

Nota Técnica do Banco Central do Brasil 51

Ajuste Sazonal de Séries Monetárias e de Crédito

Nota metodológica



Nota Técnica do Banco Central do Brasil nº 51

Agosto de 2019

Brasília

P. 1-10

Elaborada pela Divisão Monetária e Bancária (Dimob) do Departamento de Estatísticas (Dstat).

Nota Técnica

Série editada pelo Departamento Econômico (Depec) e pelo Departamento de Estatísticas (Dstat)

Tulio José Lenti Maciel – Chefe do Depec

Fernando Alberto G. Sampaio C. Rocha – Chefe do Dstat

André Barbosa Coutinho Marques – Editor-chefe

José Aloísio Costa Filho – Coeditor

notastecnicas@bcb.gov.br

Reprodução permitida, desde que citada a fonte: Nota Técnica do Banco Central do Brasil nº 51.

Publicação autorizada por Carlos Viana de Carvalho, Diretor de Política Econômica.

As opiniões expressas neste trabalho são exclusivamente do(s) autor(es) e não refletem a visão do Banco Central do Brasil, exceto no que se refere a notas metodológicas.

Nota Técnica – Ajuste sazonal de séries monetárias e de crédito

Introdução

O comportamento de uma série temporal pode sofrer variações no decorrer do tempo, por influência de políticas econômicas, fatores institucionais, fenômenos naturais e choques imprevisíveis, entre outros. De forma resumida, as séries temporais podem ser decompostas em quatro componentes: tendência, ciclo, sazonalidade e componente irregular. A sazonalidade de uma série, tema de estudo desta Nota, é caracterizada por movimentos periódicos intra-anuais, com intensidade similar, cuja repetição é esperada, com base no comportamento passado e sob circunstâncias normais. Esses movimentos se devem a fatores como férias, datas festivas (Páscoa, Dia das Mães, Natal), pagamento do 13º salário, variações climáticas etc. A demanda por moeda, por exemplo, tende a aumentar no fim do ano com a proximidade das compras de Natal, o que pode impactar a produção industrial nos meses que antecedem dezembro.

É importante diferenciar o que acontece de forma sazonal e o que ocorre com os componentes tendência e ciclo, que costumam ser o foco na análise das séries temporais. Nos últimos anos, vem sendo ampliada a divulgação regular de séries dessazonalizadas das estatísticas monetárias e de crédito por diversos países.¹ Analisando séries monetárias, Cabrero (2002) apresenta dois argumentos que justificariam o uso de ajustes sazonais nas séries com sazonalidade. Primeiro, as flutuações periódicas contribuem significativamente para movimentos de curto prazo, o que compromete a avaliação do comportamento dos agregados monetários. Segundo, os bancos centrais geralmente estão interessados em detectar certas regularidades como resultado de comportamento específico e sistemático do público geral e dos intermediários financeiros. Vale notar ainda que a série dessazonalizada não deve ser considerada substituta da série original, mas uma série complementar para fins de análise.

Assim, no estudo e na descrição das séries monetárias e de crédito, a dessazonalização² é um passo importante. Esta Nota descreve o processo de dessazonalização de tais séries no Banco Central do Brasil (BCB).

1 Metodologia de dessazonalização

A metodologia de dessazonalização segue, basicamente, três etapas sequenciais: teste de detecção de sazonalidade, pré-ajuste da série temporal e ajuste sazonal. Após a obtenção dos resultados das três etapas, é realizada a análise do ajuste sazonal dos dados por meio de estatísticas de diagnóstico e avaliada a necessidade de tratamento adicional no processo.

¹ São exemplos: Alemanha, EUA, Colômbia, Hungria, França, Reino Unido e Japão.

² Os termos "ajuste sazonal" e "dessazonalização" são sinônimos neste texto.

