

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS**

FRANCISCO SCHUH VELHO

ANÁLISE ECONÔMETRICA DAS NOTAS DO TESOURO NACIONAL SÉRIE B

Porto Alegre

2013

FRANCISCO SCHUH VELHO

ANÁLISE ECONOMETRICA DAS NOTAS DO TESOIRO NACIONAL SÉRIE B

Trabalho de Conclusão submetido ao Curso de Graduação em Ciências Econômicas, da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como quesito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Néelson Seixas

Porto Alegre

2013

FRANCISCO SCHUH VELHO

ANÁLISE ECONOMÉTRICA DAS NOTAS DO TESOIRO NACIONAL SÉRIE B

Trabalho de conclusão submetido ao Curso de Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Relações Internacionais.

Aprovada em: Porto Alegre, ____ de ____ de 2012.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Nelson Seixas dos Santos – Orientador
UFRGS

Prof. Hudson Torrent
UFRGS

Prof. Marcio Valk
UFRGS

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer:

Primeiramente, a principal pessoa responsável pela minha formação e a quem eu devo tudo nessa vida: minha mãe, Sra. Lisete Schuh. Eu não conseguiria nada disso se não fosse todo o apoio que eu recebi dela desde pequeno. Agradeço muito pelo amor, carinho e compreensão que recebi durante toda minha vida. Afeto esse que é responsável por tudo o que sou atualmente, como um reflexo da criação desta mulher, forjando o meu próprio caráter.

Aos membros da família Schuh: e em especial a minha falecida avó Leonora Maria Schuh, que mesmo partindo tão cedo, me ensinou o amor pela família, atuando de forma muito importante na minha criação, sendo uma referência de união familiar e exemplo de uma pessoa dedicada e trabalhadora.

Ao meu pai e meu irmão: Srs. Pedro Luiz Souza Velho e André Roldão Mattei Souza Velho.

Aos meus grandes amigos, principalmente aqueles que me acompanham a mais de anos na minha vida. Amigos esses que considero muito verdadeiros, que nas horas boas e nas horas ruins da minha vida, sempre estiveram no meu lado e dando muito apoio.

Ao meu orientador, Néelson Seixas, que me proporcionou conhecimentos e conselhos preciosos.

A todas as outras pessoas que de forma direta e indiretamente, me incentivaram durante a minha vida acadêmica e sempre torceram por mim.

RESUMO

Este trabalho descreve econometricamente a série de preços das Notas do Tesouro Nacional Série B nos períodos analisados à luz da teoria de apreçamento de ativos de renda fixa de Fisher (1930). A hipótese deste trabalho é de que é possível realizar previsões futuras de preços através de ajustes de processos estacionários às séries temporais de preços e de que os preços flutuam de acordo com a equação de Fisher. Para isto serão investigados como se dão a evolução dos preços desses ativos, bem como suas principais características utilizando-se ferramentas de análises econométricas.

Palavras-chave: Mercado Financeiro. Análise Econométrica.

ABSTRACT

This monograph describes econometrically the price series of the Brazilian treasury bonds called Notas do Tesouro Nacional Série B according to the theory of asset pricing fixed income Fisher (1930). The hypothesis is that it is possible to forecast future prices through processes of stationary time series of prices and that prices fluctuate according to the Fisher equation. To this will be investigated how the evolution of the prices of these assets behave, as well as its main features exposed through econometric analysis.

Keywords: Financial Market. Econometric Analysis

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Preços unitários da NTN-B 150517	38
Gráfico 2 - Primeira diferença da série NTN-B 150509.....	48
Gráfico 3 - Primeira diferença da série NTN-B 150535.....	49
Gráfico 4 - Correlograma da FAC e FACP da NTN-B 150517 na primeira diferença	50
Gráfico 5 - FAC e FACP da NTN-B 150512 na primeira diferença	52
Gráfico 6 - FAC e FACP da NTN-B 150515 na primeira diferença	52
Gráfico 7 - Correlograma dos resíduos dos modelos ARI [1(6,12);1] da NTN-B 150812	54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxo de Caixa da NTN-B Principal.....	20
Figura 2 - Fluxo de Caixa das NTN-B.....	21
Figura 3 - FAC e FACP de modelos AR(p).....	33
Figura 4 - FAC e FACP de modelos MA(q)	33
Figura 5 - FAC e FACP de modelos ARMA(p,q).....	34
Figura 6 - FAC e FACP dos resíduos do modelo ARMA da NTN-B 150810.....	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Títulos públicos federais	18
Quadro 2 - Notas do Tesouro Nacional Série B.....	19
Quadro 3 - FAC e FACP de modelos AR, MA e ARMA	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição do IPCA pela POF de 01.01.2012.....	15
Tabela 2 - Estatísticas descritivas das NTN-B	39
Tabela 3 - Teste ADF a nível com constante.....	42
Tabela 4 - Teste KPSS a nível com constante	42
Tabela 5 - Teste ADF a nível com constante e tendência	43
Tabela 6 - Teste KPSS a nível com constante e tendência.....	43
Tabela 7 - Teste Ljung-Box para os modelos encontrados	44
Tabela 8- teste ADF com constante na primeira diferença.....	44
Tabela 9 - Teste KPSS com constante na primeira diferença	44
Tabela 10 - Teste Ljung-Box para os resíduos dos modelos estimados na primeira diferença	45
Tabela 11 - Modelos encontrados após remoção da tendência determinística para NTN-B 150810 e 150511.....	46
Tabela 12 - Modelo encontrado após remoção da tendência para NTN-B 150513	47
Tabela 13 - Função de autocorrelação da NTN-B 150517 na primeira diferença	50
Tabela 14 - Modelos ARIMA para primeira diferença das NTN-B 150509 e 150812	53
Tabela 15 - Modelos ARIMA para primeira diferença da NTN-B 150515.....	53

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	INFLAÇÃO E MERCADO DE RENDA FIXA	13
2.1	INFLAÇÃO	13
2.2	ÍNDICE DE PREÇOS AO CONSUMIDOR AMPLO.....	14
2.3	O MERCADO DE RENDA FIXA NO BRASIL.....	16
2.3.1	Títulos Públicos Federais	17
2.3.2	Títulos Privados	18
2.4	NOTAS DO TESOURO NACIONAL SÉRIE B.....	19
2.4.1	NTN-B Principal	20
2.5.2	NTN-B	21
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	23
3.1	MODELO DE APREÇAMENTO DE FISHER	23
3.1.1	A Taxa de Juros e a teoria de apreçamento de ativos de renda fixa de Fisher	23
3.1.2	Taxas de juro Real e Nominal.....	25
3.1.3	Estrutura a termo da taxa de juros	26
3.2	TEORIA ECONOMÉTRICA.....	28
3.2.1	Processos Estocásticos	28
3.2.2	Raízes Unitárias e Testes de Raízes Unitárias.....	29
3.2.3	Modelos AR, MA e ARMA	31
3.2.4	Metodologia Box-Jenkins	32
3.2.5	Metodologia de Hendry	35
3.2.6	Teste de Ljung-Box	36
4	TRABALHO EMPÍRICO.....	37
4.1	DADOS.....	37

4.2	ANÁLISE ECONOMÉTRICA	39
4.2.1	Metodologia e Especificações	39
4.2.2	Testes	42
4.2.3	Resultados	45
4.2.4	Discussão	55
5	CONCLUSÃO	58
	<u>REFERENCIAS</u>	60
	<u>ANEXOS</u>	62

1 INTRODUÇÃO

As Notas do Tesouro Nacional série B (NTN-B) são títulos de renda fixa indexados ao Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) emitido pelo Tesouro Nacional para financiar a dívida pública mobiliária federal. Seu valor presente, também conhecido como Preço Unitário dia (PU), varia diariamente decorrendo de mudanças nas expectativas dos agentes de mercado em relação à situação macroeconômica, dadas as possibilidades de variações da taxa livre de risco e da inflação.

Com efeito, um aumento nos preços unitários das NTN-B significa que o mercado está esperando um aumento da inflação, uma vez que implica que os investidores têm a expectativa de que esses títulos produzirão uma remuneração maior resultante da elevação dos preços na economia. Também o inverso é verdadeiro, ou seja, a diminuição dos preços de unitários das NTN-B significa que os investidores estão esperando uma remuneração menor desses títulos resultante de redução na inflação medida pelo IPCA.

Por isso, a compreensão do comportamento das séries e uma previsão de preços das NTN-B permitem aos agentes um melhor posicionamento no mercado de renda fixa mais adequado a suas expectativas, apetite ao risco e condições macroeconômicas vigentes. Desse modo, os gestores de renda fixa poderão alocar seus recursos nesses ativos de acordo com a previsão de preços esperada e o nível de risco que estão dispostos a correr.

Este trabalho investiga econometricamente o comportamento das séries temporais de preços unitários desses ativos por meio da metodologia de Box-Jenkins auxiliada pelo emprego dos testes de raiz unitária.

O capítulo 2 apresenta a metodologia de cálculo do índice de preços ao consumidor amplo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IPCA-IBGE) bem como o funcionamento institucional do mercado de renda fixa no Brasil e, em particular, da operação como NTN-B.

No capítulo 3, explica-se a teoria de apreçamento de ativos de renda fixa de Fisher (1930) tanto em termos reais quanto nominais bem como a noção decorrente de estrutura a termo da taxa de juros. Posteriormente, foi explicitada a teoria e metodologia econométrica empregada no trabalho.

O capítulo 4 apresenta os dados e os resultados obtidos, descrevendo detalhadamente os procedimentos realizados. Além disso, relacionam-se os resultados obtidos por meio do arcabouço teórico apresentado.

Finalizando o trabalho, apresenta-se uma conclusão onde se repassam os resultados e sugerem-se a continuação da pesquisa.

2 INFLAÇÃO E MERCADO DE RENDA FIXA

Este capítulo tem como objetivo explicitar os principais conceitos de inflação, formação do IPCA e a composição e funcionamento institucional do mercado de renda fixa no Brasil.

2.1 INFLAÇÃO

A inflação nada mais é do que a queda do valor de mercado ou poder de compra da moeda. Normalmente, esse efeito vem acompanhado de um aumento geral de preços em uma determinada zona, fazendo com que a moeda do país desvalorize-se em relação às outras moedas no mercado internacional.

Um cenário inflacionário saudável ocorre quando há uma inflação suave e leve, ou seja, quando há taxas de inflação positivas, porém há níveis considerados baixos e sobcontrole. Por exemplo, normalmente é saudável para um país que as taxas de inflação variem em torno de 1,5% a 4,5%. Claro que as taxas consideradas ideais, variam de país para país, dependendo também do contexto macroeconômico e estrutural em que estão inseridos na economia mundial. Essa inflação suave pode indicar que a economia está dando sinais de incentivos para investimentos, onde os produtores de bens e serviços estão prevendo um cenário positivo para reajustar seus preços e obterem bons resultados futuros.

Em relação aos cenários inflacionários, são considerados malignos aqueles onde há estagflação ou inflação próximo a zero e deflação. O cenário de estagflação ocorre quando há uma forte e persistente inflação em um contexto de fraco crescimento econômico. Quando há inflação próxima a zero ou deflação, esse cenário pode estar dando sinais que a economia passa por um período de estagnação, fraco crescimento, diminuição da renda, queda de demanda e aumento do desemprego.

Os três principais processos inflacionários são: inflação de custo, inflação de demanda e inflação inercial. A inflação de custo ocorre devido ao aumento dos custos de produção da economia causados pela queda na oferta dos fatores de produção. Normalmente onde a inflação de custos, há existência de *Mark-up* e elevado grau de concentração de mercado nas cadeiras produtivas. A inflação de demanda ocorre quando a economia está em pleno emprego e há um excesso de consumo, gerando um aumento da demanda agregada sem um acompanhamento do crescimento da oferta. Já a inflação inercial é decorrente dos mecanismos de indexação da economia.

Os principais índices responsáveis pela mensuração dos níveis de preço no país são: Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna (IGP-DI), Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M), Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC).

2.2 ÍNDICE DE PREÇOS AO CONSUMIDOR AMPLO

O Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) é um número índice divulgado mensalmente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) que mede a inflação dos produtos e serviços comercializados no varejo. O índice abrange famílias com renda mensal de 1 a 40 salários mínimos residentes nas regiões urbanas metropolitanas de São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Porto Alegre, Recife, Belém, Fortaleza, Salvador, Curitiba, Brasília e município de Goiânia. O IPCA é calculado desde dezembro de 1979, atualmente está inserido dentro do Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor (SNIPC). O SNIPC foi criado em 1978, concebendo atualmente os seguintes índices de preços: IPCA, IPCA-15, IPCA-E e INPC. A partir de julho de 1999, em um contexto de um regime de metas de inflação, o IPCA se tornou o indexador oficial do Brasil, sendo este, o responsável por corrigir diversos ativos monetários. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2012), o IPCA "[...] de maneira geral, abrange os seguintes temas: montagem da estrutura geral de pesos; definição das bases cadastrais de produtos e locais; coleta de preços e método de cálculo".

Primeiramente são estabelecidos os grupos, subgrupos, de itens e subitens que compõe que a cesta de consumo, atribuindo-se pesos e uma forma hierárquica desses produtos, de modo que fiquem juntos os produtos da mesma natureza. Após

isso, é feito um levantamento de preços através da Pesquisa de Locais de Compra (PLC), definindo-se onde coletar os preços. Também há a aplicação de outros métodos estatísticos específicos para coletar preços de itens e subitens que não se encaixam dentro do PLC, como aluguéis de moradia, condomínio, serviços públicos e etc. Mais tarde, é aplicado o método de cálculo da seguinte maneira, de acordo com IBGE (2012)

[...] primeiramente, calcula-se a média aritmética dos preços pesquisados em diferentes estabelecimentos comerciais para cada produto pesquisado no mês corrente. Através do mesmo processo, este preço médio é comparado com o resultado obtido no mês anterior. Em seguida, para se calcular o índice do subitem, aplica-se a média geométrica simples para agregação dos resultados dos produtos pertencentes ao subitem. E por último, para todos os níveis superiores de agregação, emprega-se a fórmula de Laspeyres.

Para se aplicar esta fórmula de cálculo, o IPCA é ponderado de acordo com os valores de despesa obtidos na Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF). Essa pesquisa, que é realizada pelo IBGE, dá condições para que, os pesos relativos do valor das despesas dos produtos e serviços nos orçamentos familiares dos itens consumidos em relação às despesas totais, sejam atualizados. A POF é realizada a cada cinco anos e abrangem os seguintes produtos e serviços: Alimentação e Bebidas, Transportes, Habitação, Saúde e cuidados pessoais, Despesas pessoais, Vestuário, Comunicação, Artigos de residência e Educação. Para se obter o índice nacional, basta ponderar por uma média aritmética simples das regiões metropolitanas mais os municípios de Goiânia e Brasília.

A atual distribuição do IPCA, de acordo com a POF de Janeiro de 2012, se da seguinte forma

Tabela 1 - Composição do IPCA pela POF de 01.01.2012

Tipo de Gasto	Peso
Alimentação e bebidas	23,12%
Transportes	20,54%
Habitação	14,62%
Saúde e cuidados pessoais	11,09%
Despesas pessoais	9,94%

Vestuário	6,67%
Comunicação	4,96%
Artigos de residência	4,69%
Educação	4,37%

Fonte: IBGE

2.3 O MERCADO DE RENDA FIXA NO BRASIL

A renda fixa é uma forma de investimento onde a remuneração paga ao investidor cumpre prazos pré-definidos e em condições pré-definidas, diferentemente dos investimentos em renda variável (principalmente mercado de ações). Quando se investe em um título de renda fixa, o investidor empresta dinheiro ao emissor do título, que em troca, lhe pagará na data do vencimento o valor do título acrescido de uma taxa de juros. Essa taxa de juros, nada mais é, seguindo a teoria de apreçamento de Irving Fisher, do que o prêmio por emprestar dinheiro abrindo mão do consumo presente de determinados bens. Mesmo que na renda fixa seja possível obter a definição de prazos e pré-condições de fluxo de caixa, isto não significa que as rentabilidades serão garantidas, pois os riscos dessa modalidade de investimentos estão nas oscilações de preço no mercado e na inflação. Segundo Pinheiro (2009, P. 105) "Os ativos de renda fixa no Brasil envolvem uma programação determinada de pagamentos. Por isso, nesses ativos os investidores conhecem antecipadamente os fluxos monetários que vão obter".

Os investimentos em renda fixa podem ser classificados em três critérios distintos:

- a) quanto ao emissor: Neste caso, os títulos podem ser classificados em públicos ou privados, ou seja, quando aquele que emite o título (quem toma os recursos emprestados) é o Governo ou alguma instituição privado (Empresas);
- b) Quanto à rentabilidade ou forma de pagamento: os títulos podem ser classificados em pré-fixados ou pós-fixados. Os títulos pré-fixados são aqueles cuja taxa de retorno nominal é conhecida com antecedência, ou seja, no momento da aplicação. Nos títulos pós-fixados, a rentabilidade nominal e real só é conhecida na data do vencimento. Neste caso, a rentabilidade varia conforme o indexador

na qual o título estiver atrelado. Os indexadores são, por exemplo: Selic, IPCA, IGP-M;

- c) Quanto ao Prazo: Nesse caso os títulos podem ser classificados com sendo de longo prazo, se forem superior a um ano, ou então de curto prazo, se forem inferiores a um ano.

No mercado financeiro brasileiro, a caderneta de poupança é a mais comum, conservadora e tradicional modalidade de investimento. Ela enquadra-se como uma aplicação de renda fixa pós-fixada, sendo que os rendimentos são isentos de Imposto de Renda (IR). Desde maio do ano de 2012, a remuneração da caderneta de poupança é composta pela Taxa Referencial (TR) + 0,5% ao mês a cada 30 dias quando a taxa Selic for maior que 8,5% ao ano. Quando a taxa Selic for menor do que 8,5% ao ano, a remuneração da caderneta de poupança passará a ser de 70% da taxa Selic a cada 30 dias. O risco desse investimento depende do risco de crédito do banco, pois este é quem toma os recursos emprestados da caderneta de poupança. O Fundo Garantidor de Crédito (FGC) garante ao investidor da caderneta de poupança o valor de até R\$ 70,000,00 por CPF e por instituição em caso de uma possível quebra dos bancos.

2.3.1 Títulos Público Federais

Os títulos públicos são instrumentos do governo utilizados na captação de recursos para financiar déficits orçamentários, viabilizar investimentos, refinanciar a dívida pública (alongar o perfil da dívida) e outras operações mais específicas. Eles representam a Dívida Pública Mobiliária Federal (DPMF) cujo emissor é o Tesouro Nacional, sendo uma opção de investimentos para investidores nacionais (pessoas físicas e jurídicas) e estrangeiros. Todos os títulos públicos federais funcionam pelo mecanismo de renda fixa, podendo ser pré-fixados ou pós-fixados. No Brasil, esses títulos são negociados abertamente no mercado, liquidados e registrados através do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (SELIC), sendo considerados investimentos bastante seguros, ou seja, com boa liquidez e baixo risco.

Os principais títulos públicos federais negociados são: Letras do Tesouro Nacional (LTN), Letras Financeiras do Tesouro (LFT), Notas do Tesouro Nacional Série B (NTN-B), Notas do Tesouro Nacional Série C (NTN-C) e Notas do Tesouro

Nacional Série F (NTN-F). O quadro a seguir mostra essas notas e suas principais características:

Quadro 1 - Títulos públicos federais

Títulos		Rendimento/Atualização do valor nominal
LFT	Letras Financeiras do Tesouro	Rendimento pós-fixado definido pela taxa Selic.
LTN	Letras do Tesouro Nacional	Rendimento prefixado definido pelo deságio sobre o valor nominal.
NTN-B	Notas do Tesouro Nacional Série B	Juros de cupom e valor nominal atualizado pela variação do IPCA
NTN-C	Notas do Tesouro Nacional Série C	Juros de cupom e valor nominal atualizado pela variação do IGP-M
NTN-D	Notas do Tesouro Nacional Série D	Juros de cupom e valor nominal atualizado pela variação da cotação de venda do dólar dos Estados Unidos (variação da taxa média de câmbio ponderada pelo volume de negociações da moeda estrangeira no decorrer do dia).
NTN-F	Notas do Tesouro Nacional Série F	Rendimento prefixado definido pelo deságio sobre o valor nominal. Existe pagamento semestral de cupom, diferenciando-se da LTN.

