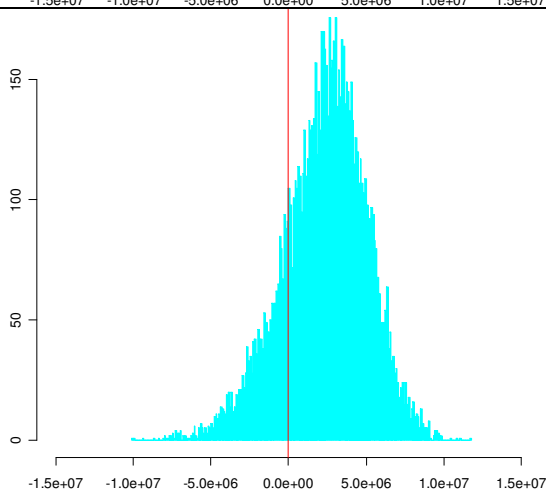


Tabela II.12 – Comparação Entre as Três Distribuições Calculadas (Reduzido).

	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
1%	(10.068.956,00)	(9.483.780,00)	(4.853.797,00)
5%	(7.589.485,00)	(7.161.269,00)	(2.557.321,00)
10%	(6.186.041,00)	(5.832.109,00)	(1.330.804,00)
25%	(3.997.640,00)	(3.748.816,00)	616.820,00
50%	(1.690.602,00)	(1.495.037,00)	2.499.769,00
100%	205.910,00	9.048.678,00	11.732.803,00
Iteração de Mínimo	7.069,00	7.069,00	7.069,00
Valor Mínimo	(15.557.504,00)	(14.753.819,00)	(10.013.567,00)
Valor do Tipo 1 na mesma Iteração	(15.557.504,00)	(15.557.504,00)	(15.557.504,00)