As séries temporais originais (não ajustadas) são carregadas no *software* JDemetra+ para a realização das etapas. O JDemetra+ é um *software open source*, desenvolvido pelo Banco Nacional da Bélgica, que incorpora algoritmos dos métodos X13-ARIMA-SEATS e TRAMO/SEATS. Entre suas vantagens, o JDemetra+ permite modelagem por RegARIMA/TRAMO, análise residual, testes de sazonalidade e análise espectral (GRUDKOWSKA, 2017).

Teste de detecção de sazonalidade

A primeira etapa consiste na análise das séries temporais para a detecção de um padrão sazonal. Se a série não apresenta sazonalidade, de acordo com testes estatísticos, a série temporal não é dessazonalizada. O JDemetra+ realiza um conjunto de testes estatísticos, como o teste de Friedman e o de Kruskal-Wallis.³ Como resumo dos testes, é analisado um teste combinado de identificação de sazonalidade. Detectada a sazonalidade no teste combinado, a série passa para a próxima etapa.

Pré-ajuste

Antes do ajuste sazonal, é necessário ainda considerar efeitos não sazonais que podem influenciar o ajuste sazonal, como o efeito calendário. Nos dados diários, existe uma periodicidade semanal completamente determinística, que se transmite à série mensal no processo de agregação (GUERRERO, 1983). Dessa forma, a ocorrência de cada dia da semana dentro do mês pode variar, assim como podem ocorrer feriados, fixos ou móveis. Também pode haver eventos atípicos, como crises econômicas, greves e desastres naturais, que podem ser tratados como *outliers* no processo de dessazonalização para não impactar a qualidade do ajuste sazonal.

O JDemetra+ faz o pré-tratamento da série temporal por meio de um modelo RegARIMA no método X13-ARIMA-SEATS.⁴ Esse modelo inclui variáveis regressoras (como *outliers*, feriados etc.) em um modelo ARIMA (modelo autorregressivo integrado de médias móveis), sendo, portanto, uma combinação entre um modelo de regressão linear e um modelo ARIMA. Dessa forma, pode-se buscar um melhor ajuste da série temporal ao controlar efeitos atípicos e não sazonais.

O *software* permite controlar por número de dias úteis no mês (*working days*), número de cada dia da semana em um mês (*trading days*), *outliers*, ano bissexto, feriados. Nesse processo, o *software* também pode ser programado para considerar diferentes calendários. Quanto a suas características, os *outliers* podem ainda afetar somente uma observação da série (*outlier* aditivo), mudar o nível da série (mudança de nível) ou provocar mudança de nível temporária (mudança temporária).

Os parâmetros do modelo ARIMA também podem ser determinados automaticamente (seguindo critérios de escolha, tais como AIC e BIC)⁵ ou com tratamento mais específico.

³ A descrição completa de cada teste está em Grudkowska (2017).

⁴ Alternativamente, pode-se gerar um modelo TRAMO no método TRAMO/SEATS, que é bastante similar ao RegARIMA.

⁵ O Critério de Informação de Akaike (AIC) e o Critério de Informação Bayesiano (BIC) permitem escolher um dentre um conjunto de modelos a partir da avaliação da qualidade de ajuste do modelo. Em ambos os casos, o melhor modelo apresenta o menor valor de AIC e BIC (AKAIKE, 1974; SCHWARZ, 1978).

O *software* permite, ainda, a análise de normalidade, independência, aleatoriedade e linearidade dos resíduos do modelo pré-ajustado. Como o ajuste sazonal na terceira etapa se baseará em médias móveis centradas, o modelo RegARIMA faz também uma projeção e uma retroprojeção para o comportamento da série temporal nas pontas.