Fonte: Tesouro Nacional

2.3.2 Títulos Privados

Os títulos privados são instrumentos financeiros que captam recursos de curto e longo prazo no mercado. Os títulos de renda fixa privados podem ser emitidos por instituições privadas financeiras e não financeiras. Os principais títulos de renda fixa emitidos por instituições financeiras são: Depósitos Interfinanceiros (DI), Certificados de Depósitos Bancários (CDB), Recibo de Depósitos Bancários (RDB), Letras Financeiras (LF), Letras de Câmbio (LC), Letras Imobiliárias (LI) e Letras Hipotecárias (LH). Já os principais títulos privados emitidos por instituições não financeiras são: Commercial Papers, Debêntures e Notas Promissórias.

Todos esses títulos incluem-se na modalidade de renda fixa. Porém, eles podem se diferenciar em pré e pós-fixado, incidência ou não de IR e IOF, diferentes valores de alíquotas de IR e IOF, prazos curtos e longos, negociação aberta ou fechada, pouca ou muita liquidez, indexadores e remunerações distintas. Desse

modo, esses títulos também apresentam diferentes tipos de riscos associados devido às especificidades de cada um.

2.4 NOTAS DO TESOIRO NACIONAL SÉRIE B

São títulos públicos federais pós-fixados cuja rentabilidade está indexada à variação do IPCA mais uma taxa de juros definida no prefixada da compra. O nome do ativo tem como referencia as suas respectivas datas de vencimento. Esses vencimentos acontecem sempre nos dias 15 dos meses de maio ou agosto. Caso a data de vencimento das NTN-B coincida com um dia que não seja útil, seu vencimento acontecerá no primeiro dia útil anterior ao seu vencimento. Esses títulos estão divididos em NTN-B e NTN-B Principal por causa de suas respectivas diferenças de fluxo de caixa. No quadro abaixo estão listadas as principais NTN-B que já venceram ou que ainda estão por vencer. No jargão do mercado financeiro, é comum também dividir as NTN-B entre as longas e às curtas. As longas tem seus vencimentos superiores a cinco anos, enquanto as curtas tem seus vencimentos inferiores ao prazo de cinco anos.

Quadro 2 - Notas do Tesouro Nacional Série B

Ativo	Lançamento	Fluxo de Caixa	Vencimento
NTN-B 150806	19/09/2003	Cupom semestral	15/08/2006
NTN-B 150507	01/07/2005	Cupom semestral	15/05/2007
NTN-B 150808	27/09/2005	Cupom semestral	15/08/2008
NTN-B 150509	19/09/2003	Cupom semestral	15/05/2009
NTN-B 150810	18/01/2006	Cupom semestral	15/08/2010
NTN-B 150511	14/03/2006	Cupom semestral	15/05/2011
NTN-B 150812	25/05/2007	Cupom semestral	15/08/2012
NTN-B 150813	30/01/2008	Cupom semestral	15/08/2013
NTN-B 150515	20/10/2003	Cupom semestral	15/05/2015
NTN-B 150517	25/05/2007	Cupom semestral	15/05/2017
NTN-B 150820	02/03/2009	Cupom semestral	15/08/2020
NTN-B 150824	21/10/2003	Cupom semestral	15/08/2024
NTN-B 150535	12/04/2006	Cupom semestral	15/05/2035
NTN-B 150545	20/09/2004	Cupom semestral	15/05/2045
NTN-B 150850	01/06/2012	Cupom semestral	15/08/2050
NTN-B Principal 150515	11/08/2005	Simplex	15/05/2015

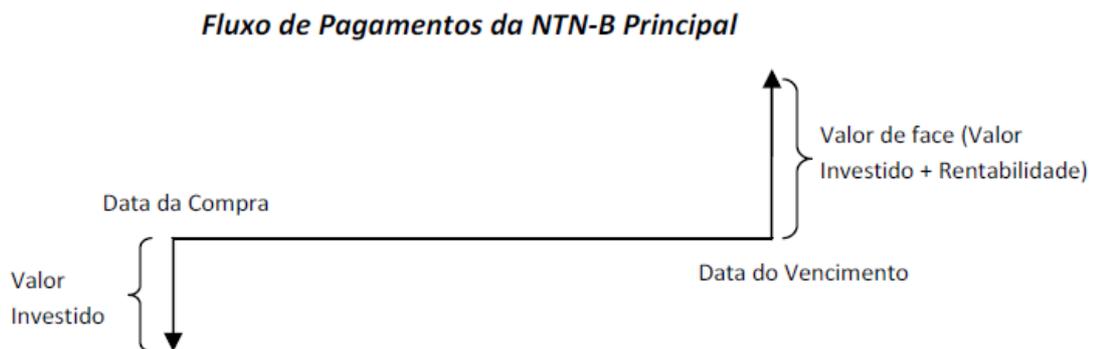
NTN-B Principal 150519	14/01/2013	Simple	10/09/2019
NTN-B Principal 150824	11/08/2005	Simple	15/08/2024
NTN-B Principal 150535	10/03/2010	Simple	15/05/2035

Fonte: Tesouro Nacional

2.4.1 NTN-B Principal

Esse título possui um fluxo de caixa simples, ou seja, o investidor que aplica neste título, irá resgatar o principal mais os juros prefixados no momento da compra apenas na data do vencimento. Como o fluxo de caixa é simples, não há pagamentos de cupons periódicos, conforme ilustra a figura abaixo.

Figura 1 - Fluxo de Caixa da NTN-B Principal



Fonte: Tesouro Nacional

A metodologia de cálculo da NTN-B Principal acontece da seguinte forma: O Preço da NTN-B Principal se dá pela multiplicação da Cotação do ativo e o VNA, onde o VNA é o valor nominal atualizado pela variação do IPCA entre a data-base (15/07/2000) e a data de liquidação.

$$PREÇO = VNA \cdot \left(\frac{COTAÇÃO}{100} \right) \quad (1)$$

O VNA mostra a atualização do título pelo seu indexador. Ele é dado pela seguinte equação:

$$VNA = VNA' + (1 + IPCA_{Proj})^x \quad (2)$$

Onde o VNA' é o VNA Projetado, que corresponde à R\$ 1.000 x fator de variação do IPCA entre a data base (15/07/2000) e o dia 15 do mês atual. Já o x representa a razão entre número de dias corridos entre a data de liquidação e o dia 15 do mês atual sobre número de dias corridos entre o dia 15 do mês seguinte e o dia 15 do mês atual. Segundo Tesouro Nacional (2013) "Como a coleta de preços para cálculo do IPCA situa-se, aproximadamente, do dia 15 do mês anterior a 15 do mês de referência, utiliza-se o IPCA projetado pelo mercado para atualizar o valor nominal da NTN-B Principal".

Já a cotação, que reflete o deságio ou ágio da NTN-B Principal, é dada pela seguinte forma:

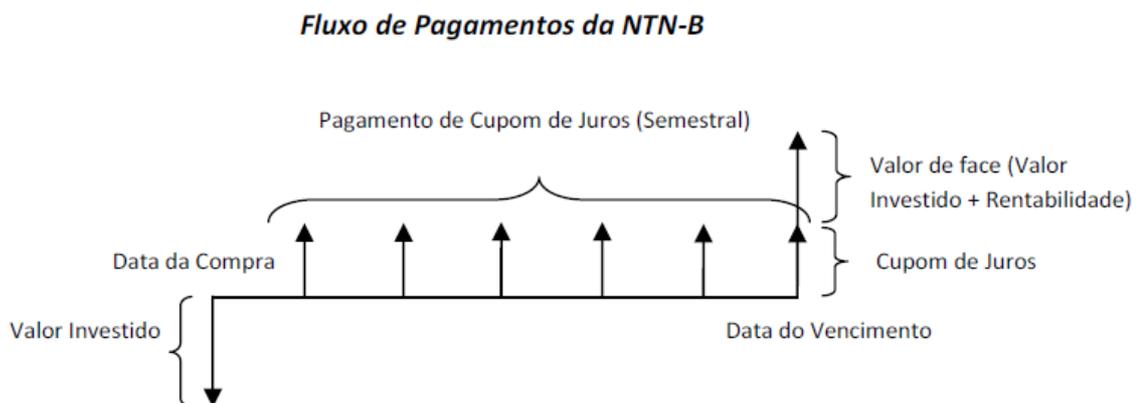
$$COTAÇÃO = \frac{100}{(1+TAXA)^{\frac{DU}{252}}} \quad (3)$$

Onde a $TAXA$ é rentabilidade anual do título definida na hora da compra e o DU é o número de dias úteis entre a data de liquidação e a data de vencimento.

2.5.2 NTN-B

A Nota do Tesouro Nacional é um título cujos rendimentos são recebidos ao longo do investimento através de cupons semestrais de juros e na data de vencimento. A figura abaixo ilustra o fluxo de caixa do ativo

Figura 2 - Fluxo de Caixa das NTN-B



As principais características desses títulos são: Cupom semestral de juros de 6%a.a. data base 15/07/2000, valor nominal na data base de R\$ 1.000,00, atualização monetária dada pelo IPCA, pagamento de juros ocorrendo semestralmente e o resgate do principal na data do vencimento junto com o pagamento do último cupom. De acordo com o Tesouro Nacional (2012) "A taxa da NTN-B observada no ambiente de compra do Tesouro Direto reflete a taxa interna de retorno (TIR) do fluxo de pagamentos dos cupons de juros e do deságio ou ágio sobre o valor nominal atualizado do título"

A metodologia de cálculo da NTN-B é idêntica ao da NTN-B Principal, a exceção do cálculo do valor da cotação devido a diferença de fluxo de caixa. A fórmula do *PREÇO* é a mesma e o *VNA* vale para a todas as Notas do Tesouro Nacional Série B. Então, o valor da é calculado da seguinte maneira.

$$PREÇO = VNA \cdot \left(\frac{COTAÇÃO}{100} \right) \quad (4)$$

$$VNA = VNA' + (1 + IPCA_{Proj})^x \quad (5)$$

$$COTAÇÃO = \frac{(1,06)^{0,5} - 1}{(1+TIR)^{\frac{DU_1}{252}}} + \frac{(1,06)^{0,5} - 1}{(1+TIR)^{\frac{DU_2}{252}}} + \dots + \frac{(1,06)^{0,5} - 1}{(1+TIR)^{\frac{DU_{n-1}}{252}}} + \frac{1}{(1+TIR)^{\frac{DU_n}{252}}} \quad (6)$$

Onde o DU_n é o número de dias úteis entre a data de liquidação e a data de vencimento do cupom, e a *TIR* é a rentabilidade anual do título pré-fixada da compra. Conforme o Tesouro Nacional (2012).

A taxa da NTN-B Principal observada no ambiente de compra do Tesouro Direto reflete o deságio ou ágio sobre o valor nominal atualizado do título na data de liquidação da compra, assim, a rentabilidade proporcionada pelo título será em função do IPCA acrescido pelo deságio ou ágio da NTN-B Principal.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo explica descreve a teoria de apreçamento de ativos de renda fixa de Fisher (1930) juntamente com a teoria econométrica aplicada nas amostras das séries de preços.

3.1 MODELO DE APREÇAMENTO DE FISHER

A renda fixa é uma modalidade de investimento onde as condições estão pré-definidas e o fluxo de caixa é conhecido, diferentemente dos investimentos em renda variável. Ao investir em renda fixa, o investidor empresta dinheiro ao emissor recebendo valor do título acrescido de uma taxa de juros em um período futuro. Essa taxa de juros, nada mais é, segundo a teoria de apreçamento de Irving Fisher, do que o prêmio por emprestar dinheiro abrindo mão do consumo presente de determinados bens.

Mesmo que na renda fixa seja possível obter a definição de prazos e fluxo de caixa, isto não significa que as rentabilidades serão garantidas, pois os riscos dessa modalidade de investimentos estão nas oscilações dos preços desses títulos e de seus indexadores. A seguir, seguem os modelos teóricos nos quais estão fundamentados os conceitos dos modelos de investimento em renda fixa.

3.1.1 A Taxa de Juros e a teoria de apreçamento de ativos de renda fixa de Fisher

Segundo Fisher, a utilidade do consumo presente é maior do que a utilidade do consumo futuro, fazendo com que os indivíduos tenham uma preferência por consumir no presente do que poupar. Para recompensar o sacrifício de deixar de consumir no presente para consumir no futuro, ou melhor, de se abrir mão de uma maior utilidade, existe uma remuneração do capital poupado. Esta remuneração é a taxa de juros, que nada mais é do que uma taxa de desconto intertemporal que remunera o capital e afeta os preços em períodos de tempo diferentes. Segundo Fisher (1984, p. 18).

A ponte ou ligação entre a renda e capital é a taxa de juro. Podemos definir a taxa de juro como um prêmio percentual pago sobre o dinheiro, em determinada data, em termos de dinheiro que estará em mãos um ano depois. Pode ser chamada de preço do dinheiro; e o mercado no qual o dinheiro presente e o futuro são negociados por esse preço, ou prêmio, é chamado de mercado monetário.

As equações a seguir mostram de forma simplificada como Irving Fisher chega as suas conclusões sobre a taxa de juros, encontrando à equação final de desconto intertemporal. Neste modelo simples, o consumo e a renda estão dispostos de acordo com o preço corrente de cada período. Isto é fundamental para visualizar o efeito da taxa de juros sobre os preços e, conseqüentemente, sobre a renda e o consumo. Supõe-se também que o período é finito e composto pelos períodos 1 e 2. Isso faz com que a poupança no período 2 (S_2) seja igual a zero, já que como não há um período posterior ao período 2, os agentes de mercado não poupam, utilizando toda sua renda disponível para o consumo. A poupança no período 1 (S_1), é igual à renda (Y_1) no período 1 menos o consumo (C_1) no período 1. Tanto a renda quanto o consumo estão dispostos aos preços (P_1) do período 1 como segue a equação a seguir:

$$S_1 = P_1 Y_1 - P_1 C_1 \quad (7)$$

Já no período 2, o consumo se dá pela poupança do período 1 mais a renda disponível do período 2.

$$P_2 C_2 = S_1 + P_2 Y_2 \quad (8)$$

Logo, substitui-se $P_1 Y_1 - P_1 C_1$ no lugar de S_1 na equação 8, chegando na equação 9.

$$P_2 C_2 = P_1 Y_1 - P_1 C_1 + P_2 Y_2 \quad (9)$$

Agora divide-se ambos os lados da equação 9 por P_1 e separando o consumo da renda. Dessa forma, é possível obter a taxa de juros que afeta o consumo e a renda, chegando na equação 10 que também conhecida como a equação de Fisher.

$$\frac{C_2}{1 + r_{12}} + C_1 = Y_1 + \frac{Y_2}{1 + r_{12}} \quad (10)$$

Onde o fator $(1 + r_{12})$ é a taxa de juros ou a taxa de desconto intertemporal que remunera o sacrifício de abrir mão de um consumo presente por um consumo futuro. Do lado esquerdo da equação tem-se o valor presente do consumo, e no lado direito tem-se o valor presente da renda. De acordo com a equação final, a renda futura é menor do que a renda corrente, pois o consumidor auferiu juros sobre a renda corrente que é poupada. Por outro lado, o consumo futuro custa menos do que o consumo corrente, uma vez que o consumo futuro é pago pela poupança que rendeu juros. Segundo Mankiw (2004, P 301).

$1/(1 + r_{12})$ é o preço de consumo do segundo período medido em termos do consumo do primeiro período. É a quantidade de consumo do primeiro período a que o consumidor deve renunciar para obter 1 unidade de consumo do segundo período.

Isso mostra também que os preços, quando trazidos a valor presente, caem ao longo do tempo devido aos consumidores, em geral, preferem consumir no presente.

3.1.2 Taxas de juro Real e Nominal

Fisher foi o primeiro economista a separar os conceitos de taxa real de juros e taxa nominal. A taxa de juros nominal é aquela taxa de juros negociada no mercado bancário indicada em contratos ou então aquela definida pelo banco central dos países. A taxa de juros real é definida como a taxa de juros nominal descontada o efeito da inflação no período. Isso é explicado pela seguinte equação:

$$r = \frac{(1+i)}{(1+\pi)} - 1 \quad (11)$$

Onde r é a taxa real de inflação, π é a variação da inflação do período e i é a taxa de juros nominal. Por exemplo, se em um investimento a remuneração do investidor foi de 8% em um determinado tempo e a inflação foi de 3%, o investidor

obteve um ganho real. Mas se a inflação tivesse sido de 10% nesse mesmo período de tempo, o investidor teria tido uma perda real no poder de compra.

3.1.3 Estrutura a termo da taxa de juros

Os modelos de Fisher deram origem ao que hoje conhecemos como estruturas a termo da taxa de juros, ou simplesmente, curva de juros. Essa curva expressa a relação entre a taxa de juros e o prazo de maturação do empréstimo em uma determinada moeda. Isso quer dizer que essa relação mostra o custo de empréstimo, isto é, a qual taxa o mercado está disposto a abrir mão do consumo presente para consumir no futuro (emprestar).

Claramente o comportamento da estrutura a termo da taxa de juros segue os princípios escritos por Fisher nas equações acima, comportando-se como um fator de desconto intertemporal. Esse modelo evidencia a taxa de juros trazida a valor presente. Normalmente, essa curva tem um comportamento ascendente, pois quanto maior for o prazo, e o prazo é diretamente proporcional ao risco, maior será a taxa de juros. Isso quer dizer que quanto maior for o risco, maior será a recompensa que o prestador vai exigir para deixar de consumir no presente.

Outro aspecto muito importante que influencia muito a taxa de juros é o risco. Quanto maior for o risco, maior vai ser a taxa, isto é, maior a prêmio ou a remuneração por abrir mão do consumo presente. Desse modo, quanto maior o risco do investimento, maior será a chance de se obter retornos mais elevados, assim como também maior será a chance de acarretar elevadas perdas. Os tipos de riscos podem ser diversos, como o tempo de maturação dos investimentos, inflação, risco de crédito, risco de liquidez e entre outros. Todos eles influenciam a taxa de juros. Segundo Fisher (1984, P. 56)

A renda futura está sempre sujeita a alguma incerteza, e esta incerteza deve, naturalmente, ter uma influência sobre a taxa de preferência temporal, ou grau de impaciência, de seu possuidor [...] Portanto, a influência do risco sobre a preferência temporal significa a influência de incertezas na renda antecipada de um indivíduo, a partir de sua avaliação relativa dos incrementos de renda presentes e futuros, sendo ambos certos

Como no mercado de renda fixa os riscos são menores, evidentemente que os títulos de renda fixa possuem taxas de juros menores, isto é, pagam prêmios

menores. Logo, suas taxas de retorno e volatilidades são menores do que ativos de renda variável por exemplo. Todos os investimentos em renda fixa possuem algum tipo de risco de crédito e de inflação embutido. Porém, há algumas diferenças entre os títulos devido à forma como são estruturados e indexados. Normalmente as Notas do Tesouro Nacional Série B possuem um risco maior por ser indexadas à inflação e uma taxa de juros pré-fixada na hora da compra, apresentando maior volatilidade em relação aos demais títulos públicos federais.

