

CARACTERIZAÇÃO DOS CICLOS DE NEGÓCIOS DOS SETORES PRODUTIVOS DA INDÚSTRIA BRASILEIRA.

Nicolino Trompieri Neto^δ
Cristiano da Silva*
Ivan Castelar^ξ
João Lima da Costa Gadelha¹

Área 4 - Macroeconomia, Economia Monetária e Finanças

Resumo

Este trabalho examina as características do ciclo de negócios do setor industrial do Brasil durante o período trimestral de 1996:1-2016:3. A partir da especificação clássica de ciclos de negócios, a análise empírica adotou a Análise Multirresolução *Wavelet* para decompor as séries dos sub-setores industriais (Extrativa Mineral, Eletricidade e Gás, Água..., Construção Civil e Transformação), e da Indústria Geral, em tendência e ciclo. A decomposição realizada confirmou a hipótese de que o ciclo do setor Extrativa Mineral é o mais volátil dentre os analisados, apresentando também um comportamento transitório independente dos demais. A análise de co-movimentos no domínio do tempo aponta que as flutuações de curto prazo da série de Eletricidade e Gás.. possuem capacidade preditiva sobre o ciclo do setor de Construção Civil. Já as séries de Indústria de Transformação e Indústria Total apresentam um comportamento pró-cíclico frente a choques transitórios, sendo fortemente sincronizadas.

Palavras-Chave: PIB Industrial, *Wavelet*, Datação, Ciclos de Negócios.

Código JEL: C32, E23, E32.

Abstract

This paper examines the business cycle characteristics of the Brazilian industrial sector during the quarterly period 1996:1-2016:3. From the classical definition of business cycle, was implemented the Multiresolution Wavelet Analysis to decompose the series of the industrial sub-sectors (Mining, Electricity and Gas..., Construction and Transformation) and General Industry in trend and cycle. The hypothesis that the cycle of the Mining sector is the most volatile was confirmed. The analysis of co-movements in the time domain indicates that the short-term fluctuations of the Electricity and Gas.. series have predictive capacity over the cycle of the Civil Construction sector, the hypothesis was rejected through frequency domain analysis. The Manufacturing Industry and Total Industry series have a procyclical behavior against transient shocks, being strongly synchronized.

Keywords: Industrial GDP, Wavelet, Dating, Business Cycle.

JEL Code: C32, E23, E32.

^δ Universidade de Fortaleza - UNIFOR. e IPECE E-mail: nicolino.trompieri@ipece.ce.gov.br

* Universidade Federal do Ceará – UFC. E-mail: cristiano.dacostadasilva@hotmail.com

^ξ Universidade Federal do Ceará – UFC. E-mail: lume1250@yahoo.com.br

¹ Secretaria da Fazenda do Ceará - SEFAZ/CE.

1 INTRODUÇÃO

Dentro da literatura econômica existe um amplo debate sobre como estudar a trajetória de indicadores econômicos, diferenciando-se a análise principalmente com respeito ao horizonte de tempo, que é definido teoricamente de acordo com a imposição de certa rigidez ou flexibilidade no sistema, bem como de acordo com a duração dos choques difundidos na economia – curto prazo, médio prazo e longo prazo.

Diversas são as estratégias adotadas pelos economistas para proceder com a decomposição das séries de tempo entre componentes permanente e transitório. De forma resumida pode-se ressaltar técnicas univariadas como: os filtros desenvolvidos por Hodrick & Prescott (1981); Baxter & King (1999); Beveridge & Nelson (1981); e a utilização de Modelos de Componentes não Observados – que utilizam a abordagem de estado e espaço e são estimados via Filtro de Kalman - (Morley et. al, 2003). Bem como técnicas multivariadas que levam em consideração as inter-relações entre diferentes séries temporais, dentre as quais destaca-se a decomposição de Beveridge-Nelson-Stock- Watson (Vahid e Engle, 1993) e de Gonzalo e Granger (1995), além dos modelos de fatores dinâmicos (Stock e Watson, 1988).

Cada uma destas técnicas adotam diferentes hipóteses acerca do comportamento da economia, tais como o processo que gera a trajetória da taxa de crescimento econômico, definição do intervalo dos ciclos econômicos, tendência determinística ou estocástica etc., que repercutem sobre as conclusões gerais encontradas acerca do comportamento de curto e longo prazo das economias.