Ajuste sazonal

Após o pré-ajuste, a série temporal é decomposta (método X11 ou SEATS) entre seus componentes (tendência-ciclo, sazonalidade e termo irregular) por meio de médias móveis e por filtros de Henderson em processo iterativo.⁶

Em um primeiro momento, o algoritmo do X11 obtém uma tendência-ciclo preliminar, a partir de uma média móvel $M_{2 \times 12}$ da série original, a fim de eliminar a sazonalidade e minimizar a variância do componente irregular. Por resíduo, a série original menos a tendência-ciclo fornece uma primeira estimação do componente sazonal-irregular. Para separar o efeito da sazonalidade, aplica-se uma média móvel $M_{3 \times 3}$ sobre cada mês, no componente obtido anteriormente, com a subsequente aplicação de uma média móvel centrada $M_{2 \times 12}$. Com a estimacão da sazonalidade, é gerada a primeira estimacão da série dessazonalizada correspondente à série original menos o componente estimado da sazonalidade.

Em um segundo momento, obtém-se uma segunda estimacão da tendência-ciclo, a partir da aplicacão do filtro de Henderson⁷ na série dessazonalizada. Consequentemente, são reestimados, nesta sequência, o componente sazonal-irregular, o componente sazonal e a série dessazonalizada. Ao final, o algoritmo avalia a presença de efeitos disruptivos no componente irregular final e, se necessário, aplica ponderacão sobre os valores do componente irregular e refaz todo o processo com a série corrigida, em processo iterativo.

Diagnóstico

Após todas as etapas do processo de dessazonalizacão, faz-se a análise dos resultados, inclusive dos resíduos do RegARIMA, dos *outliers*, das estatísticas M e dos testes de sazonalidade nos resíduos. Tendo em vista a quantidade de séries e de indicadores resultantes do processo de dessazonalizacão, a análise de qualidade é sintetizada em um único indicador qualitativo.

Para isso, cada indicador individual recebe classificacão de “bom”, “ruim”, “incerto” ou “severo”, de acordo com tabela de limites *default* para o resultado dos testes estatísticos de cada medida (GRUDKOWSKA, 2016). Uma pontuacão numérica é atribuída para cada classificacão, e a média de pontuacão entre os indicadores fornece uma medida-resumo de avaliacaão. O indicador agregado final resume o processo de dessazonalizacão em “bom”, “ruim”, “incerto”, “severo”, “erro” ou “indefinido”.

⁶ O X11 é um método de ajuste sazonal do *United States Census Bureau* que evoluiu para a família X12-ARIMA. O SEATS é parte do método TRAMO-SEATS, desenvolvido pelo Banco da Espanha (GOMEZ e MARAVALL, 1996). O TRAMO se encarrega da fase de pré-ajuste dos dados, de forma similar ao modelo RegARIMA, enquanto o SEATS realiza o ajuste sazonal. Mais recentemente, os algoritmos da família X12-ARIMA e do Banco da Espanha foram agrupados no método X13-ARIMA-SEATS. Tanto o X11 quanto o SEATS fazem a decomposicão de forma aditiva ou multiplicativa. Atualmente, as séries monetárias e de crédito do BCB são dessazonalizadas pelo método X11 integrado na opçao X13 do JDemetra+.

⁷ O algoritmo proporciona escolha automática entre filtros de Henderson de 9, 13 e 23 termos.

2 Métodos de ajuste

O processo de dessazonalização pode ser realizado de duas formas:

- método direto: o ajuste sazonal é feito diretamente nas séries agregadas e desagregadas;
- método indireto: o ajuste sazonal é feito nas séries desagregadas, que são então agregadas para compor a série agregada dessazonalizada.

No caso do método indireto, há que se discutir ainda a forma de agregação das séries desagregadas e dessazonalizadas, utilizando-se a média aritmética simples ou ponderada, o inverso da volatilidade ou a padronização (FERREIRA, GONDIN e MATTOS, 2015).

Pedersen e Faeste (2006) destacam que os dois métodos somente coincidem se a decomposição do modelo for puramente aditiva, se não houver pré-ajustes para *outliers*, efeito-calendário e se os filtros forem os mesmos para todas as séries, o que raramente acontece. Sendo assim, é necessário escolher um método de ajuste para a dessazonalização, e essa decisão não é trivial.