Apêndice III – O Programa Escrito na Linguagem R para o Cálculo do Modelo de VAR e da Simulação de Monte Carlo – Listagem

```
# Programa em R para Cálculo de VAR Irrestrito ou Restrito e Simulação
# de Monte Carlo Desenvolvido por Jorge R. C. Gonçalves para realizar cálculos
# de sua Dissertação de Mestrado em Finanças e Economia Empresarial na
# EPGE/FGV - Escola de Pós-Graduação em Economia da FGV
#
# Maio de 2007
#
# jorgercg@pobox.com

titulo <- "VAR Restrito e Simulação de Monte Carlo"

versao <- "Novo Com Testes v01"

library(vars)
library(lmtest)
library(car)

tipo <- "const" # Defino o tipo do regressor determinístico (Somente "none" ou "const")
numiter <- 10000 # Defino o número de iterações da Simulação de Monte Carlo

horizontedeprev <- 30 # Defino o tamanho do horizonte de previsão
taxadodesvio <- (0.05/12) # Defino a taxa de desconto mensal a ser utilizada nos cálculos de
Valor Presente
taxadecontingencia <- 0.5 # Defino o percentual da Rubrica de Margens e Contingências que
corresponde às últimas

fatores <- read.csv("fatisco8anos.csv", header=TRUE, sep=";", dec=".") # Carrego os valores
históricos dos Fatores de Risco
PAR <- read.csv("ORCPARAMFATRISC.csv", header=TRUE, sep=";", dec=".") # Carrego o Orçamento
Parametrizado

dimfatores <- dim(fatores)

tamanhodaamostra <- (dimfatores[1]-1) # Defino o tamanho da amostra de dados

nomeserie <- colnames(fatores)

fatoreslog <- fatores

ORCMENSALACUM <- read.csv("ORCMENSALACUM.csv", header=FALSE, sep=";", dec=".") # Carrego a
Trajetória de Custo Orçada
DESVIOMENSAL <- matrix(data=0,nrow=horizontedeprev,ncol=numiter) # Preparo a matriz que
receberá os desvios mensais

# Preparo os vetores para receber os valores históricos e posteriormente as previsões
valoresserie <- array(0,dim=c((tamanhodaamostra+horizontedeprev),dimfatores[2],numiter))
valoresserieproj <- array(0,dim=c((tamanhodaamostra+1+horizontedeprev),dimfatores[2],numiter))

colnames(valoresserie) <- nomeserie
colnames(valoresserieproj) <- nomeserie

# Carrego os vetores com os valores históricos
for (ordem in 1:dimfatores[2])
{
  for (indice in 1:tamanhodaamostra)
  {
    valoresserie[indice,ordem,] <- log(fatores[indice+1,ordem]/fatores[indice,ordem])
  }
}

for (ordem in 1:dimfatores[2])
{
  for (indice in 1:dimfatores[1])
  {
    valoresserieproj[indice,ordem,] <- fatores[indice,ordem]
```

```

    }
}

fatoreslog <- (valoresserie[1:tamanhodaamostra,,1])

fatoreslog <- as.data.frame(fatoreslog)

VARselection <- VARselect(fatoreslog,lag.max=8,type=tipo) # Calculo os Critérios para Seleção
do Lag Order

lagescolhido <- VARselection$selection[4] # Guardo a Lag Order do Critério FPE(critério 4)

arqsaidavar <- paste("Arq Saída - ",versao," Reg Det - ",tipo," Lag Ord -
",lagescolhido, ".txt")

var.irrestrito <- VAR(fatoreslog, p=lagescolhido , type=tipo) # Calculo o VAR Usando o Lag
Order do Critério FPE

var.lagtipo <- restrict(var.irrestrito, method = "ser", thresh=1) # Calculo o VAR Reduzido

varlagtipo.lags <- VARselection # Guardo o Critério de seleção
varlagtipo.sumario <- summary(var.lagtipo) # Guardo os resultados da Regressão
varlagtipo.roots <- roots(var.lagtipo) # Guardo o resultado do teste de estabilidade
varlagtipo.norm <- normality(var.lagtipo) # Guardo o resultado dos teste de normalidade
varlagtipo.serial <- serial(var.lagtipo, lags.pt=16, lags.bg=5) # Guardo o resultado dos teste
de auto-correlação

covresid <- cov(var.lagtipo$resid) # Calculo a Matriz de variância-covariância dos resíduos

meanresid <- c(0,0,0,0) # Atribuo média zero à distribuição de todos os resíduos da regressão

matriz <- B(var.lagtipo) # Guardo a matriz de coeficientes da regressão

dimmatriz <- dim(matriz)

coefserie <- matrix(0, nrow=dimfatores[2], ncol=dimmatriz[2]) # Guardo separadamente por série
os coeficientes da regressão

for (ordem in 1:dimfatores[2]) {coefserie[ordem,] <- matriz[ordem,]}

DESVIO <- array(0,dim=numiter) # Crio o vetor que guardará o desvio mínimo em cada uma das
iterações da Simulação

DESVIODESCONTADO <- array(0,dim=numiter) # Crio o vetor que guardará a soma do valor presente
dos desvios mensais em cada iteração

DESVIODESCONTADOSEMCONTINGENCIA <- array(0,dim=numiter) # Crio o vetor que guardará a soma do
valor presente dos (desvios+contingências) mensais em cada iteração

REALMENSALACUM <- matrix(nrow=horizontedeprev,ncol=numiter) # Crio a matriz que guardará o
resulato do da Simulação

# INÍCIO do Loop Principal que se repetirá numiter vezes
for (cont0 in 1:numiter)
{
    choque <- mvrnorm(n=horizontedeprev,meanresid,covresid,tol=1e-6,empirical=TRUE) #
Cálculo do choque
    REAL <- PAR # Inicializacao da variável REAL que guardará os valores simulados em cada
realização

    # Loop que preenche os vetores dos fatores de risco com os valores simulados
    for (periodo in (tamanhodaamostra+1):(tamanhodaamostra+horizontedeprev))
    {
        if(tipo=="none") {vetor <- array(0,dim=c((lagescolhido*dimfatores[2]),1))}
        else {vetor <- array(0,dim=c((1+(lagescolhido*dimfatores[2]),1))}
        if(tipo=="none")
        {
            contvetor <- 0
            while(contvetor < (lagescolhido*dimfatores[2]))
            {
                for (contlag in 1:lagescolhido)
                {
                    for (contfator in 1:dimfatores[2])
                    {
                        contvetor <- contvetor + 1
                        vetor[contvetor,1] <- valoresserie[periodo-contlag,contfator,cont0]
                    }
                }
            }
        }
    }
}