Em menor escala, mas não menos importante, a partir da década de 1980 surgiu também o debate sobre o nível de agregação da atividade econômica estudada e seu efeito sobre a análise dos co-movimentos entre setores/regiões. Engle (1984) e Long e Plosser (1987) observaram que a utilização de dados agregados tem o potencial de superestimar as inter-relações temporais entre os ciclos econômicos de diferentes setores/regiões, levando a conclusões enviesadas.

Apesar do exposto, poucas foram as pesquisas desenvolvidas, principalmente no âmbito externo aos Estados Unidos, com ênfase na análise desagregada das flutuações econômicas de curto e longo prazo (Wang, 2010). Em relação a países subdesenvolvidos, esta observação se deve à limitações amostrais, uma vez que as base de dados disponíveis possuem baixo nível de desagregação, curto horizonte de tempo e frequência alta (intervalos plurianuais, anuais ou semestrais).

É fato que as pesquisas sobre co-movimentos de curto e longo prazo entre variáveis inter-regionais ou inter-setoriais servem de apoio empírico para políticas governamentais de grande importância como acordos comerciais, ou políticas de estímulo a determinados setores produtivos. Do ponto de vista nacional, há ainda o consenso de que o setor industrial brasileiro é pouco desenvolvido, com moderada participação na composição do Produto Interno Bruto se comparada a países desenvolvidos. Adicionalmente, o setor vem obtendo sucessivas taxas de crescimento negativas em sua atividade nos últimos anos, como reflexo do aprofundamento da crise nacional a partir de meados de 2013.

Desta forma, a motivação principal desse artigo é fazer uso de informações desagregadas setorialmente para caracterizar a trajetória temporal da atividade produtiva industrial no Brasil. Acredita-se que a investigação do comportamento setorial em diferentes horizontes de tempo, bem como a análise dos co-movimentos entre os setores podem contribuir para o debate acerca do atual estágio da indústria nacional.

Portanto, o presente trabalho irá investigar a atividade industrial brasileira através da análise desagregada em seus quatro principais sub-setores (Construção Civil; Extrativismo Mineral; Eletricidade e Gás, Água, Esgoto e Limpeza Urbana, e Transformação). A partir da definição clássica de ciclos de negócios estabelecida por Burns e Mitchell (1946), a decomposição das séries em componente permanente e componente transitória será realizada via a Análise Multirresolução *Wavelet*. Tal método é tido como um refinamento da análise espectral de Fourier, na medida em que permite uma resolução flexível na frequência e no tempo (Rua, 2012), permitindo decompor as séries temporais em componentes de longo prazo, ciclos de negócios clássicos e ruídos de alta frequência (Yogo, 2008).

A análise dos ciclos de negócios dos setores industriais será realizada em três vertentes: a saber, inicialmente será realizado o procedimento de datação dos ciclos de recessão e expansão via Harding e Pagan (2002), caracterizando a persistência e profundidade dos ciclos ocorridos nos setores; em seguida os co-movimentos entre os ciclos filtrados serão avaliados no domínio do tempo a partir da análise de correlação e causalidade de Granger; por fim, considerando o caráter estático das medidas de análise dos ciclos de negócios no domínio do tempo – correlação e causalidade de Granger – o estudo utilizará ferramentas espectrais – coerência e diferença de fase do espectro – para investigar a dinâmica dos ciclos de negócios setoriais em diferentes níveis de frequência dos ciclos.

Para fazê-lo este artigo está estruturado em cinco seções. Além desta, a segunda seção realiza uma breve discussão sobre a literatura relacionada ao tema. Em seguida, a seção 3 discute os procedimentos metodológicos. A quarta seção apresenta os resultados encontrados e a última traz as considerações finais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A decomposição das séries não estacionárias – em particular o Produto Interno Bruto – em uma combinação de componentes permanentes e transitórios parte do pressuposto de que por trás de movimentos de curto prazo, a economia se desenvolve ao longo de uma trajetória de crescimento, denotada por tendência temporal. Ou seja, determina-se que uma parte da trajetória do produto se desenvolve devido a presença de choques permanentes – tendência -, enquanto a outra fração dessa trajetória se desenvolve em função de flutuações cíclicas, devido a choques transitórios que desaparecem ao longo do tempo – ciclos.