A literatura não é unânime, teórica ou empiricamente, sobre o melhor método. Segundo EUROSTAT (2015), a abordagem direta deve ser preferida por sua maior clareza, especialmente quando as séries dos componentes mostram padrão sazonal similar. A abordagem indireta deve ser preferida quando as séries dos componentes mostram padrões sazonais significativamente diferentes. Uma combinação das duas abordagens pode ser aplicada.

Pedersen e Faeste (2006) sugerem dois critérios para decidir entre o método direto e o indireto:

1. as séries ajustadas sazonalmente devem ser válidas, no sentido de que os modelos utilizados sejam bem comportados, as revisões sejam minimizadas e as séries estejam suavizadas;
2. o processo de dessazonalização deve ser o mais suave e prático possível, já que a análise mensal dos ajustes demanda tempo.

Após a análise do comportamento das séries monetárias e de crédito deste estudo, foi selecionado o método direto de dessazonalização dos dados, o que resultou em maior clareza, praticidade e minimização de possíveis revisões no processo.

3 Revisão

As séries temporais objeto deste estudo são atualizadas constantemente conforme sejam disponibilizados novos conjuntos de informações. As estatísticas monetárias e de crédito podem sofrer revisões devido a correções de dados passados, o que impacta os dados dessazonalizados. E, como o modelo X13-ARIMA-SEATS se baseia na projeção de observações para o cálculo das médias móveis centradas, a inclusão de uma observação substitui a projeção na ponta, o que tende a requerer a revisão dos dados dessazonalizados.

Logo, é necessário definir uma política de revisão do processo de dessazonalização das séries temporais. O JDemetra+ possibilita diferentes formas de revisão, desde a manutenção de modelo fixo até a reidentificação e reestimação total do modelo, a cada atualização de séries no ajuste sazonal. As duas opções representam *trade-off* entre estabilidade do modelo ao longo do tempo e acurácia dos dados (EUROSTAT, 2018).

Atualmente, a política de revisão adotada busca o equilíbrio entre as duas opções: não são consideradas mudanças na identificação completa do modelo, no tipo de transformação e nos coeficientes do modelo ARIMA a cada atualização mensal dos dados, mas ocorre a reestimação dos demais coeficientes do modelo. Em contrapartida, os modelos podem ser reidentificados e reestimados em sua totalidade a cada revisão anual das estatísticas monetárias e de crédito. Dessa forma, a política adotada incorpora mudanças recentes na dessazonalização em virtude de novos dados disponíveis, para melhor acurácia das séries estatísticas, ao mesmo tempo em que proporciona estabilidade ao longo do tempo até a revisão anual.

4 Estudo de caso

O BCB publica mensalmente séries temporais monetárias e de crédito com base nas informações prestadas pelas instituições financeiras. As séries monetárias referem-se a meios de pagamentos e seus componentes, à base monetária e seus fatores condicionantes. As séries de crédito referem-se a saldos, concessões, taxas de juros, *spreads* e taxas de inadimplência.

O ajuste sazonal é atualmente realizado em três séries monetárias e quinze séries de concessões de crédito publicadas mensalmente, conforme o Quadro 1.