Alterações nas taxas de juros reais fazem com que preços, renda e quantidades consumidas se alterem. Eles são conhecidos como efeito renda e efeito substituição. O efeito renda é uma alteração no consumo resultante de um movimento das taxas de juros. Nesse caso, um aumento da taxa real de juros, faz com que o consumidor queira mais consumo no presente e no próximo período de tempo. Já o efeito substituição é uma alteração no consumo resultante da modificação nos preços relativos do consumo. Então, uma elevação da taxa real de juros pode fazer com que o consumidor se sinta estimulado a poupar mais no presente, para lá na frente, vir a consumir mais obtendo uma poder maior de compra nos períodos seguintes.

Atualmente, os governos controlam suas taxas de juros de referência através dos bancos centrais com a finalidade de exercer políticas econômicas. Normalmente quando há um aumento das taxas juros, a intenção do governo por trás disso é desacelerar a economia, e, assim, estimulando a poupança e aumentando os custos de financiamentos para investimentos. Desse modo também, torna-se mais fácil para o governo se financiar atraindo capital de curto prazo. A consequência disso é a valorização do câmbio, desacelerando a inflação e prejudicando os exportadores. Mas o inverso também é verdadeiro, uma vez que o governo reduz a taxa de juros, ele está estimulando o consumo e o investimento, diminuindo os custos de financiamento, e, em contrapartida está desestimulando a poupança. No Brasil, a taxa de juros de referencia, a Selic, é talvez o mais poderoso instrumento de política econômica do governo para a manutenção da estabilidade de curto prazo. Também é o principal instrumento de combate a inflação, estimulando ou desestimulando a atividade econômica.

3.2 TEORIA ECONOMÉTRICA

3.2.1 Processos Estocásticos

Um processo estocástico fracamente estacionário tem como características: segundo momento finito, média e variância constante ao longo do tempo e covariância independente do tempo. Segundo Gujarati (2000, p. 719).

[...] sua média e variância forem constantes ao longo do tempo e o valor da covariância entre dois períodos de tempo depender apenas da distancia ou defasagem entre dois períodos, e não do período de tempo efetivo em que a covariância é calculada.

Para a série ser estacionária, ela deve obedecer todas as características acima. Caso uma série não obedeça alguma dessas características, modelo deixa de ser considerado estacionário. Os modelos GARCH podem ser processos estacionários sem apresentar variância constante ao longo do tempo.

Um processo estocástico pode apresentar uma tendência determinística ou estacionária. Tal processo ocorre porque a série, Segundo Bueno (2008, p. 90), "flutua em torno de uma tendência determinística, sem jamais se distanciar de tal tendência". Uma série com tendência estocástica apresenta uma tendência variável, isto é, ela oscila ao longo do tempo. Neste caso, os choques produzem mudanças permanentes nas séries.

Diferença Estacionária é um procedimento que poder tornar estacionária, uma série com tendência estocástica. Essa mudança ocorre pela diferenciação da série, podendo-se diferenciar a série quantas vezes for necessário para torná-la estacionária. Ao invés de trabalhar com a série Y_t trabalha-se com a sua diferença, ou seja, $Y_t - Y_{t-1} = \alpha + u_t$. Segundo Bueno (2008, p. 90)

A diferenciação estacionariza a série, entretanto introduz um ruído por tornar o erro invertível.[...] A variável y é dada pela composição de todos os choques havidos, $\sum_{i=1}^t u_i$. Defini-se tal série como tendência estocástica ou diferença estacionária, pois a diferença da série é estacionária. Nesse caso, os choques produzem mudanças permanentes na série y , ainda que aleatórias. [...] Séries cuja tendência é estocástica são chamadas séries integradas. A ordem d , de integração, depende do número de somatórios dos erros. Séries integradas são denotadas por $I(d)$. Diferenciando d vezes as séries, obtém-se uma série estacionária. [...] É proibido diferenciar uma série que é tendência estacionária, porque isso adiciona ruído à série original. Da mesma forma, é proibido estimar uma série que é tendência

estocástica usando tendência determinística, porque isso não elimina a tendência estocástica.

Os passeios aleatórios podem ser com ou sem *drift*. O passeio aleatório, também conhecido como tendência estocástica pura, não possui nenhum componente determinístico na série, fazendo com que sua variância, covariância e correlação dependam do tempo t . Fica simples de ver no simples processo estocástico $Y_t = Y_{t-1} + u_t$ onde a variância, covariância e correlação são determinadas da seguinte forma respectivamente:

$$Var(Y_t) = Var(\sum_{j=1}^t u_j) = t\sigma^2 \quad (12)$$

$$Cov(Y_t, Y_{t-j}) = (t-j)\sigma^2 \quad (13)$$

$$\rho_j = \sqrt{1 - \frac{j}{t}} \quad (14)$$

Já o passeio aleatório com *drift*, diferencia-se do passeio aleatório simples porque apresenta na série um componente determinístico e outro componente estocástico. Porém, suas variâncias e covariâncias também dependem do tempo t . A equação abaixo mostra um exemplo de passeio aleatório com drift.

$$Y_t = Y_0 + \delta t + \sum_{i=1}^t u_i \quad (15)$$

3.2.2 Raízes Unitárias e Testes de Raízes Unitárias.

Um processo estocástico possui raiz unitária quando 1 (valor em módulo), for a raiz da equação característica de um processo. Isso quer dizer que quando há presença de raiz unitária nessa equação, a série temporal não é estacionária, ou seja, choques aleatórios geram uma mudança permanente no comportamento da série. Isso acarreta em uma mudança permanente nas médias, variância e autocovariâncias da série temporal, fazendo com que estas se tornem dependente do tempo t . O mais comum em economia é as séries temporais não serem estacionárias, tendo que diferenciá-las quantas vezes for necessário a fim de torná-las estacionárias.

Para tornar o modelo independente de t , ou seja, tornar o modelo estacionário e sem raiz unitária, é preciso diferenciar a série temporal quantas vezes

for necessária usando o operador de defasagem. Só dessa maneira seria possível estimar os coeficientes de uma modelo auto-regressivo usando o Método dos Mínimos Quadrados (MQO), sem causar problemas viés nas estimações do regressores.

O Augmented Dickey-Fuller, ou teste ADF, é um dos testes usados para verificar a presença de raiz unitária nas séries temporais. Pelo teste ADF, se α é a soma de todos os coeficientes dos regressores, então, para que haja raiz unitária, α deve ser igual a 1. Caso não haja raiz unitária o valor de α deve ser diferente de um. Outra maneira comum de apresentar o teste ADF é $\delta = (\alpha - 1)$. Então se δ for igual à zero, a série temporal possui raiz unitária e, se for diferente de zero, a série temporal não possui raiz unitária.

O teste ADF é aplicado para as seguintes formas de regressão, onde a primeira equação não considera a existência de *drift* e tendência determinística. A segunda equação não considera a existência de tendência determinística e, na terceira, há um intercepto e uma tendência determinística.

$$\Delta Y_t = \alpha Y_{t-1} + u_t \quad (16)$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \alpha Y_{t-1} + u_t \quad (17)$$

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \alpha Y_{t-1} + u_t \quad (18)$$

Segundo Bueno (2008, P. 100)

A idéia é estimar o modelo com as variáveis auto-regressivas. Essa é uma forma de corrigir o desvio do valor correto da estatística, ou seja, intuitivamente trata-se de encontrar os desvios de \square_\square em relação a sua "média", para deslocar a distribuição de α em direção a zero, caso a hipótese nula seja verdadeira

Do ponto de vista prático, é preciso tantas variáveis auto-regressivas quantas forem necessárias para que o teste de resíduos não rejeita a hipótese de que se trata de um ruído branco.

No teste ADF, inclui-se o somatório de termos de diferença defasados, para a incluir termos suficientes a fim de que o termo de erro seja serialmente independente, ou seja, para que o erro não seja autocorrelacionado.

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \alpha Y_{t-1} + \alpha_i \sum_{i=1}^m \Delta Y_{t-1} + u_t \quad (19)$$

O teste ADF consiste em escolher entre a hipótese nula (H_0), que afirma a presença de raiz unitária e de não estacionariedade, e a hipótese alternativa (H_1), que afirma a ausência da raiz unitária e estacionariedade na série. Rejeita-se a hipótese se à estatística teste $\hat{\tau}$ (tau) for menor do que os valores críticos (τ).

O teste KPSS, cujo nome vem dos seus autores Kwiatkowski, Phillips, Schimidt e Shin, também tem como objetivo verificar a presença de raiz unitária nas séries temporais, buscando inferir se elas são ou não estacionárias. Este teste consiste em testar a variância de passeio aleatório (soma parcial dos resíduos), de modo que se a variância for nula, então o processo é estacionário. O teste pode ser definido de três maneiras: sem constante ou tendência, com constante ou com constante e tendência.

A estrutura do teste se da seguinte forma: a hipótese nula (H_0) diz que a variância da soma parcial dos resíduos é nula ($\sigma^2 = 0$) e que não há raiz unitária e a série é estacionária. Já a hipótese alternativa (H_1) diz que a variância da soma parcial dos resíduos é maior que zero ($\sigma^2 > 0$) e que há raiz unitária e a série é não estacionária. Se o valor estimado do teste ($\hat{\eta}$) for menor que os valores críticos (η), aceita-se a hipótese nula (H_0). Se o valor estimado ($\hat{\eta}$) for maior que os valores críticos (η), rejeita-se a hipótese nula (H_0) e aceita-se a hipótese alternativa (H_1).

3.2.3 Modelos AR, MA e ARMA

Um processo auto-regressivo (AR) ocorre quando o valor de Y no período t , depende dos seus próprios valores nos períodos anteriores e mais um termo de erro aleatório não correlacionado (ruído branco). A denotação para um processo auto-regressivo é $AR(p)$, onde p representa a p -ésima ordem. Por exemplo:

a) Processo auto regressivo de ordem 1: $AR(1) = Y_t = \beta_1 Y_{t-1} + u_t$;

b) Processo auto regressivo de ordem 2: $AR(2) = Y_t = \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + u_t$.

Um processo de médias móveis ocorre quando Y depende dos termos de erro corrente e passado. Os processos de médias móveis são detonados por $MA(q)$, onde q representa a q -ésima ordem. Por exemplo:

a) Processo de Médias Móveis de ordem 1: $MA(1): Y_t = \mu + \beta_1 u_{t-1}$

b) Processo de Médias Móveis de ordem 2: $MA(2): Y_t = \mu + \beta_1 u_{t-1} + \beta_2 u_{t-2}$

Um processo Auto-Regressivo de Médias Móveis, também conhecido como ARMA(p,q), possui as características tanto de um processo auto-regressivo (AR) quanto de um processo de médias móveis (MA). Esse processo é denotado por ARMA(p,q). Por Exemplo:

a) Processo ARMA (1,1): $Y_t = \theta + \alpha_1 Y_{t-1} + \beta_1 u_{t-1}$

b) Processo ARMA (2,3): $Y_t = \theta + \alpha_1 Y_{t-1} + \alpha_2 Y_{t-2} + \beta_1 u_{t-1} + \beta_2 u_{t-2} + \beta_3 u_{t-3}$

Quando for necessários diferenciar d-vezes a série para torna-la estacionária, e então usar um processo ARMA, dizemos que o modelo é ARIMA. Um modelo é denotado por ARIMA(p,d,q), onde d representa o número diferenciações necessárias para a série temporal tornar-se estacionária. Por exemplo, uma série ARIMA(4,2,2) significa dizer que ela é formada pelos processos AR(4) e MA(2), e que foi necessário diferencia-la 2 vezes. O mesmo acontece com os processos AR e MA cuja série temporal foi diferenciada, pois os modelos passarão a ser denotados por ARI (p,d) e MAI (q,d) respectivamente.

3.2.4 Metodologia Box-Jenkins

A metodologia chamada Box-Jenkins aplica-se a modelos AR, MA, ARMA estacionários e tem como objetivo encontrar os melhores ajustes das séries temporais para realizar previsões. Essa metodologia consiste em quatro passos.

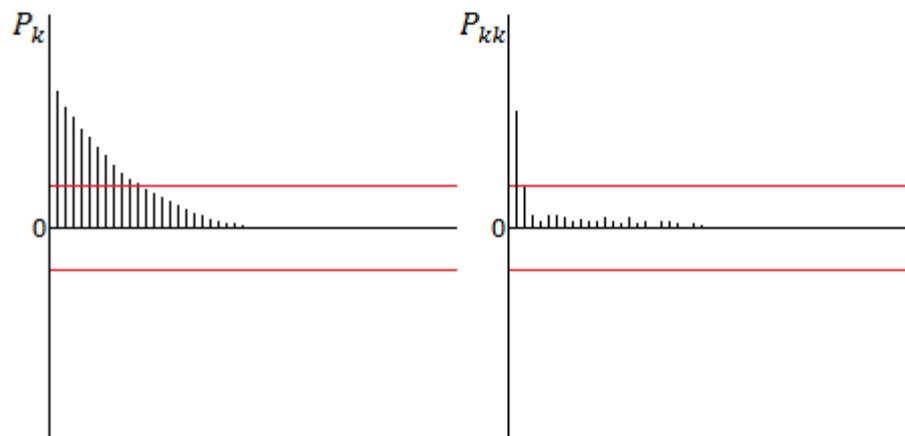
A primeira etapa é a identificação das ordens p, d e q do modelo através da Função de Autocorrelação (FAC) e da Função de Autocorrelação Parcial (FACP) da amostra. A FAC mede a taxa de variação medida pelo regressando, em relação a uma mudança de uma unidade no k-ésimo regressor, onde a influência de todos os outros regressores é constante. A função de autocorrelação é dada pela razão entre a covariância amostral e a variância amostral. Já a FACP mede a correlação entre dois regressores, removendo os efeitos dos regressores intermediários. Quando os modelos forem AR, MA e ARMA eles vão apresentar as seguintes estruturas de FAC e FACP:

Quadro 3 - FAC e FACP de modelos AR, MA e ARMA

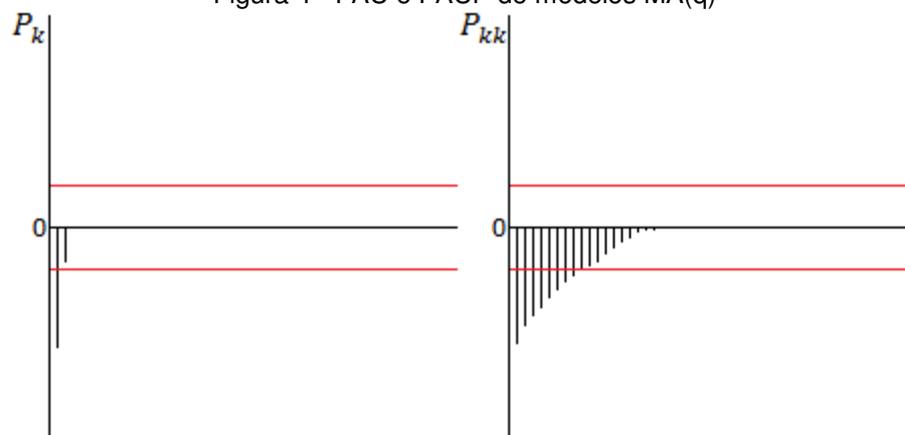
Modelo	Padrão da FAC	Padrão da FACP
AR(p)	Declina exponencialmente ou com padrão de onda senoidal amortecida (ou ambos)	Picos significativos através das defasagens até p (truncado)
MA(q)	Picos significativos através das defasagens até q (truncado)	Declina exponencialmente
ARMA(p,q)	Declínio exponencial	Declínio Exponencial

Fonte: Gujarati (2000, p. 748)

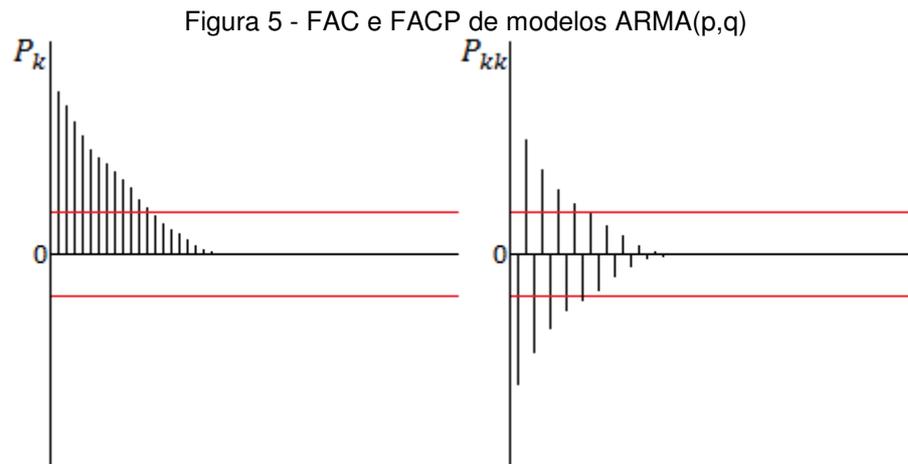
As figuras a seguir mostram a representação gráfica da FAC e FACP para os modelos AR(p), MA(q) e ARMA(p,q) respectivamente.

Figura 3 - FAC e FACP de modelos AR(p)

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Figura 4 - FAC e FACP de modelos MA(q)

Fonte: Elaborada pelo próprio autor



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Onde p_k é a função de autocorrelação (FAC) e p_{kk} é a função de autocorrelação parcial (FACP).

A segunda etapa consiste em estimar o modelo. Nessa etapa, deve se estimar os melhores valores para os coeficientes do modelo. Para encontrar o melhor modelo, é necessário usar os critérios de informação, são eles: estatística de Schwarz (BIC), estatística de Akaike (AIC), e estatística de Hannan-Quinn (HQ). O critério de informação é um método para encontrar o número ideal de parâmetros de um modelo e também o mais parcimonioso. Quanto maior o número de parâmetros de um modelo, mais preciso ele é. Porém, ao aumentar o número de parâmetros maior será a soma dos resíduos, aumentando a imprecisão do modelo. Então o critério de informação terá a função de escolher adequadamente o número de parâmetros, minimizando o problema da soma dos resíduos. Normalmente os critérios de informação assumem a seguinte forma:

$$C = \ln\sigma^2(T) + c_T\varphi(T) \quad (20)$$

Onde $\ln\sigma^2(T)$ é a variância estimada dos resíduos, e T é o número de observações da amostra. Já o c_T representa o número de parâmetros, e $\varphi(T)$ é a ordem do processo. Segundo Bueno (2008 P.47)

Modelos com diferentes amostras não podem ser comparados por esses critérios. As amostras devem ser iguais para comparação. Enquanto o critério BIC é consistente assintoticamente, tendendo a escolher um modelo mais parcimonioso do que AIC, AIC funciona melhor em pequenas amostras, não obstante seja viesado para escolher modelos sobreparametrizados. O critério HQ também é assintoticamente consistente,

porém menos forte do que o critério BIC. Os resultados valem tanto para processos estacionários quanto para processos integrados.

A terceira etapa resume-se chegar ao diagnóstico dos resíduos, ou seja, ajustar o melhor modelo ARIMA, ARMA, AR ou MA para o modelo, verificando se os resíduos encontrados são ruído branco. Neste caso, os erros não devem ter correlação entre si, ou seja, deve ser puramente aleatórios.

A quarta etapa consiste em fazer a previsão utilizando o melhor modelo encontrado. Se uma série que não era estacionária foi diferenciada, deve se realizar a previsão que se deseja e depois integrar a série pelo mesmo número de vezes que ela foi diferenciada. Desse jeito, será possível realizar uma previsão para a série a nível que não é estacionária. As estimativas das previsões podem, em alguns casos, ser feitas através do MQO. Mas quanto mais longe for o horizonte de previsão, maior será a variância e, conseqüentemente, maior será a imprecisão.