```

```

    }
  }
}
else
{
  vetor[1,1] <- 1
  contvetor <- 1
  while(contvetor < (1+(lagescolhido*dimfatores[2])))
  {
    for (contlag in 1:lagescolhido)
    {
      for (contfator in 1:dimfatores[2])
      {
        contvetor <- contvetor+1
        vetor[contvetor,1] <- valoriesserie[periodo-contlag,contfator,cont0]
      }
    }
  }

  for (contfator in 1:dimfatores[2])
  {
    valoriesserie[periodo,contfator,cont0] <- coefserie[contfator,] %*% vetor +
choque[(periodo-tamanhodaamostra),contfator]}
  }
  # Loop que calcula a realização do custo dentro do intervalo de previsão para cada uma
das parcelas do orçamento

  for (ordem in 1:dimfatores[2])
  {
    auxiliar <- fatores[(tamanhodaamostra+1),ordem]
    for (indice in 1:horizontedeprev)
    {
      valoriesserieproj[(tamanhodaamostra+1+indice),ordem,cont0] <- auxiliar *
exp(valoriesserie[(tamanhodaamostra+indice),ordem,cont0])
      auxiliar <- valoriesserieproj[(tamanhodaamostra+1+indice),ordem,cont0]
    }
  }

  for (indice in 1:horizontedeprev) #Falta parametrizar em função do número de fatores
de risco
  {
    REAL[indice,1] <- PAR[indice,1] *
valoriesserieproj[(tamanhodaamostra+1+indice),1,cont0]
    REAL[indice,2] <-
(PAR[indice,2]/valoriesserieproj[(tamanhodaamostra+1+indice),3,cont0]*valoriesserieproj[(tamanhodaamostra+1+indice),2,cont0])
    REAL[indice,3] <- PAR[indice,3] /
valoriesserieproj[(tamanhodaamostra+1+indice),4,cont0]
    REAL[indice,4] <-
(PAR[indice,4]/valoriesserieproj[(tamanhodaamostra+1+indice),3,cont0]*valoriesserieproj[(tamanhodaamostra+1+indice),2,cont0])
    REAL[indice,5] <-
(PAR[indice,5]/valoriesserieproj[(tamanhodaamostra+1+indice),3,cont0]*valoriesserieproj[(tamanhodaamostra+1+indice),2,cont0])
    REAL[indice,6] <-
(PAR[indice,6]/valoriesserieproj[(tamanhodaamostra+1+indice),3,cont0]*valoriesserieproj[(tamanhodaamostra+1+indice),2,cont0])
    REAL[indice,7] <-
(PAR[indice,7]/valoriesserieproj[(tamanhodaamostra+1+indice),3,cont0]*valoriesserieproj[(tamanhodaamostra+1+indice),2,cont0])
  }
  # Calcula o valor mensal total desta cont0-ésima realização do orçamento
  # Falta parametrizar em função do número de subdivisões do Orçamento
  REALMENSAL <- REAL[,1]+REAL[,2]+REAL[,3]+REAL[,4]+REAL[,5]+REAL[,6]+REAL[,7]+REAL[,8]

  # Calcula o valor acumulado total desta cont0-ésima realização do orçamento
  for (cont1 in 2:horizontedeprev)
  {
    auxiliar <- 0
    for (cont2 in 1:cont1)
    {
      auxiliar <- auxiliar + REALMENSAL[cont2]
      REALMENSALACUM[cont2,cont0] <- auxiliar # Guardo os valores mensais
acumulados de cada iteração
    }
  }
}