Do ponto de vista empírico existem diversos estudos na literatura que identificam as componentes permanentes e transitórias das séries não estacionárias através de métodos de decomposição tendência e ciclo (Beveridge e Nelson, 1981; Engle e Granger, 1987; Stock e Watson, 1988; Vahid e Engle, 1993; Gonzalo e Granger, 1995; Perron e Wad, 2009).

Em uma linha de análise mais associada a esse artigo, destacam-se os estudos de Caporale (1997), Mejia-Reyes, Gómez e Balboa (2004), Wang (2010) e Wang (2013).

Utilizando a análise de componentes principais, Caporale (1997) investigou a importância relativa de choques setoriais e agregados sobre a geração das flutuações macroeconômicas no Reino Unido. Para decompor as séries dos setores de produção² do Reino Unido em componentes de tendência, de ciclo e de taxa de crescimento.

Wang (2010) utilizou um modelo de estado espaço, estimado via componentes não observados. Com relação ao PIB da Grã-Bretanha, o teste de hipótese realizado não rejeitou a hipótese nula de que a taxa de crescimento do País segue um processo de ruído branco, sendo a série do PIB integrada de ordem 1. Ainda com relação a dinâmica temporal do PIB, a decomposição via estado espaço indicou que os ciclos econômicos da economia britânica são modestamente duráveis e persistentes. Por fim, as flutuações estocásticas do PIB decorrem principalmente em função dos ciclos, indicando uma alta importância relativa do componente transitório nas oscilações da economia.

Wang (2013) prosseguiu com a discussão iniciada acima, analisando os co-movimentos entre os componentes transitórios – ciclos – dos setores produtivos do Reino Unido no domínio do tempo e da frequência. Resumidamente, os resultados apontam que os setores possuem um comportamento similar em baixas frequências (ciclos de longo prazo), mas, por outro lado, apresentam comportamentos heterogêneos em ciclos de média e alta frequência (médio e curto prazos).

Investigando a natureza dos ciclos econômicos nos setores industriais da economia mexicana a partir da concepção clássica de ciclos de negócios, Mejia-Reyes, Gómez e Balboa (2004) encontraram padrões assimétricos no comportamento dos ciclos de negócios da atividade industrial do México, observando que as taxas de crescimento das atividades produtivas industriais durante os períodos de expansão apresentaram-se superiores às taxas de queda na atividade em períodos de recessão. Os autores

² As séries coletadas foram: PIB; Agricultura; Sivilcutura e Psicultura; Oferta de Água, Gás e Eletricidade; Construção Civil; Serviços; Transporte, Comunicação e Armazenamento; Distribuição, Hotelaria, Restauração e Reparos.

observaram também que os ciclos de expansão possuem duração média superior as dos ciclos de recessão.

Há também uma série de estudos que se propõem a analisar as flutuações cíclicas da atividade econômica do Brasil a nível nacional e regional, como pode ser observado em (Morais, 2013; Issler e Vahid, 2001; Ellery Jr., Gomes e Sachida, 2002; Chauvet e Moraes, 2010), porém este estudo diferencia-se ao caracterizar tanto a natureza das expansões e recessões econômicas, como também investigar os comovimentos entre os ciclos econômicos a nível desagregado, em termos setoriais.

3 METODOLOGIA

Esta seção apresentará um breve resumo das questões metodológicas a serem abordadas ao longo da realização do exercício empírico. Para cumprir esse fim, dividiu-se a seção em quatro sub-seções.

Na seção inicial disponibiliza-se a fonte e descrição dos dados coletados para caracterizar o comportamento temporal dos ciclos de negócios dos subsetores industriais do Brasil.

Em seguida, a sub-seção 3.2 traz uma breve explanação sobre a técnica de decomposição de séries temporais utilizada para extrair os ciclos econômicos. Será apresentada também a justificativa da escolha do método de decomposição, bem como as especificações realizadas na implantação do modelo.