3.2.5 Metodologia de Hendry

Essa metodologia de David Forbes Hendry, em econometria, é uma estratégia específica para testes de estacionariedade e co-integração, dando uma atenção especial as estruturas de defasagem (Lags structures) e buscando erros com boas propriedades estatísticas (ruído branco). Hendry acreditava que os processos de geração de dados se dão pela complexa distribuição de probabilidades que regem as variáveis econômicas. Com base nos artigos de Engle, Hendry, e Richard (1983) sobre análise de exogeneidade, Hendry desenvolve sua teoria de redução de dados, vista em sua obra *Dynamic Econometrics* (1995). O problema central é como não perder informações ou distorcer as análises, quando caracterizamos os dados de forma parcial e simples.

Com isso, Hendry define sua teoria de redução de dados começando com o maior número possível de especificações que se pode encontrar para, depois, procurar um espaço de possíveis restrições a fim de encontrar a especificação mais parcimoniosa. Isso quer dizer que pela metodologia de Hendry, começamos a testar a estacionariedade da série com o maior número de defasagem possível, e depois, em cada etapa, repetimos o teste com uma defasagem a menos de forma sequencial, até encontrar a melhor defasagem que resulta na melhor propriedade de erro. Essa metodologia começa de cima para baixa, ou seja, testamos com o maior

número de defasagem para o menor número de defasagem de forma sequencial. Segundo Hoover (2005, p. 27):

At each step in a sequential reduction (usually along multiple paths), the statistical properties of the errors are tested, the validity of the reduction is tested statistically both against the immediate predecessor and the general specification, and encompassing is tested against all otherwise satisfactory alternative specifications. (The Methodology of Econometrics, Kevin D. Hoover, 2005)

3.2.6 Teste de Ljung-Box

É um teste amplamente aplicado em análises econométricas de séries temporais, sendo muito utilizado em modelos ARIMA. Ele é aplicado aos resíduos do modelo para averiguar se eles possuem autocorrelação, testando a aleatoriedade global da série de acordo com o número de defasagens.

Sua hipótese nula (H_0) é de que as correlações dos resíduos do modelo são iguais à zero. Já a hipótese alternativa (H_1) é de que existe autocorrelação entre os resíduos.

4 TRABALHO EMPÍRICO

Este capítulo tem como objetivo apresentar os dados coletados, além de descrever os procedimentos econométricos adotados, mostrando e discutindo os resultados obtidos

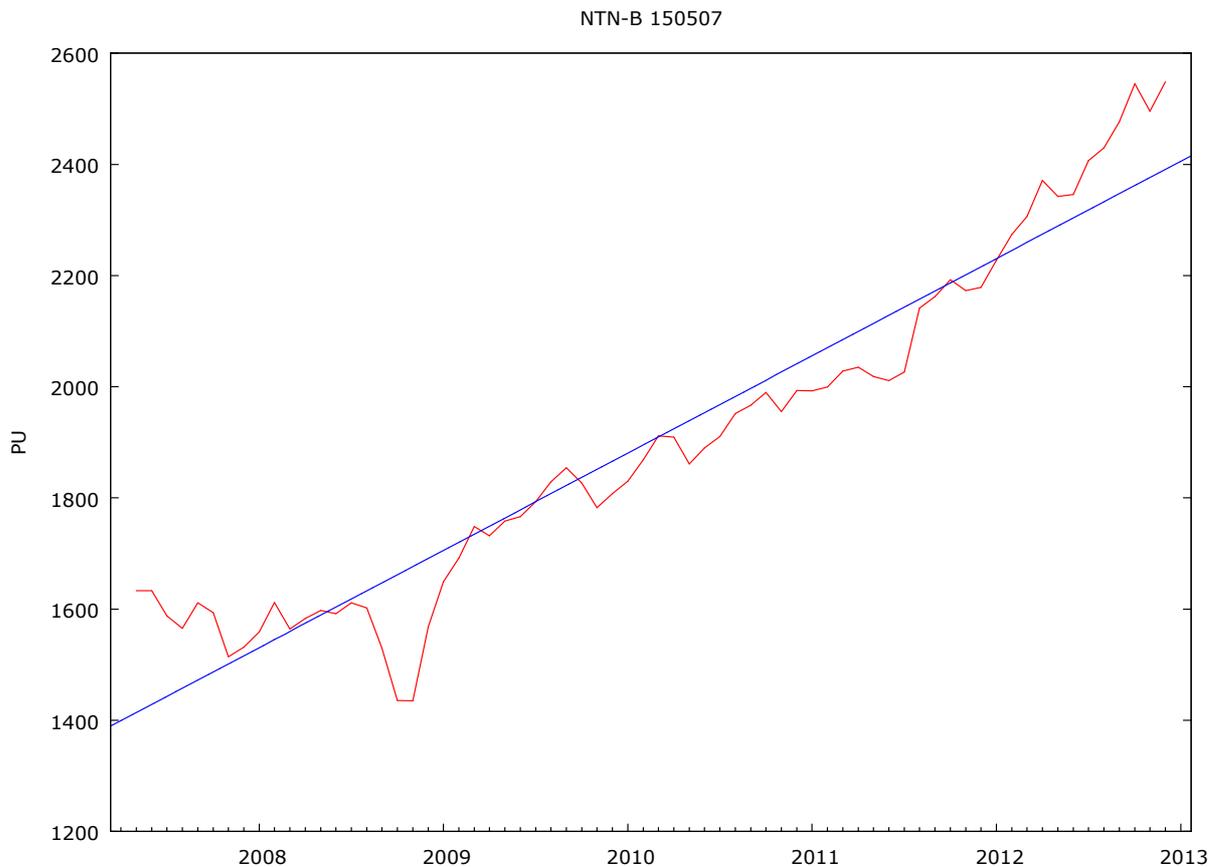
4.1 DADOS

As amostras consistem em dados mensais dos preços unitários base (PU) do último dia útil de cada mês das Notas do Tesouro Nacional série B e série B Principal. Tais preços foram coletados do site do Tesouro Nacional no período de março de 2013 em formato de arquivo MS-Excel ®. Foram utilizadas apenas as NTN-B das séries 150509, 150810, 150511, 150812, 150513, 150515, 150517, 150824, 150535, 150545, Principal 150824 e Principal 150515, uma vez que apenas estas dispunham de pelo menos 50 observações até o fim do período de coleta.

No caso das NTN-B cujo vencimento foi anterior ao período de coleta, foram utilizados os preços unitários do último dia útil do mês de lançamento até o último dia útil do mês anterior ao vencimento, uma vez que todas as NTN-B vencem no dia 15 de cada mês. Para os ativos que ainda não venceram foram utilizados os preços unitários do último dia útil do mês de lançamento até a data 28/12/2012, que é o último dia útil do ano de 2012.

Os dados foram, então, importados para o pacote econométrico GRETL versão 1.9.10 e, por meio deste, foi realizada a análise dos mesmos. Abaixo, observa-se o gráfico da NTN-B 150517. Os demais gráficos referente aos outros ativos estudados nesse trabalho estão na seção de anexo.

Gráfico 1 - Preços unitários da NTN-B 150517



Fonte: Gráfico produzido pelo próprio autor

O desempenho dos preços unitários das Notas do Tesouro Nacional série B tem sido muito semelhante entre elas, mesmo que sejam ativos diferentes com diferentes prazos e fluxos de caixa. Os preços das NTN-B tem assumido um comportamento com tendência altista ao longo dos períodos analisados, como mostra o gráfico dos preços da NTN-B 150517. Claro que algumas séries de preços, em seus gráficos, apresentam uma maior variabilidade, ou então curvas mais suaves, mas de maneira geral, o formato da curva das NTN-B tem-se mostrado muito similar. No anexo do trabalho, constam os demais gráficos das séries de preços das demais NTN-B.

Tabela 2 - Estatísticas descritivas das NTN-B

Título	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	C.V.	Observações
NTN-B 150509	1512,6	1477,9	1158,7	1868,1	194,6	0,1287	68
NTN-B 150810	1691,5	1675,0	1371,3	1976,2	180,1	0,1065	55
NTN-B 150511	1740,7	1671,3	1323,0	2102,9	207,7	0,1193	63
NTN-B 150812	1873,5	1880,2	1569,2	2220,8	206,8	0,1104	63
NTN-B 150513	1941,8	1928,5	1559,3	2312,5	227,2	0,1170	60
NTN-B 150515	1660,5	1611,0	1045,7	2450,1	379,4	0,2285	111
NTN-B 150517	1902,5	1865,0	1435,2	2548,3	301,5	0,1585	68
NTN-B 150824	1635,3	1589,0	924,7	2770,9	456,3	0,2791	111
NTN-B 150535	1824,6	1728,3	1101,7	2898,1	431,2	0,2363	81
NTN-B 150545	1695,2	1612,6	991,3	2995,6	507,5	0,2994	99
NTN-B P 150824	730,4	642,6	307,5	1451,0	293,2	0,4014	89
NTN-B P 150515	1252,0	1180,7	680,7	2123,0	408,6	0,3264	89

Fonte: Produzida pelo próprio autor

Na tabela acima, é possível visualizar algumas das estatísticas descritivas de cada uma das amostras dos títulos analisados no presente trabalho. São elas: média, mediana, mínimo, máximo, desvio padrão, coeficiente de variabilidade, observações.

4.2 ANÁLISE ECONOMETRICA

4.2.1 Metodologia e Especificações

Iniciou-se a investigação do processo gerador dos dados por meio do emprego dos testes de raiz unitária ADF e KPSS seguindo a metodologia de Hendry, a fim de se checar a estacionariedade das séries. De acordo com a teoria da redução de Hendry, a metodologia utilizada durante todos os testes de raiz unitária

foi com uma ordem de defasagem de 10 lags, com a intenção de se obter resultados mais precisos e parcimoniosos.

Primeiramente, as séries de preços unitários das NTN-B foram testadas a nível tanto pelos testes ADF e KPSS para verificar a presença de raiz unitária em seus respectivos polinômios característicos. Após verificar a estacionariedade das séries, elas foram testadas novamente a nível, mas agora incluindo uma tendência na realização dos testes. Isso permitiu verificar se as séries estocásticas giravam em torno de uma tendência determinística. Posteriormente, algumas das séries foram diferenciadas somente uma vez para torná-las estacionárias. Logo após realizar a diferenciação, os testes ADF e KPSS foram aplicados novamente a fim de confirmar a estacionariedade das séries na primeira diferença. Este trabalho utilizou somente a primeira diferença das séries para buscar seu objetivo na análise econométrica, construindo um modelo de previsão de preços para as NTN-B.

Todos os testes de raízes unitárias foram realizados utilizando-se um nível de significância de 5%. Esse nível foi escolhido justamente porque é a prática mais usual nos trabalhos que envolvem análises econométricas. Outro aspecto importante refere-se sobre as divergências de resultados obtidas entre ambos os testes ADF e KPSS. Neste caso, sempre prevaleceu o resultado do teste KPSS sobre o ADF, pois ele é mais preciso, uma vez que este testa a variância de passeio aleatório das séries temporais.

As séries temporais que apresentaram tendência determinística não foram diferenciadas. Então, foi realizado o procedimento de retirada da tendência para encontrar os respectivos modelos econométricos destas séries. Após este procedimento, os modelos foram validados através da análise dos correlogramas e do teste de autocorrelação dos resíduos Ljung-Box.

Uma vez confirmada as condições de estacionariedade das séries temporais na primeira diferença, aplicou-se a metodologia de Box-Jenkins para descobrir o comportamento característico de cada série. Primeiramente, foram analisados os respectivos correlogramas das séries na primeira diferença, verificando o comportamento das funções de correlação e autocorrelação das séries. Desse modo, verificou-se em quais defasagens das respectivas FAC e FACP apresentavam estatísticas significativas, isto é, em quais lags os erros ou regressores defasados eram correlacionados com a diferença de preços (variável dependente).

Depois de verificar os correlogramas das séries de preços na primeira diferença, foram descartadas qualquer possibilidade de modelagem econométrica nas séries que apresentaram um comportamento de ruído branco, uma vez que este é um processo puramente aleatório e impossível de se executar previsões. Uma vez encontrados as defasagens significativos para as demais séries, elas foram sendo ajustadas até serem encontrados os melhores modelos de acordo com os critérios de informação. Foram escolhidos os modelos que apresentaram os menores e melhores números segundo os critérios de Schwarz, Akaike e Hannan-Quinn. Nos casos em que os critérios de informação ficaram muito parecidos, prevaleceu aquele que apresentou o menor valor no critério de Schwarz, justamente por este ser consistente e parcimonioso.

Uma vez escolhido o melhor modelo para as séries de preços na primeira diferença, foram verificadas as respectivas funções de correlação e autocorrelação dos resíduos através de seus correlogramas a fim de confirmar a validade dos modelos. O objetivo principal dessa análise foi verificar se os resíduos do modelo eram ruído branco, ou seja, se os erros defasados possuem correlação com a variável dependente. Não obtendo essa correlação, foi possível validar os modelos encontrados de previsão econométrica. Outro método usado para analisar as FAC e FACP dos resíduos foi através do teste de Ljung-Box. Esse teste também confirmou se os resíduos estavam correlacionados com a variável dependente e, conseqüentemente, a validade dos modelos.

Os modelos ARMA e ARIMA, neste trabalho, foram denotados da seguinte maneira: ARIMA [p(x);d;q(y)], onde p e q representam a ordem do processo AR e MA e x e y representam em qual defasagem está o regressor e o erro. Já o d, está representando o número de vezes em que a série foi diferenciada. Por exemplo, um ARIMA [2(2,4);1;1(2)] representa o seguinte modelo: $Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-2} + \beta_2 Y_{t-4} + \mu_{t-2}$, onde a série foi diferenciada apenas uma vez.

4.2.2 Testes

Teste ADF a nível para as séries de preços das Notas do Tesouro Nacional Série B.

Tabela 3 - Teste ADF a nível com constante

Ativo	a-1	Tau	p-valor
NTN-B 150509	0,0119	0,8850	0,9954
NTN-B 150810	-0,0312	-1,7481	0,4069
NTN-B 150511	-0,0022	-0,1305	0,9444
NTN-B 150812	-0,0091	-0,4683	0,8949
NTN-B 150513	-0,0127	-0,6806	0,8498
NTN-B 150515	0,0160	1,4321	0,9992
NTN-B 150517	0,0478	1,8673	0,9992
NTN-B 150824	0,0190	1,7901	0,9992
NTN-B 150535	0,0172	0,9981	0,9963
NTN-B 150545	0,0308	2,0003	0,9999
NTN-B P 150824	0,0287	2,3915	1,0000
NTN-B P 150515	0,0202	2,1404	0,9999

Fonte: elaborada pelo próprio autor

Teste KPSS a nível para as séries de preços das Notas do Tesouro Nacional Série B.

Tabela 4 - Teste KPSS a nível com constante

Ativo	5%	Est. Teste
NTN-B 150509	0,4680	0,7357
NTN-B 150810	0,4700	0,6089
NTN-B 150511	0,4680	0,6891
NTN-B 150812	0,4690	0,6481
NTN-B 150513	0,4650	1,1008
NTN-B 150515	0,468	0,7015
NTN-B 150517	0,4650	1,0886
NTN-B 150824	0,4650	1,0886
NTN-B 150535	0,4670	0,8112
NTN-B 150545	0,4660	0,9609
NTN-B P 150824	0,4660	0,8917
NTN-B P 150515	0,4660	0,8995

Fonte: elaborada pelo próprio autor

Teste ADF a nível para as séries de preços das Notas do Tesouro Nacional Série B, incluindo uma tendência.

Tabela 5 - Teste ADF a nível com constante e tendência

Ativo	a-1	Tau	p-valor
NTN-B 150509	-0,2026	-2,3549	0,4035
NTN-B 150810	-0,4826	-3,9793	0,0093
NTN-B 150511	-0,3835	-4,3838	0,0023
NTN-B 150812	-0,4006	-3,2522	0,0744
NTN-B 150513	-0,5893	-4,2397	0,0038
NTN-B 150515	-0,1326	-2,2039	0,4868
NTN-B 150517	-0,1845	-1,7399	0,7335
NTN-B 150824	-0,0312	-0,7663	0,9649
NTN-B 150535	-0,0606	-1,2248	0,8983
NTN-B 150545	-0,0730	-0,9106	0,9534
NTN-B P 150824	0,0269	0,5766	0,9995
NTN-B P 150515	-0,0488	-1,3301	0,8803

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Teste KPSS a nível para as séries de preços das Notas do tesouro Nacional Série B, incluindo uma tendência.

Tabela 6 - Teste KPSS a nível com constante e tendência

Ativo	5%	Est. Teste
NTN-B 150509	0,148	0,2087
NTN-B 150810	0,149	0,0911
NTN-B 150511	0,149	0,0801
NTN-B 150812	0,149	0,1202
NTN-B 150513	0,149	0,0556
NTN-B 150515	0,148	0,3114
NTN-B 150517	0,149	0,2761
NTN-B 150824	0,148	0,2996
NTN-B 150535	0,148	0,3347
NTN-B 150545	0,148	0,3308
NTN-B P 150824	0,148	0,3930
NTN-B P 150515	0,148	0,4488

Fonte: elaborada pelo próprio autor

Testes de Ljung-Box para os modelos das NTN-B 150810, 150511 e 150513

Tabela 7 - Teste Ljung-Box para os modelos encontrados

Série	Modelo Estimado	Q	p-valor
NTN-B 150810	ARMA = [1(1);2(1,6)]	11,5102	0,2423
NTN-B 150511	ARMA = [2(1,2);1(6)]	12,4936	0,1869
NTN-B 150513	ARMA = [1(1);3(1,6,12)]	10,6521	0,2222

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Teste ADF na primeira diferença para as séries de preços das Notas do Tesouro Nacional Série B.

Tabela 8- teste ADF com constante na primeira diferença

Ativo	a-1	Tau	p-valor
NTN-B 150509	-1,3712	-3,3213	0,0140
NTN-B 150812	-1,0843	-2,7845	0,0605
NTN-B 150515	-1,4114	-4,0962	0,0010
NTN-B 150517	-1,1732	-2,7137	0,0716
NTN-B 150824	-0,9370	-9,6752	1,41E-13
NTN-B 150535	-0,9921	-9,2195	4,44E-07
NTN-B 150545	-0,7522	-2,1666	0,2188
NTN-B P 150824	-1,0004	-9,1946	8,02E-08
NTN-B P 150515	-0,7940	-7,4702	3,55E-08

Fonte: elaborada pelo próprio autor

Teste KPSS na primeira diferença para as séries de preços das Notas do Tesouro Nacional série B.

Tabela 9 - Teste KPSS com constante na primeira diferença

Ativo	5%	Est. Teste
NTN-B 150509	0,468	0,0553
NTN-B 150812	0,469	0,1729
NTN-B 150515	0,469	0,1208
NTN-B 150517	0,468	0,3724
NTN-B 150824	0,466	0,3509
NTN-B 150535	0,467	0,3231
NTN-B 150545	0,466	0,3846
NTN-B P 150824	0,466	0,4174
NTN-B P 150515	0,466	0,3761

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Testes Ljung-Boxs para os modelos ARIMA.

Tabela 10 - Teste Ljung-Box para os resíduos dos modelos estimados na primeira diferença

Série	Modelo Estimado	Q	p-valor
Primeira Diferença NTN-B 150509	Modelo ARI = [2(6,18);1]	8,2451	0,6049
Primeira Diferença NTN-B 150812	Modelo ARI = [1(6,12),1]	4,9521	0,8944
Primeira Diferença NTN-B 150515	Modelo ARIMA = [1(3,6);1]	9,7592	0,5619

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

4.2.3 Resultados

Os testes ADF e KPSS com constante, apresentados nas tabelas 3 e 4 respectivamente, apontaram que todas as séries de preços das NTN-B possuem raiz unitária. Os resultados do teste ADF confirmaram que os valores-p de todas as séries são superiores a 5%, aceitando-se a hipótese nula de que há presença de raiz unitária e as séries não são estacionárias. Já o teste KPSS com constante demonstrou que os valores das estatísticas testes das séries são maiores do que os valores críticos ao nível de significância de 5%. Logo, rejeitou-se a hipótese nula que diz que não há presença de raiz unitária, chegando-se à mesma conclusão do teste ADF.