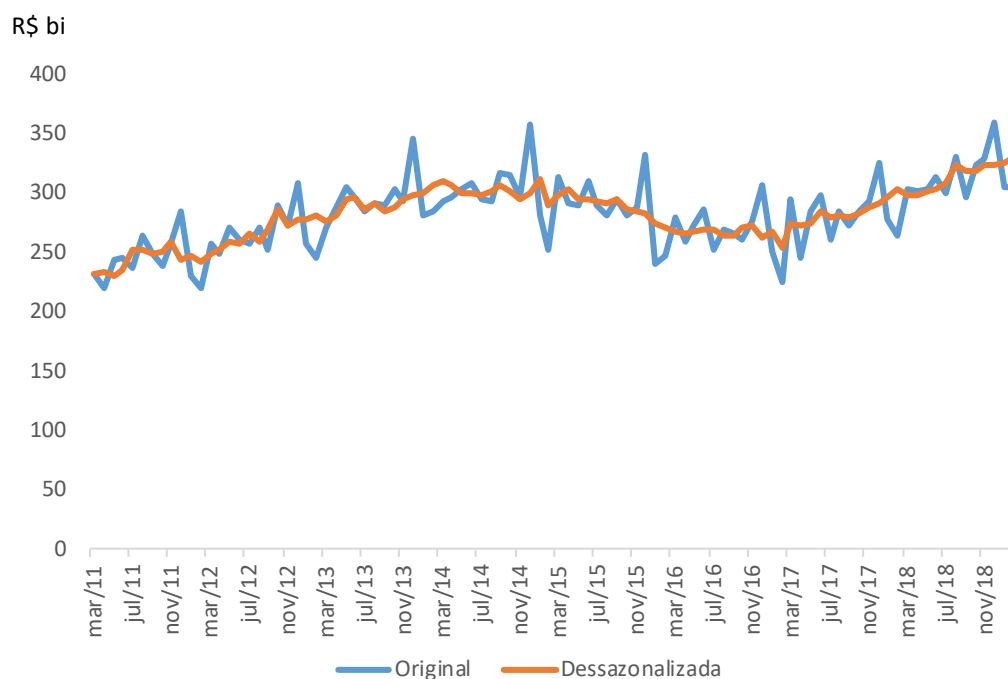
Quadro 1 – Lista de séries monetárias e de crédito com código no Sistema Gerenciador de Séries Temporais (SGS)

		Série original	Série dessazonalizada
Série 1	Concessões de crédito – Total	20631	24439
Série 2	Concessão de crédito – PJ – Total	20632	24440
Série 3	Concessão de crédito – PF – Total	20633	24441
Série 4	Concessão de crédito com recursos livres – Total	20634	24442
Série 5	Concessão de crédito com recursos livres – PJ – Total	20635	24443
Série 6	Concessão de crédito com recursos livres – PF – Total	20662	24444
Série 7	Concessões de crédito com recursos direcionados – Total	20685	24445
Série 8	Concessões de crédito com recursos direcionados – PJ – Total	20686	24446
Série 9	Concessões de crédito com recursos direcionados – PF – Total	20698	24447
Série 10	Concessões de crédito com recursos livres – PF – Aquisição de veículos	20673	28170
Série 11	Concessões de crédito com recursos direcionados – Rural total	20689 + 20701	28172
Série 12	Concessões de crédito com recursos livres – PJ – Capital de giro total	20642	28169
Série 13	Concessões de crédito com recursos livres – PF – Cartão de crédito à vista	20681	28171
Série 14	Concessões de crédito com recursos livres não rotativo – PJ	28163	28167
Série 15	Concessões de crédito com recursos livres não rotativo – PF	20663	28168
Série 16	Meios de pagamento – M1 – Saldo em final de período – Novo	27791	27841
Série 17	Meios de pagamento – M2 – Saldo em final de período – Novo	27810	27842
Série 18	BM – Base monetária restrita – Saldo em final de período	1788	27840