No intuito de avaliar a adequabilidade dos ciclos de negócios extraídos, será realizada a datação dos ciclos econômicos a partir das séries originais a fim de comparar os períodos de recessão e expansão identificados com o comportamento temporal dos ciclos econômicos. Assim, a sub-seção 3.3 apresentará o algoritmo de Harding e Pagan (2002) para a datação dos ciclos de negócios. Adicionalmente, será descrita uma série de medidas que permitem caracterizar a persistência e severidade dos ciclos econômicos em cada subsetor.

Por fim, com o objetivo de investigar a presença de co-movimentos entre os ciclos estimados, a sub-seção 3.4 apresentará o procedimento de análise espectral que será utilizado no presente artigo. A partir desta técnica será possível avaliar a relação entre os ciclos de negócios dos subsetores ao longo de distintas frequências de um ciclo econômico.

3.1 Base de Dados

A base de dados a ser explorada será construída através do conjunto de informações do Sistema de Contas Nacionais Trimestrais, disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Os Indicadores de Volume e Valores Correntes encontrados na pesquisa do IBGE decompõem a Indústria Total em quatro setores:

- Extrativa Mineral;
- Construção Civil;
- Transformação
- Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana (Eletricidade e Gás) .

O instituto disponibiliza informações sobre as variáveis na forma de uma série encadeada do índice de volume trimestral (Média de 1995=100), com ajuste sazonal realizado através do método X-13 Arima (programa de ajustamento sazonal do U. S. Census Bureau). Todas as variáveis possuem periodicidade trimestral, abrangendo o período do primeiro trimestre de 1996 até o último trimestre de 2016, totalizando 84 observações amostrais.

3.2 Decomposição dos ciclos de negócios – Transformada de Wavelet

A análise espectral, e em especial a análise de Fourier, têm sido comumente implantadas para a identificação de fatos estilizados de ciclos de negócios. No entanto, apesar de útil, a hipótese subjacente de estacionariedade-ergodicidade das séries em análise, limita o leque de variáveis macroeconômicas factíveis.

Para superar essa limitação, a transformada de *wavelet* expande a série temporal em versões escaladas e deslocadas de uma função cujas bandas espectrais e duração de tempo concentram-se em intervalos limitados. Visto a capacidade de realizar análises locais de uma série temporal, o método de *wavelet* é robusto a presença de mudanças repentinas de regimes, quebras no intercepto, outliers, distúrbios transitórios e choques de memória longa, os quais dissipam-se em longos intervalos de tempo (Benhmad, 2013).

Uma vez que o comprimento da banda é ajustado de acordo com a frequência, as *wavelets* combinam informações do domínio do tempo e da frequência, o que permite decompor variáveis macroeconômicas em diferentes componentes de escala de tempo, cada um refletindo a evolução do sinal pelo tempo em uma frequência particular. O que permite relaxar a hipótese de estacionariedade-ergodicidade da série.

3.2.1 Análise Multirresolução Wavelet

A análise multirresolução Wavelet realiza a reconstrução da série temporal $x(t)$ a partir dos filtros *lowpass* e *highpass*, os quais são dados por $\{f_0(k)\}_{k=0}^{\tilde{N}}$ e $\{f_1(k)\}_{k=0}^{\tilde{N}}$, respectivamente. Defina $\tilde{\phi}(t)$ como uma função dimensionamento (*scaling function*) expressa como:

$$\tilde{\phi}(t) = \sum_{k=0}^{\tilde{N}} 2h_0(k)\tilde{\phi}(2t - k) \quad (1)$$

E defina a transformada *wavelet* $\tilde{w}(t)$ pela equação:

$$\tilde{w}(t) = \sum_{k=0}^{\tilde{N}} 2h_1(k)\tilde{\phi}(2t - k) \quad (2)$$

Sejam $\tilde{\phi}_{jk}(t) = 2^{j/2}\tilde{\phi}(2^j t - k)$ e $\tilde{w}_{jk}(t) = 2^{j/2}\tilde{w}(2^j t - k)$, as funções dimensionamento e *wavelet* na escala j e localização k . O j -ésimo nível da decomposição wavelet de um sinal contínuo temporal $x(t)$ é dado por:

$$x(t) = \sum_k \tilde{\alpha}_{0k}\phi_{0k}(t) + \sum_{j=0}^{J-1} \sum_k \tilde{b}_{jk}w_{jk}(t) \quad (3)$$

Onde $\tilde{\alpha}_{0k} = \int x(t)\tilde{\phi}_{0k}(t)dt$ e $\tilde{b}_{jk} = \int x(t)\tilde{w}_{jk}(t)dt$.