Já os testes ADF e KPSS com constante e tendência, como mostram as tabelas 5 e 6, evidenciaram que as séries de preços das NTN-B 150810, 150511 e 150513 possuem tendência determinística, isto é, são processos estocásticos que giram sempre em torno da mesma tendência. Essa conclusão foi confirmada no teste ADF com constante e tendência ao ver que as séries apresentaram valores-p abaixo de 5%, rejeitando há hipótese nula de raiz unitária. No teste KPSS com constante e tendência, essas NTN-B mostraram os valores de suas estatísticas testes menores do que os valores críticos ao nível de significância de 5%, confirmando a ausência de raiz unitária e apresentando tendência determinística.

Para as demais NTN-B, todos os resultados dos testes ADF e KPSS com constante e tendência confirmaram que elas não giram em torno de uma mesma tendência, ou seja, não possuem tendência determinística. Os testes ADF com constante e tendência mostraram valores-p superiores ao nível de 5%, aceitando-se a hipótese nula de que há raiz unitária nas séries. Já no teste KPSS com constante e tendência mostrou que os valores das estatísticas testes foram superiores aos

valores críticos, fazendo com que a hipótese alternativa de presença de raiz unitária fosse aceita.

Para aplicar a metodologia de Box-Jenkins nas séries temporais de preços das NTN-B 150810, 150511 e 150513, foi necessário remover a tendência das séries uma vez que estas apresentaram tendência determinística. Isso quer dizer que não foi necessário diferenciar estas séries. Para remover a tendência destas séries, foram estimados os preços das NTN-B contra o tempo e armazenados os resíduos. Essa estimação, primeiramente, se deu pelo método dos mínimos quadrados ordinários para encontrar os resíduos estimados. Após se obter os resíduos estimados, foram estimados os modelos ARMA para essas séries temporais, escolhendo-se aqueles que apresentaram os melhores critérios de informação. Depois desta série de procedimentos, chegou-se aos modelos que estão logo abaixo. A partir desses modelos encontrados, pode-se realizar a previsão de preços a qualquer passo a frente.

Tabela 11 - Modelos encontrados após remoção da tendência determinística para NTN-B 150810 e 150511

NTN-B 150810					NTN-B 150511				
	coeficiente	erro padrão	z	p-valor		coeficiente	erro padrão	z	p-valor
const	-184,4920	130,0030	-1,4191	0,1559	const	-249,7170	136,2920	-1,8322	0,0669
phi 1	0,6866	0,1134	6,0538	0,0000	phi 1	1,0003	0,1254	7,9777	0,0000
theta 1	0,3149	0,1631	1,9305	0,0536	phi 2	-0,2515	0,1257	-2,0009	0,0454
theta 6	0,4976	0,1116	4,4608	0,0000	theta 6	0,4372	0,1059	4,1276	0,0000
time	10,8962	0,7517	14,4957	0,0000	time	11,1957	0,7606	14,7203	0,0000
Modelo ARMA = [1(1);2(1,6)]					Modelo ARMA = [2(1,2);1(6)]				
BIC	505,316				BIC	599,798			
AIC	493,272				AIC	586,939			
HQ	497,9295				HQ	591,996			

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

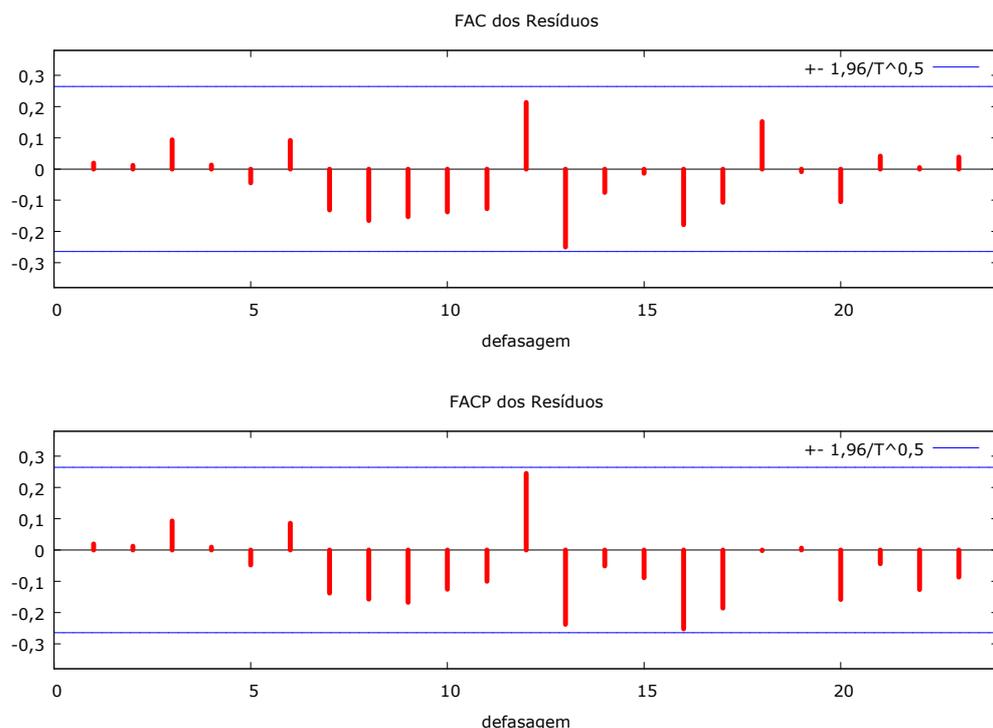
Tabela 12 - Modelo encontrado após remoção da tendência para NTN-B 150513

NTN-B 150513				
	coeficiente	erro padrão	z	p-valor
const	-513,3970	194,3210	-2,6420	0,0082
phi 1	0,6870	0,1064	6,4591	0,0000
theta 1	0,3349	0,1244	2,6927	0,0071
theta 6	0,4482	0,1184	3,7860	0,0002
theta 12	0,4999	0,2380	2,1003	0,0357
time	12,3677	0,9736	12,7035	0,0000
Modelo ARMA = [1(1);3(1,6,12)]				
BIC	581,619			
AIC	566,958			
HQ	572,693			

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Através da análise dos correlogramas, pode-se ver que os resíduos destes modelos não apresentaram autocorrelação. Não há nenhum lag estatisticamente significativo acima do nível de significância. Isso confirma que os resíduos são ruído branco, validando os modelos encontrados. Abaixo segue o correlograma dos resíduos do modelo ARMA da NTN-B 150810. Os demais seguem na seção dos anexos.

Figura 6 - FAC e FACP dos resíduos do modelo ARMA da NTN-B 150810

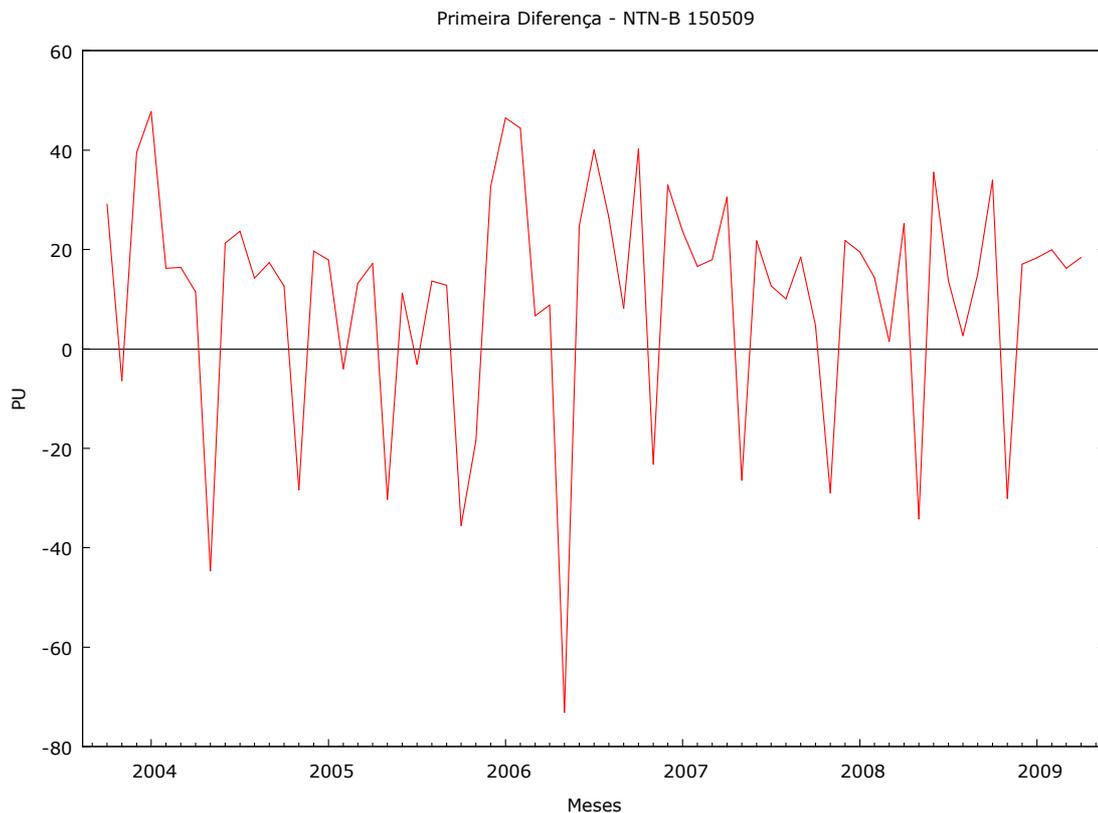


Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Os testes de Ljung-Box da tabela 7 também validaram os modelos ARMA para as NTN-B 150810, 150511 e 150513. Os resultados desses testes confirmam a hipótese nula de que não há autocorrelação nos resíduos dos modelos ARMA encontrados, mostrando valores-p maiores que 5% de significância.

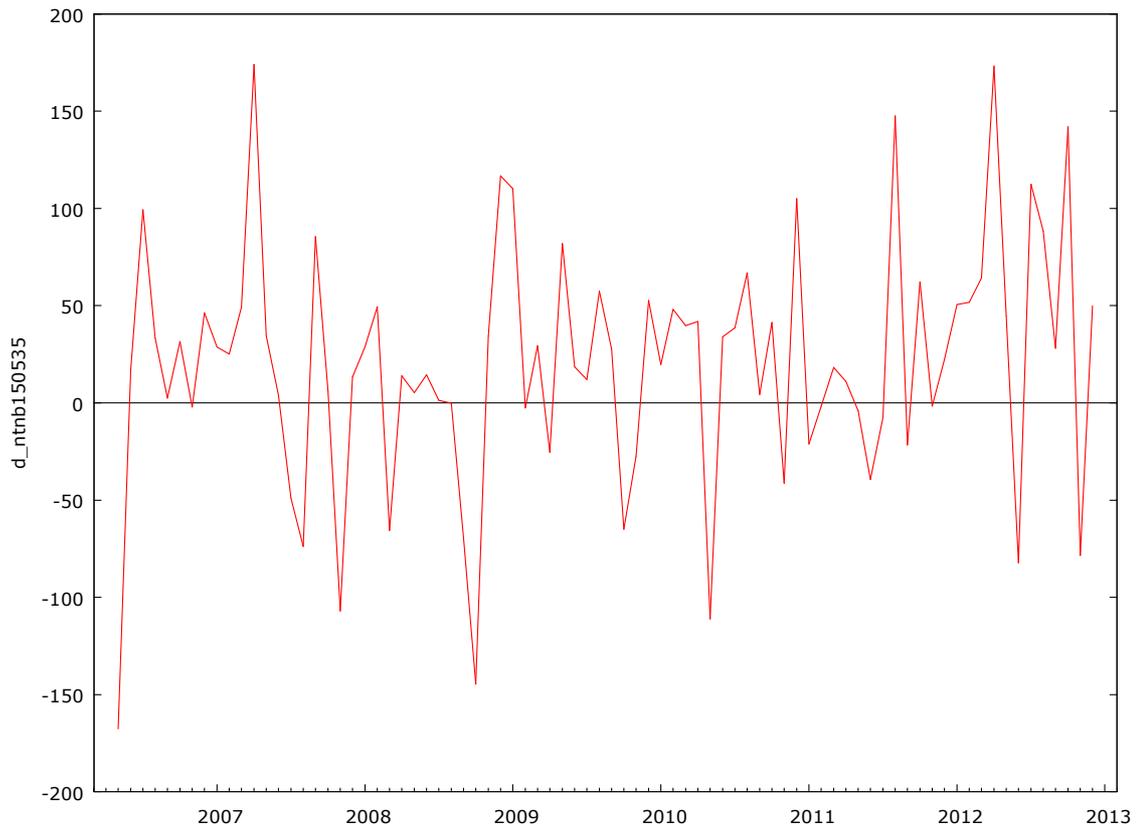
Para aplicar a metodologia Box-Jenkins nas demais séries, foi preciso diferenciar as séries apenas uma vez para torná-las todas estacionárias. Na primeira diferença, os gráficos das séries temporais de preços comportam-se como mostram os gráficos a seguir. Esse movimento é semelhante entre todas as séries diferenciadas das NTN-B.

Gráfico 2 - Primeira diferença da série NTN-B 150509



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Gráfico 3 - Primeira diferença da série NTN-B 150535



Fonte: elaborada pelo próprio autor

Ao visualizar a tabela 8, nota-se que o teste ADF mostrou que somente a NTN-B 150545 na primeira diferença apresentou raiz unitária na série, com seu *valore-p* maior que 5%, aceitando-se a hipótese nula de que há raiz unitária. Porém, o teste KPSS apresentado na tabela 9, comprovou que a série da NTN-B 150545 na primeira diferença não possui raiz unitária, aceitando-se a hipótese nula do teste e concluindo que ela é estacionária. Por utilizar a variância de passeio aleatório, o teste KPSS é mais preciso do que o teste ADF. Portanto, no presente trabalho, prevaleceu o resultado do teste KPSS na investigação de raiz unitária nas séries temporais. Assim, confirmou-se que a série na primeira diferença da NTN-B 150545 é estacionária.

Para as demais séries de preços na primeira diferença, os testes ADF e KPSS não confirmaram a presença de raiz unitária. Desse modo, concluiu-se que as séries das NTN-B 150509, 150812, 150513, 150515, 150517, 150824, 150535, Principal 150824 e Principal 150515 são todas estacionárias na primeira diferença.

Uma vez confirmada a estacionariedade das séries na primeira diferença, aplicou-se a metodologia de Box-Jenkins para encontrar qual é o melhor modelo

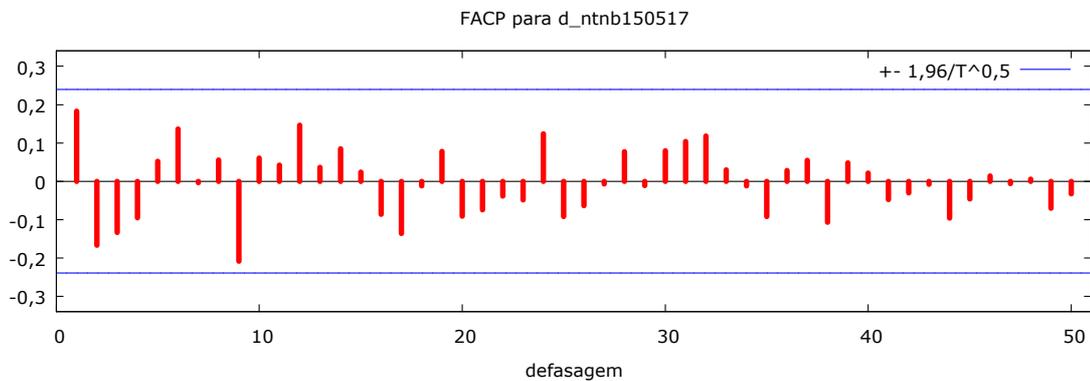
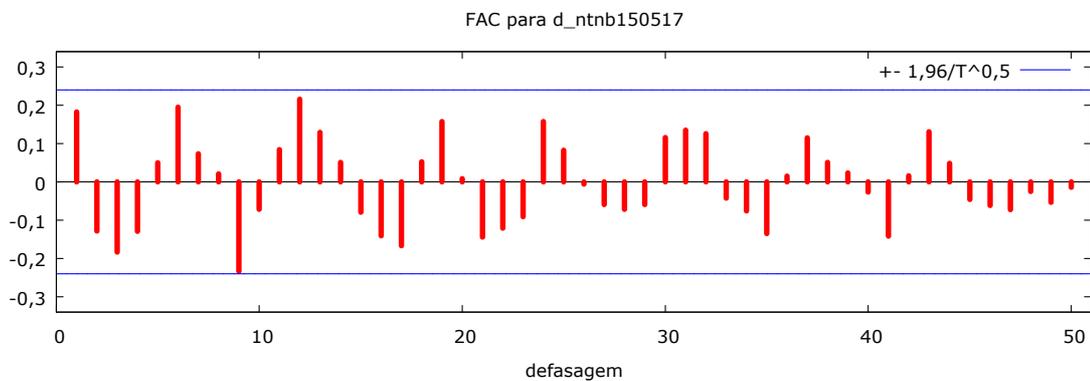
econométrico para cada série. O primeiro passo foi visualizar o correlograma de cada série. Ao visualizar o correlograma das séries na primeira diferença das NTN-B 150517, 150824, 150535, 150545, Principal 150824 e Principal 150515, todas demonstraram o mesmo comportamento como seguem as figuras a seguir.

Tabela 13 - Função de autocorrelação da NTN-B 150517 na primeira diferença

Defas	FAC	FACP	Estat. Q	[p-valor]
1	0,1827	0,1827	2,3379	[0,126]
2	-0,1278	-0,1667	3,4994	[0,174]
3	-0,1828	-0,1331	5,9134	[0,116]
4	-0,1291	-0,0948	7,136	[0,129]
5	0,0499	0,0523	7,3213	[0,198]
6	0,1945	0,1361	10,1883	[0,117]
7	0,073	-0,0038	10,5994	[0,157]
8	0,0207	0,056	10,633	[0,223]
9	-0,2335 *	-0,2085 *	14,977	[0,092]
10	-0,0717	0,0605	15,3943	[0,118]
11	0,0838	0,0425	15,974	[0,142]
12	0,2153 *	0,1465	19,8697	[0,070]

Fonte: elaborada pelo próprio autor

Gráfico 4 - Correlograma da FAC e FACP da NTN-B 150517 na primeira diferença



Fonte: elaborada pelo próprio autor

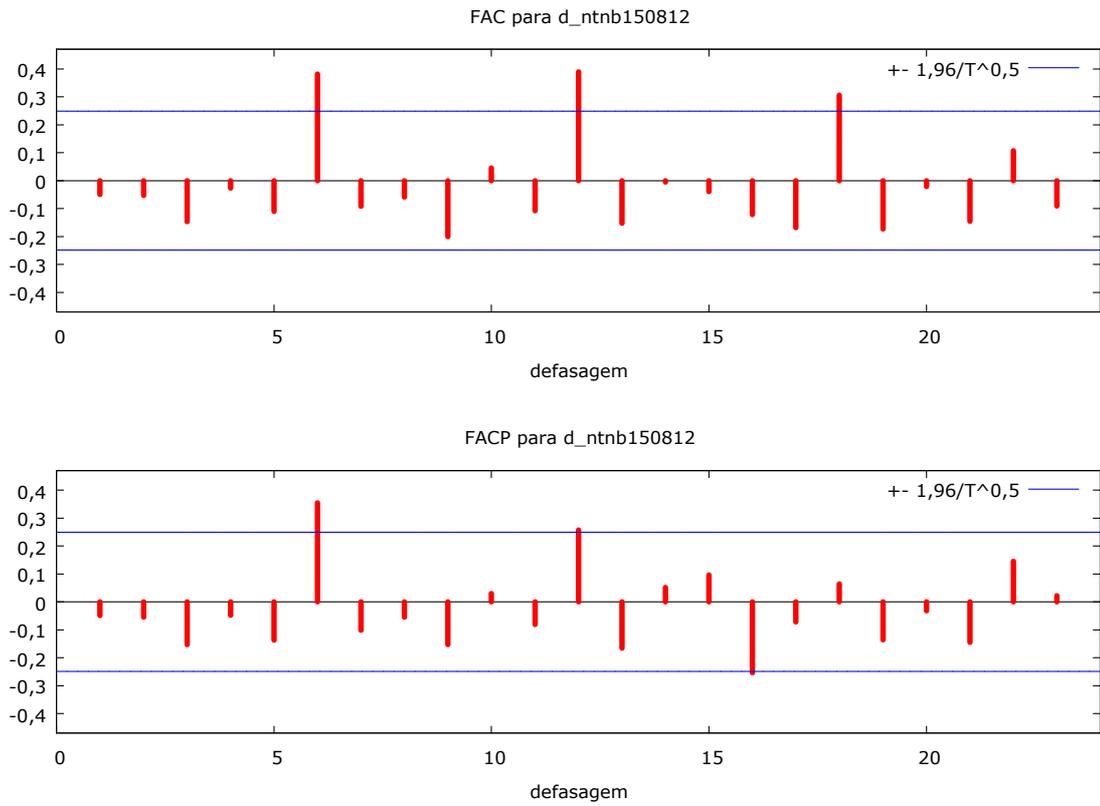
A tabela 13 e a Gráfico 4 confirmaram que todas essas séries na primeira diferença são ruído branco, ou seja, são estacionárias e possuem médias e variâncias constantes ao longo do tempo. Como mostra o correlograma acima, todas as autocorrelações e autocorrelações parciais demonstraram não ser estatisticamente significativas por não ultrapassarem o nível da região crítica. Sendo assim, é fica impossível construir um modelo ARMA para previsão de preços em relação a essas séries temporais.