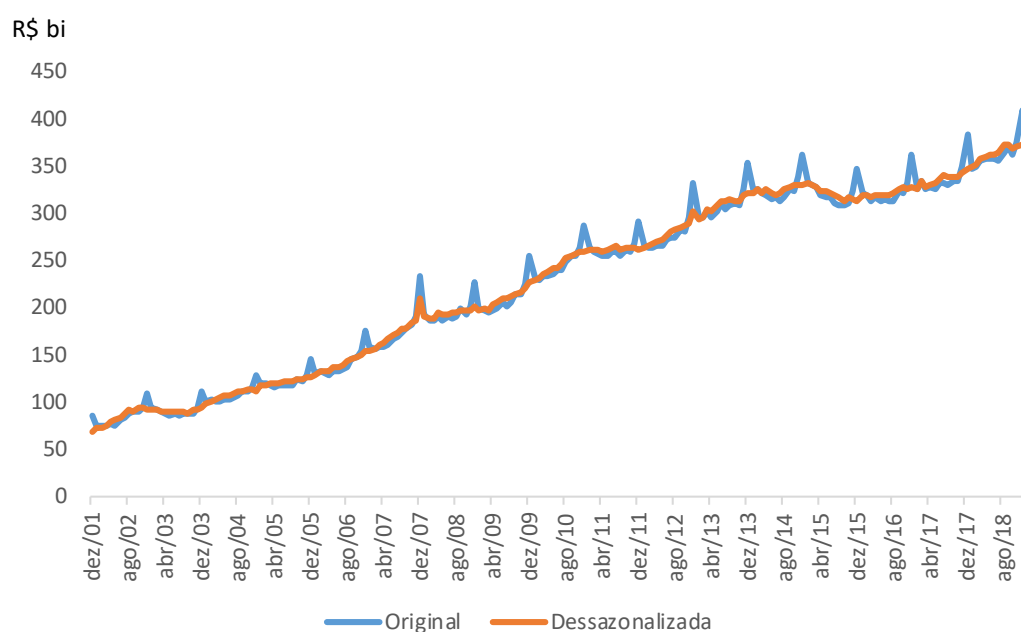
Fonte: Departamento de Estatísticas do BCB.

Nos gráficos exemplificativos a seguir, as séries originais mostram padrão de alta periódica e recorrente dos agregados monetários e de crédito, especialmente em dezembro, com queda subsequente no início de cada ano. Esse padrão sugere a presença de sazonalidade, provavelmente associada à maior demanda por liquidez para as compras de Natal e de final de ano.

Concessões de crédito



M1



No JDemetra+, a sazonalidade nas séries é confirmada em diferentes testes estatísticos (testes de Friedman, de Kruskal-Wallis, autocorrelação nos *lags* sazonais, picos espectrais, *dummies* sazonais, periodograma e *dummies* sazonais AMI). Para maior objetividade, emprega-se uma combinação dos testes de Friedman, de Kruskal-Wallis e de sazonalidade móvel para verificar a presença de sazonalidade nas séries.

Identificada a presença de sazonalidade, as séries passam por uma fase de pré-ajuste para controlar o efeito calendário e a existência de *outliers*. Aplica-se um teste log-nível para definir se a série será utilizada em nível ou em logaritmo e, conseqüentemente, estabelecer se a decomposição da série será aditiva ou multiplicativa. A princípio, a fase de pré-ajuste (identificação do modelo e estimação dos parâmetros) ocorre de forma automática no JDemetra+, considerando o calendário de feriados.

As variáveis de dias úteis e os *outliers* entram, então, como possíveis regressores em um modelo RegARIMA. O programa especifica automaticamente o melhor modelo para a série, de acordo com um critério AIC ou BIC. Normalmente, usa-se a especificação do JDemetra+ com testes para transformação logarítmica, pré-ajuste para anos bissextos, dias úteis, efeito Páscoa, *outliers* e identificação automática do modelo ARIMA com base no método X11.⁸ Adota-se o reconhecimento automático do programa para a identificação do tipo de *outlier*. Dessa forma, a princípio, não é feita análise sistemática de cada *outlier* identificado em cada série. No entanto, caso o diagnóstico final não apresente bom ajuste do modelo, submetem-se a análise mais detalhada os *outliers* da série específica.