Definindo $H_0(w)$ e $H_1(w)$ como as respostas em frequência dos filtros *lowpass* e *highpass*, respectivamente, o filtro que relaciona os coeficiente de dimensionamento $\tilde{\alpha}_{0k}$ ao sinal original possui uma resposta em frequência dada por:

$$A_0(w) = \prod_{l=0}^{J-1} H_0(2^l w) \quad (4)$$

Logo, o filtro relacionado trata-se de um filtro *lowpass* com uma aproximação *passband* $|w| \in [0, \frac{\pi}{2^J}]$. De forma análoga, o filtro que relaciona o coeficiente *wavelet* \tilde{b}_{jk} a nível j , ao sinal original possui a resposta em frequência dada por:

$$B_j(w) = H_1((2^{J-j-1}w) \prod_{l=0}^{J-j-2} H_0(2^l w) \quad (5)$$

O qual caracteriza-se como um filtro *bandpass* com uma aproximação *passband* $|w| \in [\frac{\pi}{2^{J-j}}, \frac{\pi}{2^{J-j-1}}]$.

Por fim, seja $F_o(w)$ a resposta em frequência do filtro síntese *lowpass*, quando $F_o(w)$ possui p zeros em π , a *wavelet* possui p momentos nulos. Dessa forma, os polinômios de ordem $p - 1$ podem ser expressos como uma combinação linear das funções dimensionamento $\phi_{0k}(t)$. Observe que para séries macroeconômicas não estacionárias, $p \geq 2$ é uma condição necessária na escolha do filtro *wavelet*.

No intuito de avaliar os fatos estilizados dos ciclos de negócios da atividade industrial no Brasil, o presente artigo segue a especificação de Yogo (2008), escolhendo a família *wavelet biorthogonal* para realizar a transformada *wavelet*.

Dentre as principais vantagens desta família em relação à família *orthogonal*, destaca-se o maior número graus de liberdade para uma ampla gama de funções, além da uma escala mais eficiente para as baixas frequências, o que permite uma extração mais robusta da tendência estocástica das séries temporais.

Para modelar o comportamento das séries temporais dos sub-setores industriais do Brasil a partir da definição clássica de ciclos de negócios, especificou-se que os ciclos filtrados devem possuir pelo menos 4 trimestres de duração e não devem perdurar mais do que 32 trimestres³.

Portanto a extração dos ciclos de negócios das séries temporais se dará a partir da decomposição *wavelet* em 5 escalas com distintas frequências. Em termos formais, seja $x(t)$ uma série temporal composta por um conjunto de dados trimestrais, a transformada de *wavelet* em 5 escalas irá decompor a série como:

$$x(t) = x_0(t) + \sum_{j=0}^3 y_j(t) \quad (6)$$

Onde $x_0(t)$ denota ciclos com periodicidade superior à 32 períodos (tendência estocástica) e $y_j(t)$ representa ciclos com periodicidade entre 2^{4-j} e 2^{5-j} períodos. Ou seja, $y_0(t)$, $y_1(t)$ e $y_2(t)$ são os componentes de ciclos econômicos (periodicidade de 16-32, 8-16 e 4-8 trimestres, respectivamente), os quais serão acumulados para construir o ciclo clássico de negócios. Enquanto $y_3(t)$ denota um ruído com periodicidade inferior à quatro trimestres, o qual será expurgado da análise.

Concluída a decomposição, a análise de adequabilidade dos ciclos de negócios extraídos será realizada através da comparação do comportamento temporal do ciclos estimados via *wavelet* e os períodos de recessão e expansão datados conforme a sub-seção a seguir.

³ Ciclos de negócios são oscilações com duração entre 4 e 32 trimestres.