```

```

DESVIOMENSAL[,cont0] <- round(as.matrix(ORCMENSALACUM - REALMENSALACUM[,cont0]),0) #
Calculo o desvio mensal

DESVIO[cont0] <- min(DESVIOMENSAL[,cont0]) # Calculo o menor desvio mensal para a
cont0-ésima iteração

auxiliar <- 0

# Rotina para cálculo do valor presente dos desvios mensais
auxiliar <- auxiliar + ((DESVIOMENSAL[1,cont0])/((1+taxadodesvio)^(1)))

for (cont1 in 2:horizontedeprev)
{
    auxiliar <- auxiliar + ((DESVIOMENSAL[cont1,cont0]-DESVIOMENSAL[(cont1-
1),cont0])/((1+taxadodesvio)^(cont1)))
}

DESVIDEDESCONTADO[cont0] <- auxiliar # Guardo o valor da soma dos valores presentes em
cada iteração

auxiliar <- 0

# Rotina para cálculo do valor presente dos desvios mensais (Utilizando a Contingência)
if (DESVIOMENSAL[1,cont0]<0)
    (auxiliar <- auxiliar +
((DESVIOMENSAL[1,cont0]+(REAL[1,8]*taxadecontingencia))/((1+taxadodesvio)^(1))))
else
    (auxiliar <- auxiliar + ((DESVIOMENSAL[1,cont0])/((1+taxadodesvio)^(1))))

for (cont1 in 2:horizontedeprev)
{
    if ((DESVIOMENSAL[cont1,cont0]-DESVIOMENSAL[(cont1-1),cont0])<0)
        (auxiliar <- auxiliar + ((DESVIOMENSAL[cont1,cont0]-
DESVIOMENSAL[(cont1-1),cont0]+(REAL[cont1,8]*taxadecontingencia))/((1+taxadodesvio)^(cont1))))
    else
        (auxiliar <- auxiliar + ((DESVIOMENSAL[cont1,cont0]-
DESVIOMENSAL[(cont1-1),cont0])/((1+taxadodesvio)^(cont1))))
}

DESVIDEDESCONTADOSEMCONTINGENCIA[cont0] <- auxiliar # Guardo o valor da soma dos
valores presentes (utilizando a contingência) em cada iteração
} # FINAL do Loop Principal que se repetiu numiter vezes

# Calculando os Quantis dos Desvios Mínimos
varlagtipo.quantis <- quantile(DESVIO, probs=c(1,5,10,25,50,100, NA)/100)

varlagtipo.media <- mean(DESVIO)

# Calculando os Quantis do Somatório dos Valores-Presente dos Desvios Mensais
varlagtipo.quantisdesc <- quantile(DESVIDEDESCONTADO, probs=c(1,5,10,25,50,100, NA)/100)

varlagtipo.mediadesc <- mean(DESVIDEDESCONTADO)

# Calculando os Quantis do Somatório dos Valores-Presente dos Desvios Mensais somados às
Contingências Mensais
varlagtipo.quantisdescsemcontingencia <- quantile((DESVIDEDESCONTADOSEMCONTINGENCIA),
probs=c(1,5,10,25,50,100, NA)/100)

varlagtipo.mediadescsemcontingencia <- mean((DESVIDEDESCONTADOSEMCONTINGENCIA))

layout(matrix(1:20,nrow=4,ncol=5))

plot.ts(valoresserie[,1,],plot.type="single",main=nomeserie[1],ylab="",xlab="")
abline(h = 0, col = "red")

plot.ts(valoresserieproj[,1,],plot.type="single",main=nomeserie[1],ylab="",xlab="")

plot.ts(valoresserie[,2,],plot.type="single",main=nomeserie[2],ylab="",xlab="")
abline(h = 0, col = "red")

plot.ts(valoresserieproj[,2,],plot.type="single",main=nomeserie[2],ylab="",xlab="")

plot.ts(valoresserie[,3,],plot.type="single",main=nomeserie[3],ylab="",xlab="")
abline(h = 0, col = "red")

```

```

plot.ts(valoresserieproj[,3,],plot.type="single",main=nomeserie[3],ylab="",xlab="")

plot.ts(valoresserie[,4,],plot.type="single",main=nomeserie[4],ylab="",xlab="")
abline(h = 0, col = "red")

plot.ts(valoresserieproj[,4,],plot.type="single",main=nomeserie[4],ylab="",xlab="")

quebras <- round((abs(min(DESVIO))+abs(max(DESVIO)))/100000)
hist(DESVIO,breaks=quebras,col=3,border=3,main=NULL,xlab=NULL,ylab=NULL,xlim=range(-
15000000,15000000))
abline(v = 0, col = "red")

plot.ecdf(DESVIO)

quebras <- round((abs(min(DESVIODESCONTADO))+abs(max(DESVIODESCONTADO)))/100000)
hist(DESVIODESCONTADO,breaks=quebras,col=7,border=7,main=NULL,xlab=NULL,ylab=NULL,xlim=range(-
15000000,15000000))
abline(v = 0, col = "red")

plot.ecdf(DESVIODESCONTADO)

quebras <-
round((abs(min(DESVIODESCONTADOSEMCONTINGENCIA))+abs(max(DESVIODESCONTADOSEMCONTINGENCIA)))/10
0000)
hist(DESVIODESCONTADOSEMCONTINGENCIA,breaks=quebras,col=5,border=5,main=NULL,xlab=NULL,ylab=NU
LL,xlim=range(-15000000,15000000))
abline(v = 0, col = "red")

plot.ecdf(DESVIODESCONTADOSEMCONTINGENCIA)

plot.ts(ORCMENSALACUM,plot.type="single",main="Custo Acumulado Orçado",ylab="",xlab="")

plot.ts(REALMENSALACUM,plot.type="single",main="Custo Acumulado Simulado",ylab="",xlab="")

plot.ts(DESVIOMENSAL,plot.type="single",main="DESVIOS",ylab="",xlab="")
abline(h = 0, col = "red")

# Testo a Homocedasticidade dos Resíduos no código a seguir

residtest <- array(0,dim=c((tamanhodaamostra - var.lagtipo$p),dimfatores[2],2))

for (cont1 in 1:dimfatores[2])
{
  residtest[,cont1,1] <- var.lagtipo$resid[,cont1]
}

tamanhodogrupo <- 12 #Defino o tamanho de cada grupo de obs para comparação da variância
auxiliar <- 0
numerodogrupo <- 1
for (cont1 in 1:(tamanhodaamostra - var.lagtipo$p)) #Este loop monta as variáveis para
comparação
{
  auxiliar <- auxiliar + 1
  residtest[cont1,,2] <- numerodogrupo
  if (auxiliar == tamanhodogrupo)
  {
    auxiliar <- 0
    numerodogrupo <- numerodogrupo + 1
  }
}

# Escrevo o Arquivo de Saída a partir daqui
sink(arqsaidavar)

cat(paste(titulo,"\n\n"))

cat(paste("Tipo do Regressor Determinístico:",tipo),"\n")
cat(paste("Lag Order:",lagescolhido),"\n")
cat(paste("Número de Iterações da Simulação:",numiter),"\n\n")

varlagtipo.lags

varlagtipo.sumario

cat(paste("Estabilidade:", "\n"))
varlagtipo.roots