Já as séries NTN-B 150509, 150812, e 150515 na primeira diferença apresentaram funções de autocorrelação e autocorrelação parcial com estatísticas significativas em alguns de seus lags, isto é, ultrapassando a linha da região crítica no correlograma. O curioso é que todas essas séries exibiram funções de correlação e autocorrelação bem semelhantes. Assim, já foi descartada em primeira mão, a possibilidade dessas séries manifestarem um comportamento puramente aleatório como nas séries analisadas anteriormente.

As séries das NTN-B 150509 e 150812 apresentaram, na função de autocorrelação, estatísticas significativas a cada 6 lags (6 meses) sempre a partir do sexto lag. Então, em suas respectivas funções de autocorrelação mostraram, normalmente, significâncias nas diferenças 6, 12, 18. Essa situação deve estar intimamente ligada ao fato dessas NTN-B pagarem cupons semestrais, pois cada vez que os cupons são pagos, os preços dos ativos caem acentuadamente até recuperarem seus níveis normais. Essa oscilação mais aguda de preços deve interferir, de acordo com correlograma, na formação dos preços futuros havendo correlação entre os períodos. As funções de autocorrelação parcial das primeiras diferenças das demais séries exibiram estatísticas significativas apenas no sexto lag. As NTN-B 150810 e 150511 apresentaram em suas FAC também estatísticas significantes no lag 7.

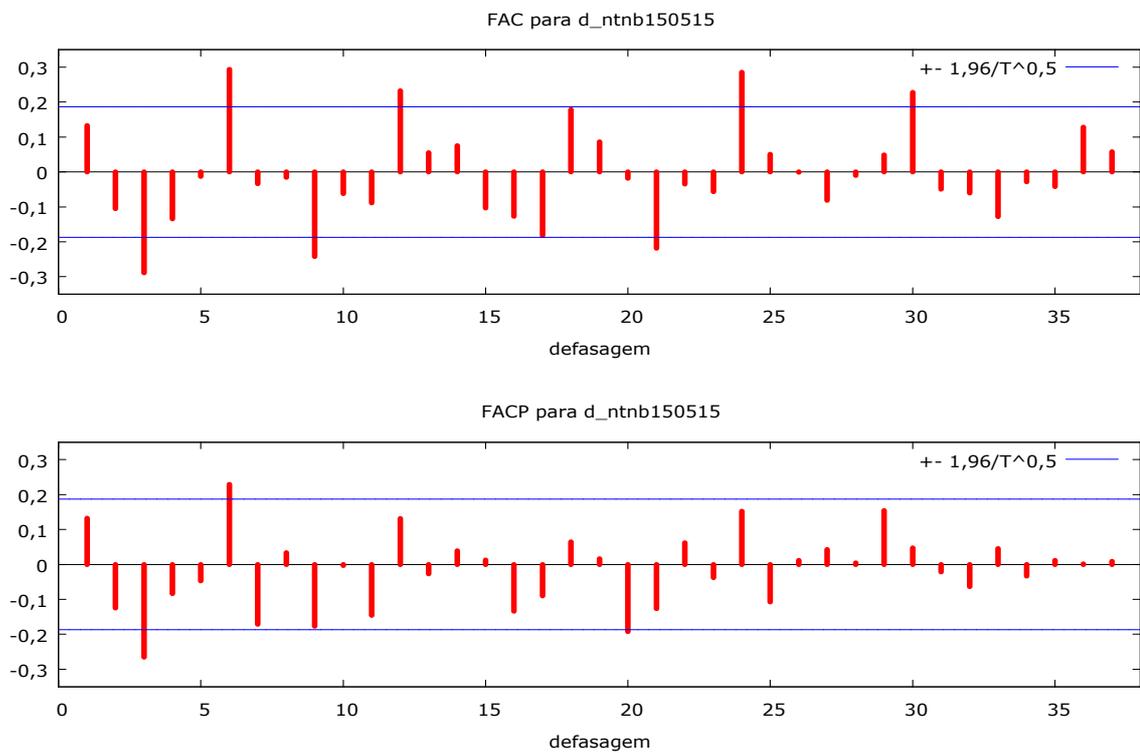
A série diferenciada da NTN-B 150515 foi a única que apresentou um comportamento diferente das demais. Em sua função de autocorrelação, suas estatísticas significantes ocorreram também nos lags 3 e 9, além dos lags 6, 12, 18, 24 e 30. Já na sua função de autocorrelação parcial, a série mostrou somente estatísticas testes significativas nos lags 3 e 9. As figuras abaixo mostram os correlogramas das séries diferenciadas das NTN-Bs 150512 e 150515.

Gráfico 5 - FAC e FACP da NTN-B 150512 na primeira diferença



Fonte: elaborada pelo próprio autor

Gráfico 6 - FAC e FACP da NTN-B 150515 na primeira diferença



Fonte: elaborada pelo próprio autor

Uma vez verificado o comportamento das séries na primeira diferença através de seus correlogramas, chegou-se aos melhores modelos ARIMA de acordo com os critérios de Schwarz, Akaike e Hannan-Quinn. Os modelos escolhidos apresentaram os resíduos limpos e sem nenhuma correlação com a variável dependente, isto é, como ruído branco. Os resíduos dos modelos foram facilmente verificados através de seus respectivos correlogramas dos resíduos. A tabela a seguir mostra os melhores modelos encontrados para as séries. São eles: ARI [2(6,18);1] para NTN-B 150509, ARI [1(6,12),1] para NTN-B 150812 e ARI = [1(3,6);1] para NTN-B 150515.

Tabela 14 - Modelos ARIMA para primeira diferença das NTN-B 150509 e 150812

Primeira Diferença NTN-B 150509					Primeira Diferença NTN-B 150812				
	coeficiente	erro padrão	z	p-valor		coeficiente	erro padrão	z	p-valor
const	11,8928	6,3254	1,88	0,06	const	7,2014	6,3461	1,135	0,257
phi 6	0,4799	0,0994	4,828	1,40E-06	phi 6	0,2791	0,1219	2,29	2,20E-02
phi18	0,2988	0,109	2,742	0,01	phi 18	0,3124	0,125	2,499	0,012
Modelo ARI = [2(6,18);1]					Modelo ARI = [1(6,12),1]				
BIC	588,622				BIC	590,035			
AIC	579,803				AIC	581,526			
HQ	583,293				HQ	584,867			

Fonte: elaborada pelo próprio autor

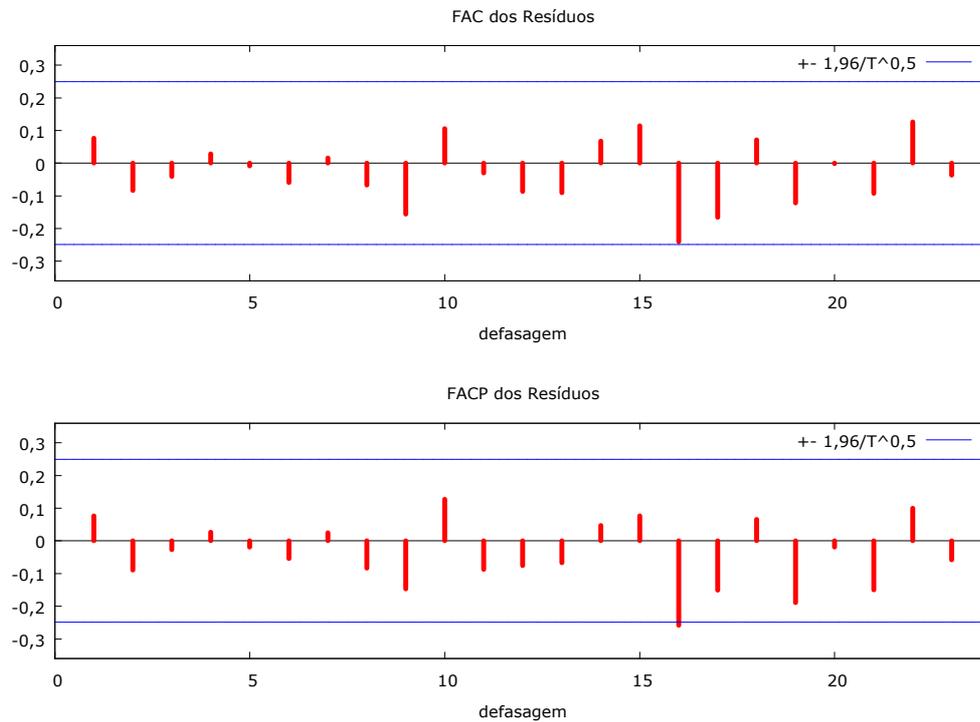
Tabela 15 - Modelos ARIMA para primeira diferença da NTN-B 150515

Primeira Diferença NTN-B 150515				
	coeficiente	erro padrão	z	p-valor
const	12,8131	3,2531	3,939	8,20E-05
phi 3	-0,2233	0,0943	-2,368	1,80E-02
phi 6	0,2288	0,0942	2,43	1,50E-02
Modelo ARI = [1(3,6);1]				
BIC	1108,044			
AIC	1097,242			
HQ	1101,624			

Fonte: elaborada pelo próprio autor

O gráfico abaixo mostra o correlograma dos resíduos do modelo ARI [1(6,12),1] da NTN-B 150812. Os demais correlogramas dos resíduos das demais séries, apresentaram o mesmo comportamento do gráfico citado.

Gráfico 7 - Correlograma dos resíduos dos modelos ARI [1(6,12);1] da NTN-B 150812



Fonte: elaborada pelo próprio autor

Os modelos ARIMA das séries das NTN-B também são validados pelo teste de Ljung-Box, como mostra na tabela 9. Os altos valores-p da tabela confirmam a hipótese nula de que não há autocorrelação nos resíduos dos modelos ARIMA encontrados. Tanto os correlogramas dos resíduos quanto o teste de Ljung-Box confirmam a validade nos modelos encontrados, confirmando que os resíduos são ruído branco. Portanto, com estes modelos encontrados, pode-se realizar a previsão futura de preços.

Quanto maior for o horizonte de tempo escolhido para fazer a previsão, maior será a variância das estimativas e mais difícil se torna a precisão da previsão. Para realizar qualquer previsão a nível para as séries que foram diferenciadas, deve-se primeiro estimar a previsão desejada na primeira diferença. Depois de concluir a previsão, o próximo passo será de integrar a previsão estimada na primeira diferença das séries, justamente porque quando os modelos foram ajustados, teve-se que diferenciar as séries uma vez para torná-las estacionárias.

4.2.4 Discussão

Ao analisar a evolução das séries temporais de preços das NTN-B, foi possível ver que todas elas possuem um crescimento acentuado ao longo dos períodos analisados, principalmente no final das séries. Isso é mais visível principalmente nas NTN-B mais longas e que ainda não venceram. Isso mostra que esse ativo está ficando mais atrativo aos olhos do mercado.

Pela equação de Fisher, explica-se esse aumento dos preços correntes das NTN-B através de uma queda na taxa de desconto intertemporal desses ativos. Em outras palavras, pode-se dizer que o mercado está preferindo comprar esse ativo no presente porque ele resultará em um maior retorno em relação aos demais ativos de renda fixa. Ainda nessa mesma linha, através do aumento dos preços correntes das séries das NTN-B, infere-se que a curva da estrutura a termo da taxa de juros desse ativo é decrescente. Isso acontece justamente porque o mercado está exigindo uma taxa de juros cada vez menor para abrir mão do consumo deste ativo. O mercado espera que a NTN-B dará um maior aumento de renda futuro e um maior aumento no consumo de bens no futuro.

Isso se deve ao fato de que os agentes de mercado, através das expectativas dos agentes, esta antecipando uma elevação dos níveis de preço na economia. Como as NTN-B são indexadas ao IPCA, o mercado está esperando garantir um ganho real, fazendo com que os agentes de mercado consigam proteger seu capital contra a elevação geral dos níveis de preço. Ao analisar as equações de *PREÇO* e *COTAÇÃO* das NTN-B, tem se percebido que os valores das taxas prefixadas na hora da compra têm caído ao longo dos últimos anos, comprovando o funcionamento da equação de Fisher, uma vez que a remuneração exigida para não adquirir esse ativo está em declínio.

O aumento dos preços unitários tem se dado pelo crescimento do VNA e do VNA projetado. Como as NTN-B são títulos de renda fixa e estão correlacionadas com a Selic, as taxas exigidas na hora da compra tem entrado em declínio. Quanto maior for a inflação e as expectativas de inflação, menor será a taxa prefixada. Isso sugere que em ambiente hiperinflacionário essas taxas podem se tornar até negativas, fazendo com que os ganhos reais sejam nulos.

Seguindo ainda as teorias de Fisher, em um cenário inflacionário as taxas de juros reais caem devido ao aumento de preços descontado sobre as taxas nominais.

Portanto para garantir um retorno real em renda fixa, aconselha sempre a comprar os títulos públicos indexados a inflação. Os riscos dessa modalidade de investimento estão intimamente ligados às variações da taxa básica de juros e as variações da inflação (IPCA), excluindo-se os riscos de liquidez e crédito. Desse modo, quando as taxas de juros reais começam a declinar, os agentes de mercado antecipam-se rapidamente precificando positivamente as NTN-B. Pois para se proteger da elevação geral de preços, o mercado passar a pagar mais adquirir esse título, empurrando os preços unitários das NTN-B para cima. A situação inversa também é verdadeira quando as taxas reais de juros estão caindo. Esse cenário pode mostrar uma desaceleração geral dos níveis de preço, fazendo com que o mercado se posicione vendendo as NTN-B o mais rápido possível, empurrando seus preços unitários para baixo.

Outro fator importante que interfere na precificação desses ativos é a expectativa do mercado em relação às políticas monetárias e econômicas adotadas pelo governo, principalmente em relação à taxa Selic. Políticas econômicas que estimulem a atividade econômica, e, conseqüentemente a inflação, precificam positivamente o preço das NTN-B justamente porque os agentes de mercado antecipam a subida dos preços. O inverso também é verdadeiro, quando o governo adota políticas econômicas que desestimulem a atividade econômica para controlar a inflação, o mercado precifica negativamente esses ativos. Normalmente quando o banco central sobe a taxa básica de juros da economia, os preços das NTN-B tendem a cair e, quando acontece o contrário, os preços das NTN-B tendem a subir.

Aos realizar as análises econométricas, foi possível modelar séries das NTN-B curtas onde é exequível prever os preços unitários. Isso pode auxiliar os agentes de mercado a se posicionarem melhor no mercado financeiro em relação a esses ativos, otimizando a alocação de seus recursos. Entendendo como se comportam os preços desses ativos, um modelo de previsão de preços pode ajudar os gestores de renda fixa a alocar de forma mais eficiente seus recursos, dada as expectativas de juros e de inflação e seus respectivos apetites ao risco. Já para as NTN-B mais longas não foi possível construir um modelo no qual pudesse ser realizar algum tipo de previsão de preços.

Desse modo, o gestor de renda fixa pode ter bons referenciais de preços alvos, facilitando seu posicionamento no mercado. Conforme as expectativas da economia vão mudando, o gestor pode readequando os seus preços alvos conforme

a evolução das séries de preços. Por isso um modelo de previsão de preços para as NTN-B pode servir com uma ferramenta de gestão, auxiliando nas estratégias de alocação de ativos. Porém essa ferramenta só poderá ser utilizada mediante a compreensão de como ocorre o comportamento desses ativos, ou seja, como a teoria de apreçamento de renda fixa Fisher atua sobre esses ativos.

A partir desse ponto, talvez seja possível construir modelos que permitam realizar previsões de IPCA para períodos próximos através das variações de preços das NTN-B, uma vez que estas refletem a expectativa dos agentes de mercado em relação às variações desse índice. Se isto gerar algum tipo de regressão espúria, outros eventuais estudos poderão ser realizados, como a obtenção das correlações entre o IPCA, IPCA projetado e a variação dos preços unitários de cada NTN-B. Talvez dessa pesquisa seja possível construir novos modelos de previsões não só para os preços unitários das NTN-B. A relação das taxas prefixadas na hora da compra poderão ser analisadas consoantemente com as variações de VNA, IPCA Projetado, preços unitários e o próprio índice oficial de inflação.

5 CONCLUSÃO

No trabalho foi visto que as Notas do Tesouro Nacional série B são títulos públicos federais indexados ao IPCA, sendo um instrumento usado pelo Tesouro Nacional para financiar à sua dívida pública mobiliária federal. Nessa modalidade de renda fixa, o investidor que confia seu capital ao governo brasileiro cujo emissor é o próprio Tesouro Nacional, e obtém um ganho real através de uma taxa de juros prefixada na hora da compra mais a variação do IPCA no período. Também foi visto que as NTN-B variam conforme as expectativas dos agentes de mercado em relação ao seu indexador e as condições macroeconômicas esperadas.

Então o trabalho buscou analisar, através de recursos econométricos, como se deu o comportamento da evolução de preços das Notas do Tesouro Nacional Série B. Também foram ajustados modelos econométricos que dão condições de realizar previsões futuras de preços para este ativo. Outro elemento importante do trabalho foi, através das teorias de Fisher, quais interpretações foram tiradas a partir das séries temporais de preços das NTN-B e, como os fundamentos dessa teoria se aplicaram a essas séries. Também foi discutido como que os modelos de previsão de preços podem auxiliar na gestão de renda fixa, partindo-se do entendimento das teorias de apreçamento de Fisher.

Ao analisar as séries de preços, vimos que todas elas não são estacionárias e que possuem raiz unitária em seus polinômios característicos. Com exceção das NTN-Bs 150810, 150511 e 150513, concluímos através dos testes de raiz unitárias com tendência e constante que os ativos estudados são processos estocásticos que giram em torno de uma tendência determinística. Portanto para encontrarmos o melhor modelo de preços para esses ativos, precisamos que remover a tendência das séries sem precisar diferenciá-las. Ao se estacionarizar as demais séries de preços colocando elas na primeira diferença através da diferenciação, foi possível ver que as NTN-Bs 150517, 150824, 150535, 150545, Principal 150824 e Principal 150545 apresentaram um comportamento ruído branco, impossibilitando a construção de um modelo de previsão de preços. Porém foi possível verificar que as séries NTN-B 150509, 150812 e 150515 na primeira diferença são estacionárias, apresentando correlações significativas em suas FACs e FACPs, possibilitando o ajustamento de um modelo de previsão de preços.