Após a correção dos efeitos determinísticos, não é esperada a ocorrência de nenhum padrão no gráfico dos resíduos das séries. Geralmente, observam-se testes de normalidade, independência, aleatoriedade e linearidade dos resíduos, de acordo com testes como Ljung-Box e Box-Pierce. Por fim, na etapa do ajuste sazonal, a decomposição da série ajustada pelo modelo RegArima para o cômputo da sazonalidade se dá, em geral, por média móvel com filtro de Henderson (método X11), sendo que as estatísticas M e Q (LADIRAY, QUENNEVILLE, 1999) e a análise da razão SI (GRUDKOWSKA, 2017) indicam a qualidade do ajuste sazonal final.

O resultado de cada série é analisado individualmente. Se necessário, todo o processo de dessazonalização de uma série específica é analisado mais minuciosamente, com eventuais ajustes manuais no processo automático, para melhor qualidade do ajuste sazonal.

Mais informações sobre a decomposição, a estrutura do modelo ARIMA e os regressores do modelo RegARIMA utilizados para cada série temporal podem ser acessadas nos metadados dessas séries no SGS do BCB.

Conclusão

As séries monetárias e de crédito podem sofrer influência de variações sistemáticas da sazonalidade, o que mascara a tendência implícita da série ao longo do tempo. Sendo assim, é importante decompor as séries de tempo entre seus componentes de tendência-ciclo, sazonalidade e termo irregular, de forma a obter série temporal resultante da série original, sem influência da sazonalidade. Para isso, utiliza-se o método X13-ARIMA-SEATS, por meio do *software* JDemetra+, em linha com as técnicas mais recentes e amplamente adotadas em instituições internacionais. Tais rotinas de dessazonalização são revisadas e aperfeiçoadas continuamente no BCB.

⁸ Todas as opções para especificações de modelo podem ser encontradas em Grudkowska (2016).

Referências

- AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. **IEEE Transactions on Automatic Control**, Boston, v.19, n.6, p. 716-723, 1974.
- CABRERO, A. Seasonal adjustment in economic time series: the experience of the Banco de España (with the model-based method). **Documento de Trabajo** número 2, Banco de España, 2002.
- EUROSTAT. **ESS Guidelines on Seasonal Adjustment**, 2015.
- EUROSTAT. **Handbook on Seasonal Adjustment**, 2018.
- FERREIRA, P. C.; GONDIN, J. L.; MATTOS, D. M. Métodos de ajuste sazonal para séries de Business Tendency: um estudo de caso para a Sondagem da Indústria utilizando o método X13-ARIMA-SEATS. **Nota Técnica FGV/Ibre**, 2005.
- GÓMEZ, V.; MARAVALL, A. Programs TRAMO (Time Series Regression with Arima noise, Missing observations, and Outliers) and SEATS (Signal Extraction in Arima Time Series). Instruction for the User. **Working Paper** 9628, Research Department, Bank of Spain, 1996.
- GRUDKOWSKA, S. **JDemetra+ Reference Manual – Version 2.1**, Department of Statistics, Poland, 2016.
- GRUDKOWSKA, S. **JDemetra+ User Guide Version 2.2**, Department of Statistics, Poland, 2017.
- GUERRERO, V. M. Desestacionalización de Series de Tiempo Económicas: Parte II Ajustes Previos Hacia la Deestacionalización. **Documento de Investigación** nº 55, 1983.
- LADIRAY, D., and QUENNEVILLE, B. Seasonal Adjustment with the X-11 Method, **Lecture Notes in Statistics**, 2001, New York: Springer-Verlag, 1999.
- PEDERSEN, M. K., FAESTE, C. F. **Seasonal adjust of Danish financial time series using the X12-ARIMA procedure**. Danmarks Nationalbank, 2006.
- PEDERSEN M. K. Seasonally adjusted financial series. Monetary Review 3th Quarter 2006, 2006.
- QUARTERLY BULLETIN. **Seasonal adjustment of Hong Kong's monetary statistics**. Hong Kong Monetary Authority, 2000.
- SCHWARZ, G. Estimating the dimensional of a model. **Annals of Statistics**, Hayward, v.6, n.2, p.461-464, 1978.