```



```

cat(paste("\n"))
cat(paste("Testes da Normalidade dos Resíduos", "\n"))
cat(paste("Estabilidade:", "\n"))
varlagtipo.norm
cat(paste("Testes de Auto-correlação Serial dos Resíduos", "\n"))
cat(paste("\n"))
varlagtipo.serial
cat(paste("Testes de Homocedasticidade dos Resíduos", "\n"))
cat(paste("\n"))
cat(paste("Teste de Bartlett", "\n"))
for (cont1 in 1:dimfatores[2])
{
  cat(paste(nomeserie[cont1], "\n"))
  resbartlett <- bartlett.test(residtest[, cont1, 1], residtest[, cont1, 2])
  cat(paste("p-value: ", resbartlett[3], "\n"))
  cat(paste("\n"))
}
cat(paste("\n"))
cat(paste("Teste de Levene", "\n"))
for (cont1 in 1:dimfatores[2])
{
  cat(paste(nomeserie[cont1], "\n"))
  reslevene <- levene.test(residtest[, cont1, 1], residtest[, cont1, 2])
  cat(paste("p-value: ", reslevene[3]), "\n")
  cat(paste("\n"))
}
cat(paste("\n"))
IND_DESVIOMAX <- which.max(DESVIO)
IND_DESVIOMIN <- which.min(DESVIO)
IND_DESVIODESCMAX <- which.max(DESVIODESCONTADO)
IND_DESVIODESCMIN <- which.min(DESVIODESCONTADO)
IND_DESVIODESCSCMAX <- which.max(DESVIODESCONTADOSEMCONTINGENCIA)
IND_DESVIODESCSCMIN <- which.min(DESVIODESCONTADOSEMCONTINGENCIA)

cat(paste("Quantis da Dist do Tipo 1", "\n"))
varlagtipo.quantis
cat(paste("\n"))
cat(paste("Média da Dist do Tipo 1:", varlagtipo.media, "\n"))
cat(paste("Iteração de Mínimo no Tipo 1:", IND_DESVIOMIN, "\n"))
cat(paste("Desvio Mínimo no Tipo 1:", DESVIO[IND_DESVIOMIN], "\n"))
cat(paste("Desvio Mínimo no Tipo 2 para a Iteração de Mínimo do Tipo 1:", DESVIODESCONTADO[IND_DESVIOMIN], "\n\n"))

cat(paste("Quantis da Dist do Tipo 2", "\n"))
varlagtipo.quantisdesc
cat(paste("\n"))
cat(paste("Média da Dist do Tipo 2:", varlagtipo.mediadesc, "\n"))
cat(paste("Iteração de Mínimo no Tipo 2:", IND_DESVIODESCMIN, "\n"))
cat(paste("Desvio Mínimo no Tipo 2:", DESVIODESCONTADO[IND_DESVIODESCMIN], "\n"))
cat(paste("Desvio Mínimo no Tipo 1 para a Iteração de Mínimo do Tipo 2:", DESVIO[IND_DESVIODESCMIN], "\n\n"))

cat(paste("Quantis da Dist do Tipo 3", "\n"))
varlagtipo.quantisdescsemcontingencia
cat(paste("\n"))
cat(paste("Média da Dist do Tipo 3:", varlagtipo.mediadescsemcontingencia, "\n"))
cat(paste("Iteração de Mínimo no Tipo 3:", IND_DESVIODESCSCMIN, "\n"))
cat(paste("Desvio Mínimo no Tipo 3:", DESVIODESCONTADOSEMCONTINGENCIA[IND_DESVIODESCSCMIN], "\n"))
cat(paste("Desvio Mínimo no Tipo 1 para a Iteração de Mínimo do Tipo 3:", DESVIO[IND_DESVIODESCSCMIN], "\n\n"))

sink() # Fecho o Arquivo de Saída

write.csv(valoresserieproj[, 1, ], "saidasimul_pa_f30.csv")
write.csv(valoresserieproj[, 2, ], "saidasimul_ip_f30.csv")
write.csv(valoresserieproj[, 3, ], "saidasimul_br_f30.csv")
write.csv(valoresserieproj[, 4, ], "saidasimul_eu_f30.csv")
write.csv(DESVIO, "DESVIOS MENSAIS ACUMULADOS.csv")
write.csv(DESVIODESCONTADO, "DESVIOS DESCONTADOS.csv")
write.csv(DESVIODESCONTADOSEMCONTINGENCIA, "DESVIOS DESCONTADOS SEM CONTINGENCIA.csv")
write.csv(REALMENSALACUM, "ORÇAMENTO SIMULADO MENSAL ACUMULADO.csv")
write.csv(var.lagtipo$resid, "RESIDUOS DA REGRESSÃO.csv")

write.csv(REALMENSALACUM[, IND_DESVIOMAX], "DESVIOMAX.csv")
write.csv(REALMENSALACUM[, IND_DESVIOMIN], "DESVIOMIN.csv")