Durante o trabalho, foram usados os testes ADF e KPSS para checar a presença de raiz unitária e verificar a estacionariedade das séries. Com a metodologia Box-Jenkins, foi possível construir os modelos ARIMA para as séries que na primeira diferença que não eram ruído branco. Os correlogramas auxiliaram nos diagnósticos para escolher os melhores modelos e para validar os resíduos dos modelos finais. Os melhores modelos ARMA e ARIMA foram escolhidos por aqueles que apresentaram os melhores critérios de informação: Schwarz, Akaike e Hannan-Quinn. Já o teste de Ljung-Box foi utilizado para testar os resíduos dos modelos encontrados, e, assim, validando os mesmos.

A partir das análises econométricas em relação às NTN-B, foi possível ajustar um modelo estacionário de previsão de preços que podem auxiliar os agentes de mercado a se posicionarem melhor em relação a esses ativos, possibilitando uma alocação mais eficiente dos seus recursos. Esses modelos podem servir como uma ferramenta de gestão principalmente em relação a tomadas de decisões e em que as cestas de ativos escolhidas através das teorias de decisões financeiras, bem como as análises de risco e retorno.

Conhecer como ocorrer às flutuações de preços a partir da teoria de Fisher é muito importante para compreender o comportamento desses ativos. A partir disso, foi possível entender como eles são precificados e quais as principais variáveis que afetam os preços. A compreensão do comportamento dessas séries de preços mostra o que o mercado está sinalizando e quais são as suas expectativas em relação à economia e as políticas monetárias e econômicas.

REFERENCIAS

ASSAF NETO, Alexandre. **Mercado Financeiro**. 11.ed. São Paulo : Atlas, 2012

BLANCHARD, Olivier Jean. **Macroeconomia**. 5.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011

BRASIL. Ministério da Fazenda. Tesouro Nacional. **Histórico de Preços e Taxas**. 2013. Disponível em: <<https://www.tesouro.fazenda.gov.br/pt/balanco-e-estatisticas>>. Acesso em: 12 mar. 2013.

BRASIL. Ministério da Fazenda. Tesouro Nacional. **Histórico de Preços e Taxas**. 2013. Disponível em: <<https://www.tesouro.fazenda.gov.br/pt/balanco-e-estatisticas>>. Acesso em: 12 mar. 2013.

BRASIL. Ministério da Fazenda. Tesouro Nacional. **Consulta de títulos**. 2013. Disponível em: <http://www3.tesouro.gov.br/tesouro_direto/consulta_titulos_novosite/download/Cara-cteristicas.pdf >. Acesso em: 12 mar. 2013.

BRASIL. Ministério da Fazenda. Tesouro Nacional. **Metodologia de cálculo NTN-B**. 2013. Disponível em: <http://www3.tesouro.gov.br/tesouro_direto/download/metodologia/ntnb.pdf >. Acesso em: 12 mar. 2013.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Índice de Preços ao Consumidor Amplo**. 2013. Disponível em: <<http://www.metadados.ibge.gov.br/detalhePesquisa.aspx?cod=PC>> Acesso em: 16 mar. 2013.

BRASIL, Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais. **Índices de Mercado**. 2013. Disponível em: <<http://portal.anbima.com.br/informacoes-tecnicas/indices/ima/Pages/resultados-e-carteiras.aspx>> Acesso em: 15 abr. 2013.

BRASIL, Banco Central do Brasil, **Selic - Mercado de títulos públicos**. 2013. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/?selic>> Acesso em: 15 abr. 2013.

BUENO, Rodrigo de Losso da Silveira. **Econometria de séries temporais**. São Paulo: CENGAGE Learning, 2008.

FERREIRA, Luiz Francisco Rogé. **Manual de gestão em renda fixa**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

FISHER, Irving. **A teoria do juro**: determinada pela impaciência por gastar renda e pela oportunidade de investi-la. São Paul: Abril Cultural, 1984. (Os economistas).

GIAMBIAGI, Fabio. **Finanças públicas : teoria e prática no Brasil**. 3.ed. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, 2008.

GRETl 1.9.10. **Gnu Regression, Econometrics and Time-series Library** (Cottrell, A., and Lucchetti, R. (2007) "Gretl User's Guide," URL {<http://ricardo.ecn.wfu.edu/pub//gretl/manual/en/gretl-guide.pdf>}, [Disposto online Novembro, 2012].

GUJARATI, Damodar N. **Econometria Básica**. 3.ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 2000

HOOVER, Kevin D. The Methodology of Econometrics. **Department of Economics University of California**, Davies, v.1, p. 25-30, Fevereiro 2005

MADDALA, G. S. **Unit roots, cointegration, and structural change**. Cambridge (UK): Cambridge Univ, 2007

MADDALA, G. S. **Introdução à economia**. 3.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003

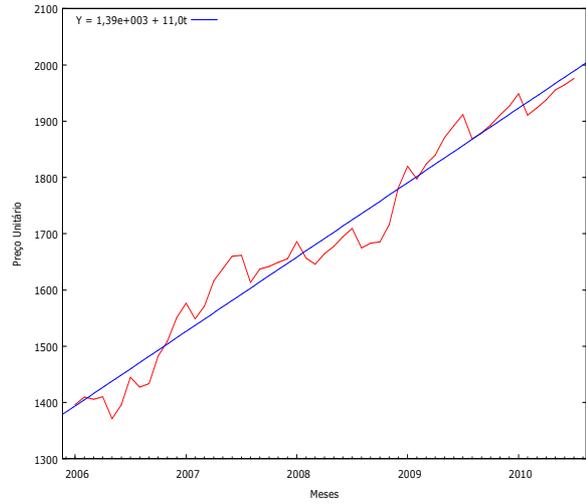
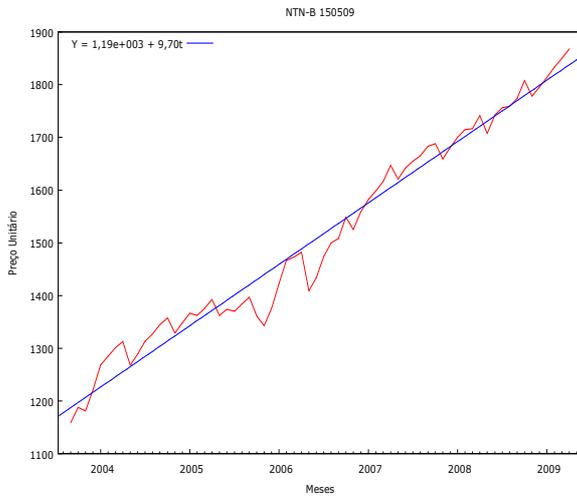
MANKIW, N. Gregory. **Macroeconomia**. Trad. A.B. Pinheiro de Lemos. 5 .ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004

PINHEIRO, Juliano Lima. **Mercado Financeiro: fundamentos e técnicas**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2009

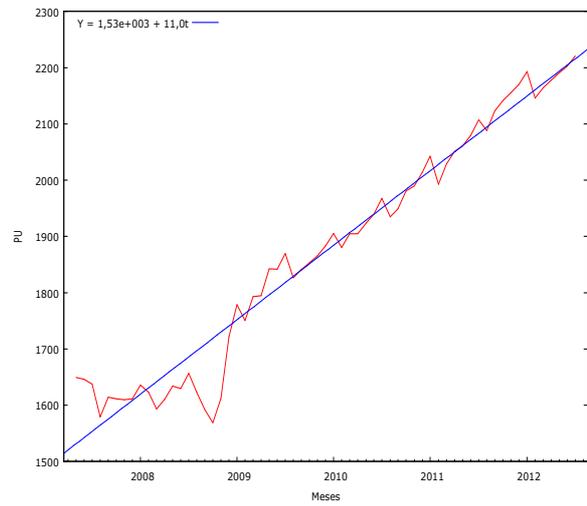
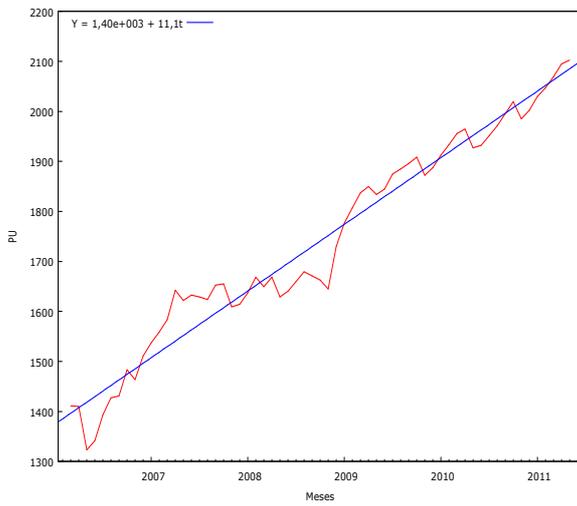
WOOLDRIDGE, Jeffrey M. **Introdução à econometria**: uma abordagem moderna. Trad. José Antônio Ferreira 4.ed. São Paulo: CENGAGE Learning, 2010

ANEXOS

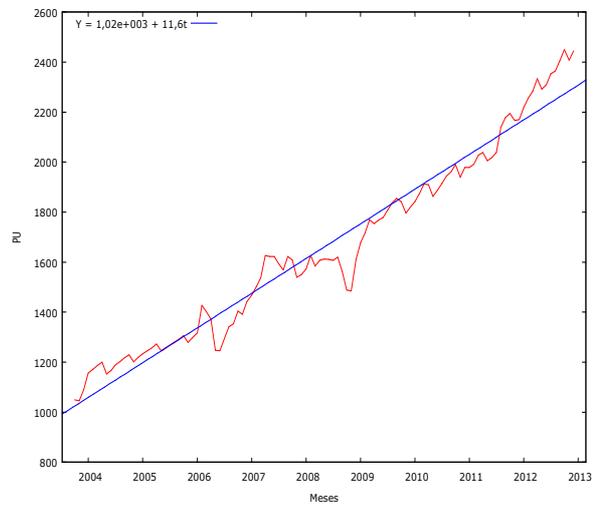
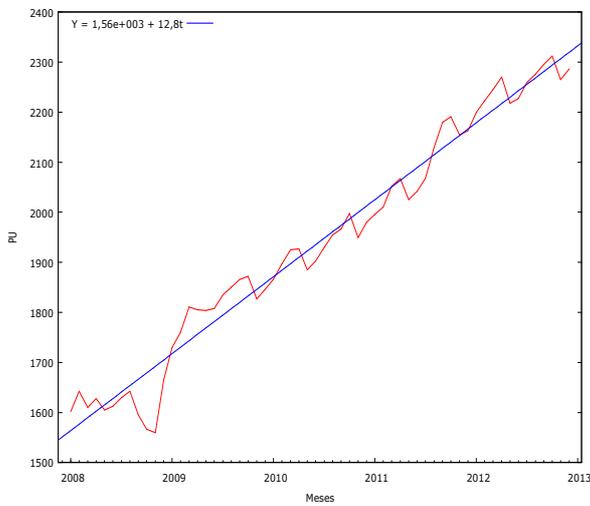
ANEXO A - Gráficos das NTN-B 150509 e NTN-B 150810 a nível respectivamente.



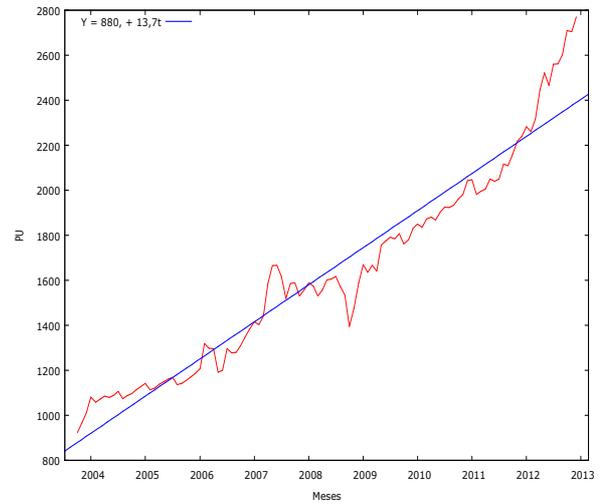
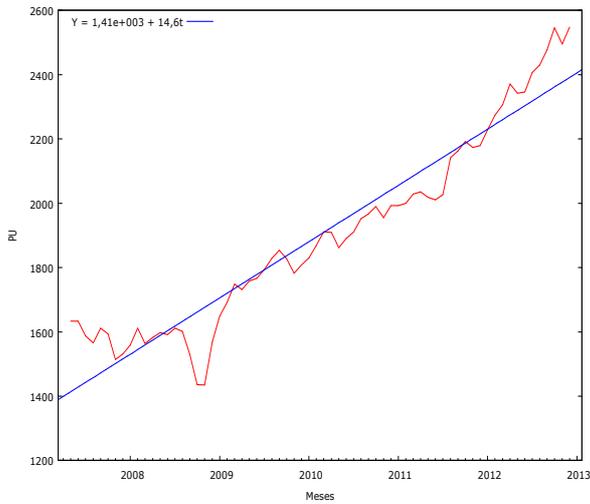
ANEXO B - Gráficos das NTN-B 150511 e 150812 a nível respectivamente.



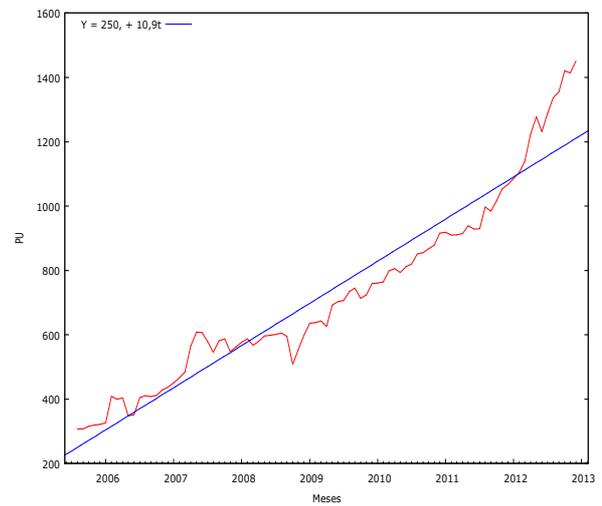
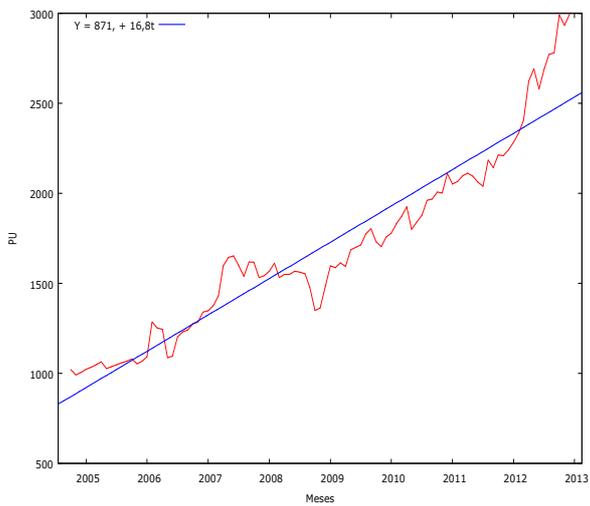
ANEXO C - Gráficos das NTN-B 150513 e 150515 a nível respectivamente.



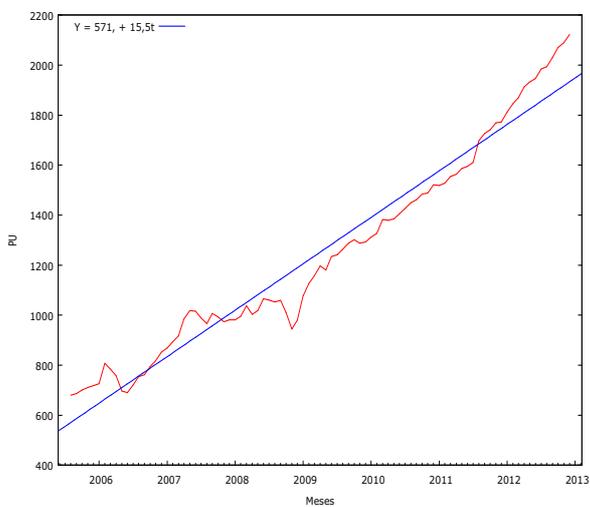
ANEXO D - Gráficos das NTN-B 150517 e 150824 a nível respectivamente.



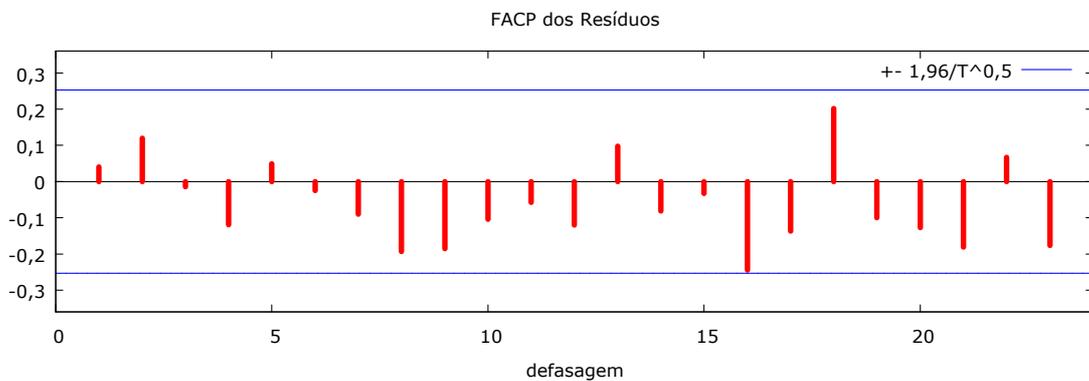
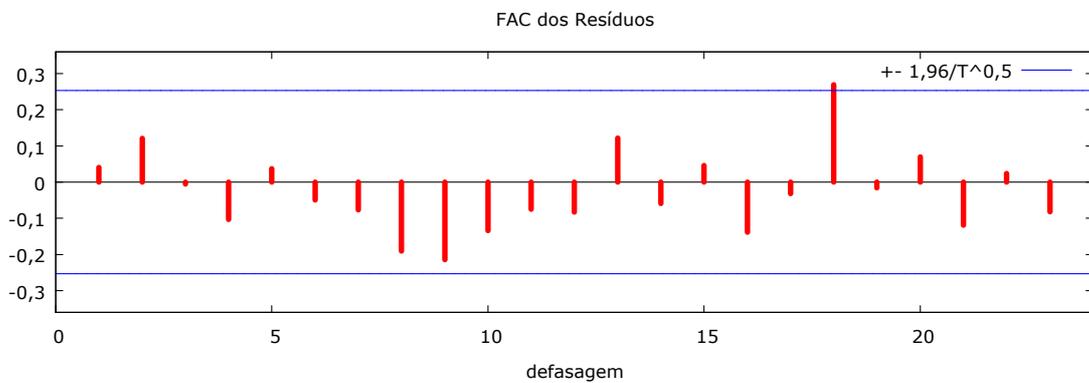
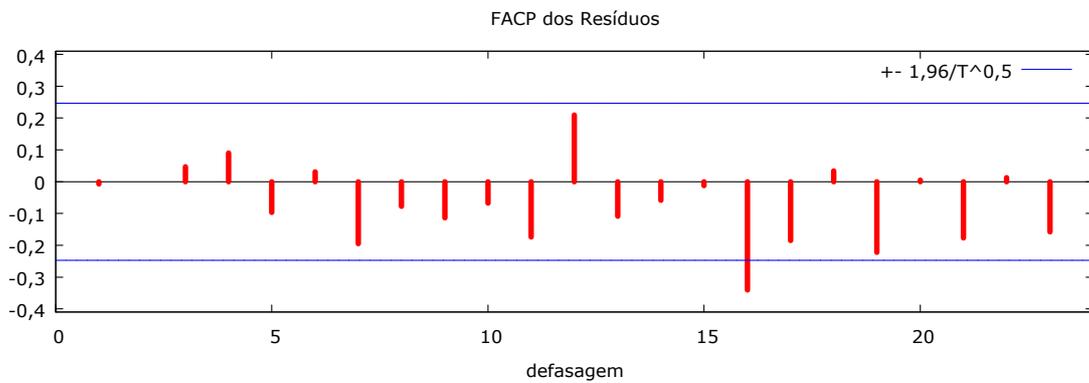
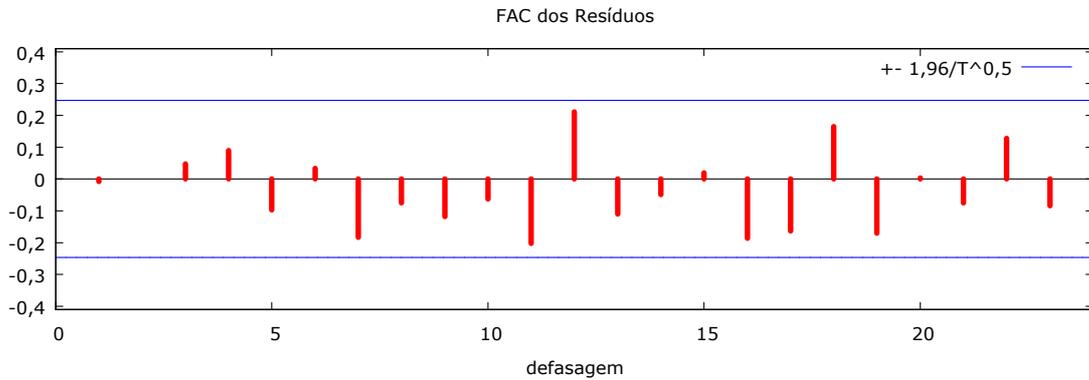
ANEXO E - Gráficos das NTN-B 150545 e Principal 150824 a nível respectivamente.



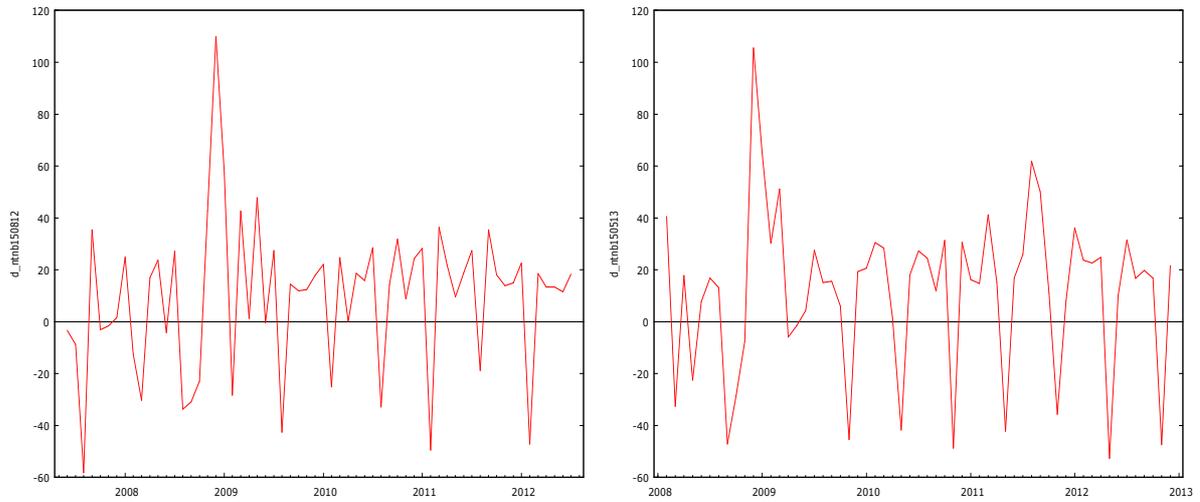
ANEXO F - Gráfico da NTN-B Principal 150515.



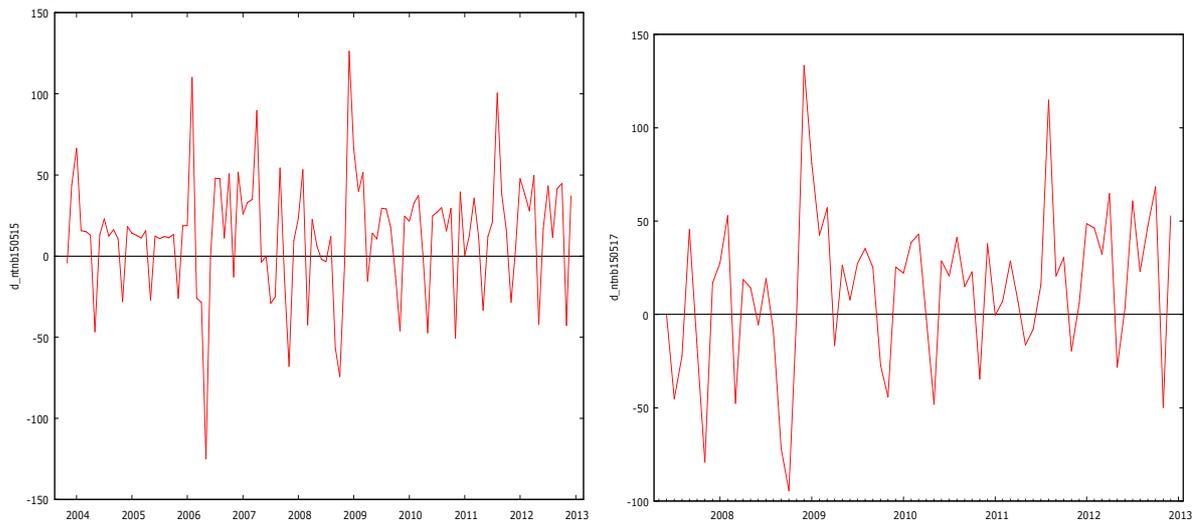
ANEXO G - Correlograma dos resíduos dos modelos ARMA [2(1,2);1(6)] da NTN-B 150511 e ARMA[1(1);3(1,6,12)] da NTN-B 150513 respectivamente.



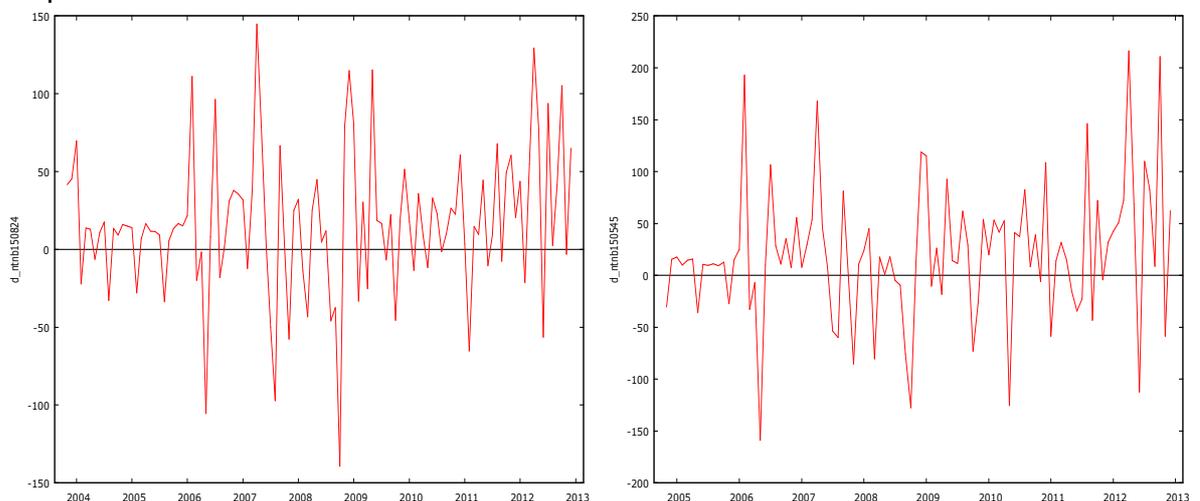
ANEXO H - Gráficos na primeira diferença das NTN-B 150812 e 150513 respectivamente.



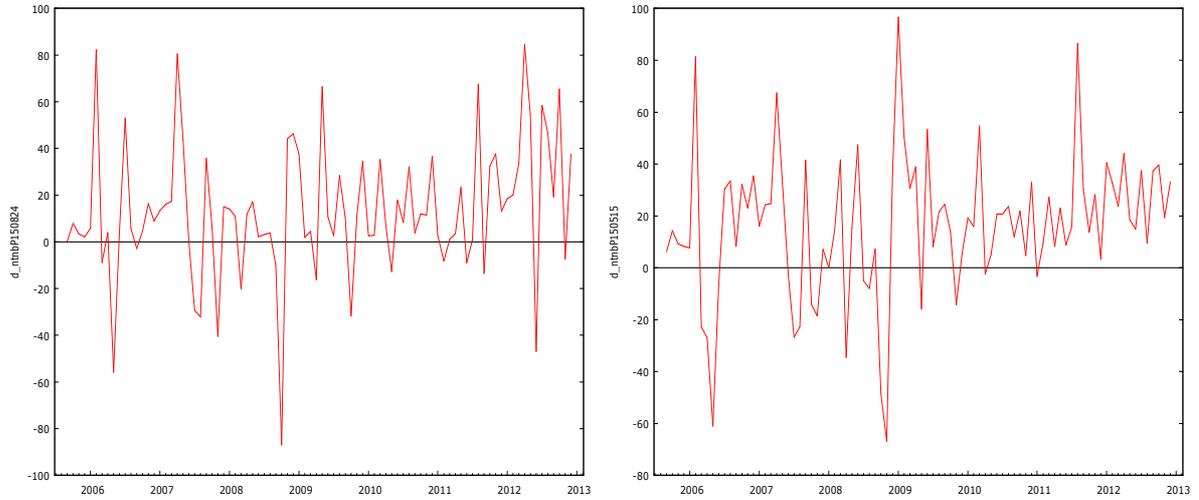
ANEXO I - Gráficos na primeira diferença das NTN-B 150515 e 150517 respectivamente.



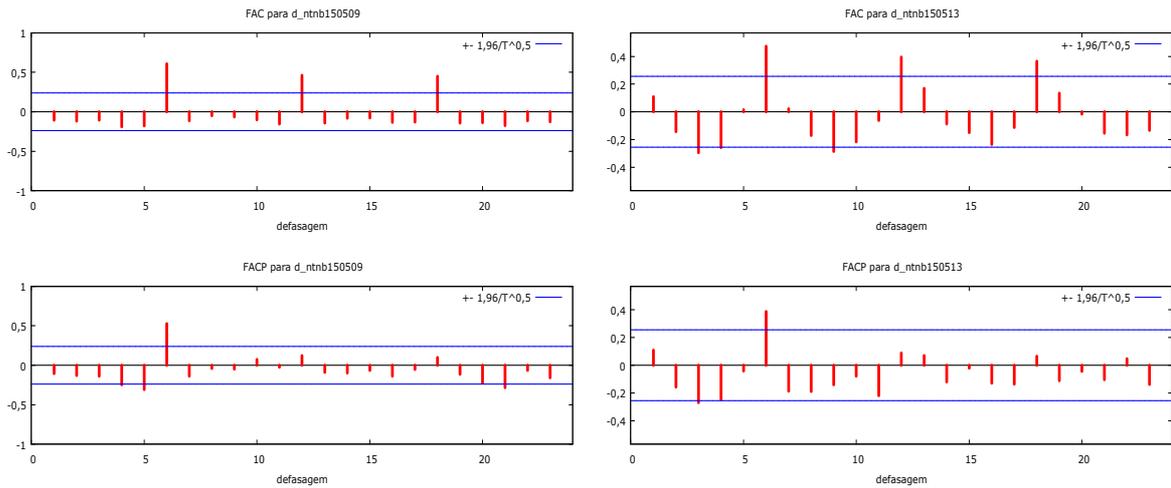
ANEXO J - Gráficos na primeira diferença das NTN-B 150824 e 150545 respectivamente.



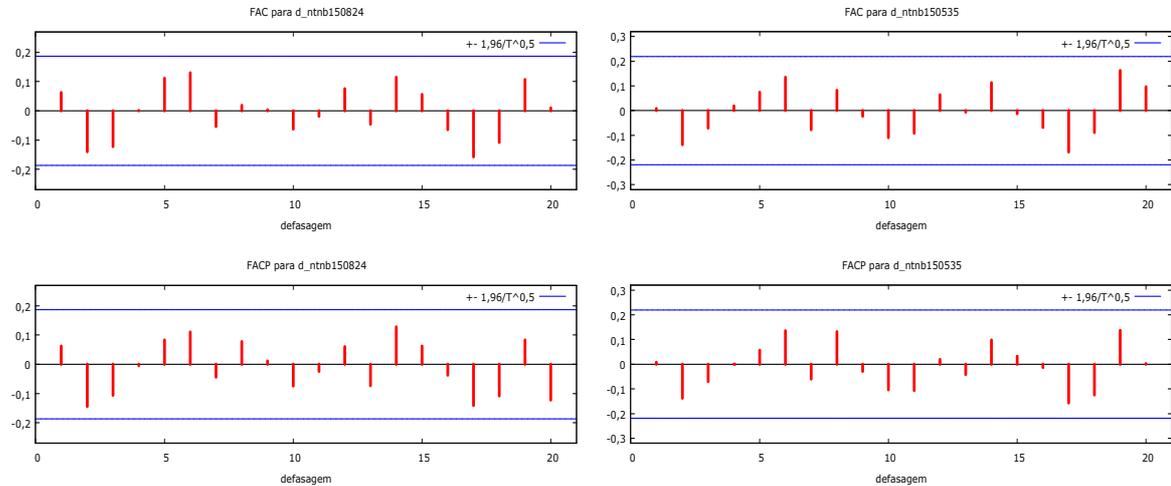
ANEXO K - Gráficos na primeira diferença das NTN-B Principal 150824 e 150515 respectivamente.



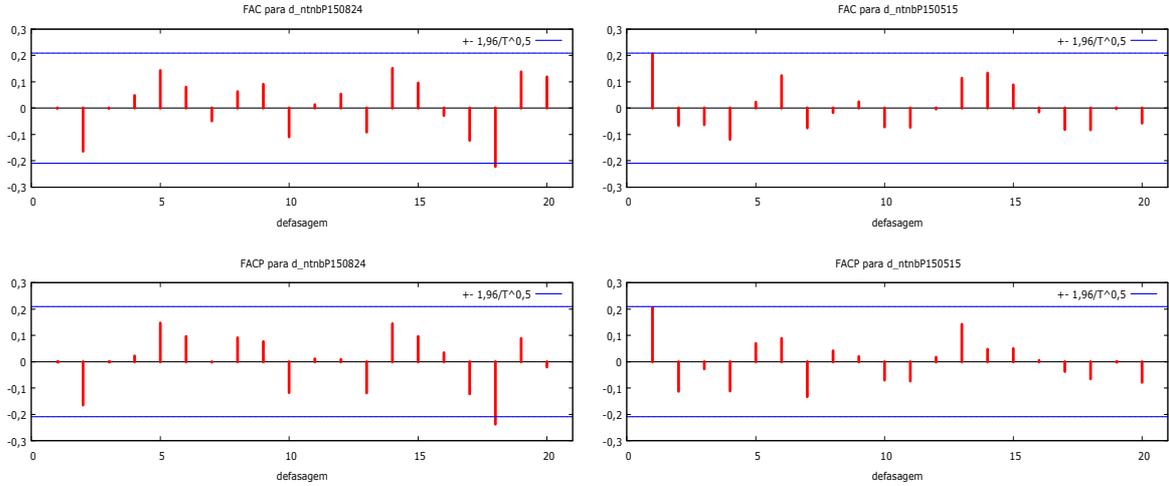
ANEXO L - Correlograma das NTN-B 150509 e 150513 na primeira diferença respectivamente.



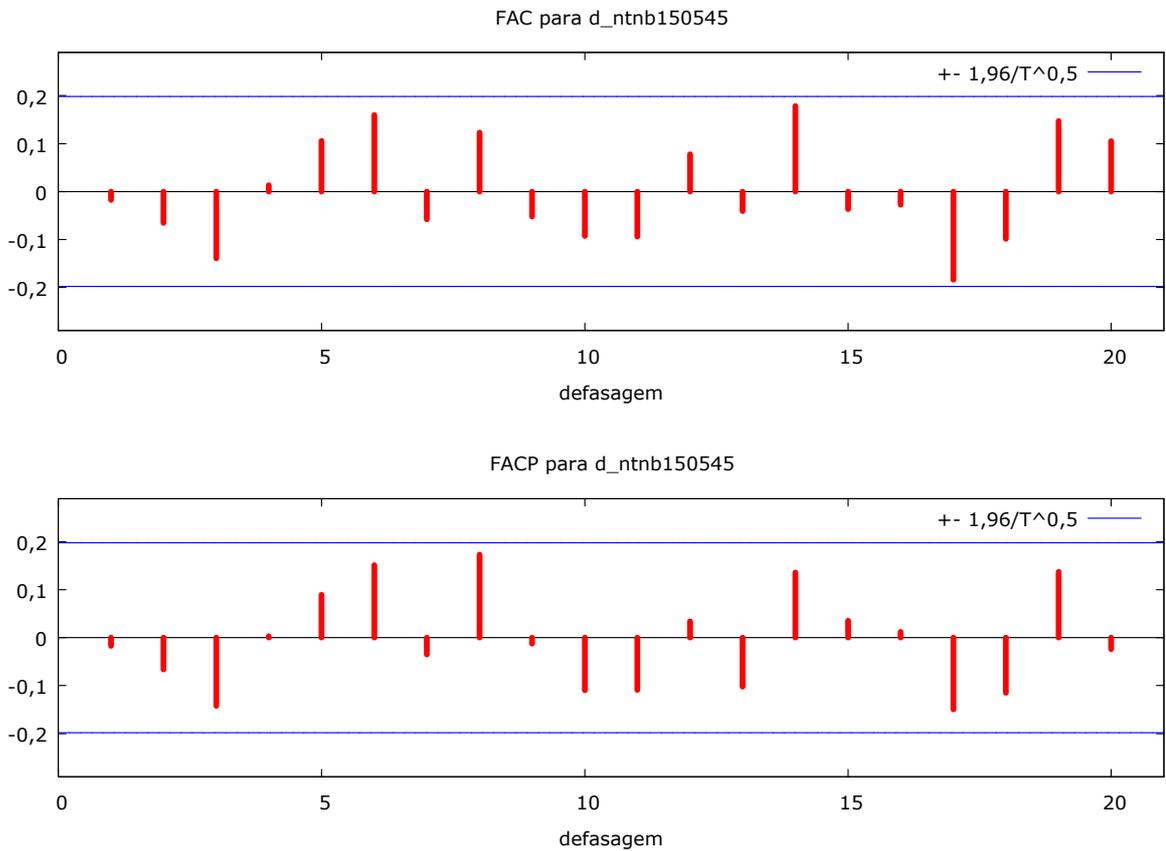
ANEXO M - Correlograma das NTN-B 150824 e 150535 na primeira diferença respectivamente.



ANEXO N - Correlograma das NTN-B Principal 150824 e 150515 na primeira diferença respectivamente.



ANEXO O - Correlograma da NTN-B 150545 na primeira diferença.



ANEXO P - Correlograma dos modelos ARI[2(6,18);1] da NTN-B 150509 e ARI[1(3,6);1] da NTN-B 150515 respectivamente.