```

```
write.csv(REALMENSALACUM[, IND_DESVIODESCMAX], "DESVIODESCMAX.csv")
write.csv(REALMENSALACUM[, IND_DESVIODESCMIN], "DESVIODESCMIN.csv")

write.csv(REALMENSALACUM[, IND_DESVIODESCSCMAX], "DESVIODESCSCMAX.csv")
write.csv(REALMENSALACUM[, IND_DESVIODESCSCMIN], "DESVIODESCSCMIN.csv")

write.csv(DESVIOMENSAL, "DESVIOSMENSAIS.csv")
```

Bibliografia

- [1] Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes – Geipot (1999): “Política Governamental e Competitividade da Indústria Brasileira de Construção Naval”, Publicação do GEIPOT de Estudos realizados a pedido pela Sociedade Brasileira de Engenharia Naval (SOBENA) e pela Fundação Getúlio Vargas (FGV).
- [2] Enders, W. (2004), “Applied Econometric Time Series”, Wiley.
- [3] Grupo de Trabalho para Implementação do Seguro Garantia Aplicado à Indústria Naval (2005), “Relatório Final”. Relatório Final apresentado pelo Grupo de Trabalho em Janeiro de 2005 na FIRJAN.
- [4] Jorion, P. (2007), “Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk”, 3a. Edição, McGraw-Hill.
- [5] Hamilton, J. D. (1994), “Time Series Analysis”, Princeton University Press.
- [6] Hayt, G., Song, S. (1997), “Handle with Sensitivity”, da Publicação “VAR – Understanding and Applying Value-at-Risk”, Risk Publications
- [7] Kim, J., Malz, A.M., Mina, J. (1999), “LongRun Technical Document”, RiskMetrics Group.
- [8] Lutkepohl, H. (2006), “New Introduction to Multiple Time Series Analysis”, Springer.
- [9] Milgrom, P.R., Roberts, J. (1992): “Economics, Organization and Management”, Prentice Hall
- [10] Organisation for Economic Co-operation and Development (2006): “Issues Affecting The Shipbuilding Market”, Documento apresentado na abertura do “Council Working

Party on Shipbuilding Workshop with non-member economies”, realizado em 18 e 19 de Dezembro de 2006.

- [11] Pfaff, Bernhard (2006), vars: S3 classes and methods for estimating VAR and SVAR models, <http://www.pfaffikus.de>
- [12] Pfaff, Bernhard (2007). vars: VAR Modelling. R package version 0.2.9., <http://www.pfaffikus.de>
- [13] R Development Core Team (2006): “R: A language and environment for statistical computing”, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- [14] Sims, C. (1980): “Macroeconomics and reality”, *Econometrica* 48, 1–48.