3.3 Datação dos ciclos de negócios – Harding e Pagan (2002)

Para realizar o procedimento de datação dos períodos de contração, recessão, recuperação e expansão, partiu-se da definição clássica dos ciclos de negócios, estabelecida em Burns e Mitchell (1946), cuja fornece um procedimento efetivo para identificar os pontos de inflexão. A literatura aponta uma série de vantagens na utilização dessa definição, pôr exemplo, Canova (1998) aponta que os pontos de inflexão identificados são robustos a inserção de novas informações.

O procedimento desenvolvido por Harding-Pagan estende o algoritmo de Bry e Boschan (1971) para identificar os *turning points* em séries transformadas monotonicamente em termos de logaritmos naturais. Inicialmente, a metodologia busca determinar pontos de máximo e mínimo ao longo de um dado intervalo temporal. Posto isto, pares adjacentes de máximos (picos) e mínimos (vales) absolutos locais são selecionados como candidatos a representar os ciclos de negócios, passando a serem avaliados de acordo com um conjunto de regras. Ao fim do processo de seleção do algoritmo, são considerados somente os pares adjacentes onde a duração completa de um ciclo (pico a pico, vale a vale) possua no mínimo 5 trimestres e que cada fase de transição (pico a vale, vale a pico) tenha duração mínima de 2 trimestres.

Em termos algébricos, um pico em uma dada série trimestral y_t ocorrerá no período t se:

$$\{(y_t - y_{t-2} > 0, (y_t - y_{t-1}) > 0\} \text{ e } \{(y_{t+2} - y_t) < 0, (y_{t+1} - y_t) < 0\} \quad (7)$$

E um vale ocorrerá se:

$$\{(y_t - y_{t-2} < 0, (y_t - y_{t-1}) < 0\} \text{ e } \{(y_{t+2} - y_t) > 0, (y_{t+1} - y_t) > 0\} \quad (8)$$

Logo, um ciclo de negócios completo - pico a pico - é composto por duas fases: a fase de recessão (do pico até o vale) e a fase de expansão (do vale até o pico). A partir da definição das fases cíclicas é possível estudar o comportamento dos ciclos de negócios através de um conjunto de medidas. As principais características que resumem o comportamento das fases cíclicas são sua duração, amplitude e inclinação.

i) **Duração das Fases:** A medida representa o grau de persistência dos períodos de contração e expansão. Em termos matemáticos, a fase de recessão (expansão) é igual ao número de trimestres entre o pico (vale) e o próximo vale (pico).

ii) **Amplitude das Fases:** Levando-se em conta que as fases de expansão são, em média, mais duradouras do que as fases de recessão, a amplitude de uma recessão é mensurada a partir da taxa de alteração em y_t , a partir do pico (y_0), até o período em que o próximo vale é alcançado (y_k), onde o valor é dado em termos absolutos. Enquanto a amplitude de uma expansão é calculada a partir da diferença entre o vale (y_k) e o nível alcançado nos primeiros quatro trimestres de expansão (y_{k+4}).

iii) **Inclinação das Fases:** É calculada para investigar o grau de severidade de uma dada fase cíclica. Seu valor é igual a taxa de mudança entre o vale (pico) e o próximo pico (vale) alcançado, dividido pela duração da expansão (recessão). Os valores são dados em termos absolutos.

3.4 Análise da sincronização entre os ciclos de negócios dos sub-setores industriais

A utilização de técnicas espectrais é considerada uma importante ferramenta para identificar alguns fatos estilizados sobre ciclos de negócios. Através da análise de Fourier das séries cíclicas pode-se avaliar a sincronização entre os *business cycle* de diferentes setores (regiões) ao longo de distintas frequências dos ciclos (curto, médio e longo prazo), contribuindo para a discussão dos co-movimentos entre séries temporais em distintas frequências (Aguar-Conraria, Azevedo e Soares, 2008).

Considere um vetor de duas variáveis estacionárias $y_t = (X_t, Y_t)$. Seja $S_{YY}(w)$ o espectro populacional de Y e $S_{YX}(w)$ o espectro populacional cruzado (*cross spectrum*) entre X, Y . O *cross spectrum* populacional pode ser escrito em termos de seus componentes reais e imaginários como $S_{YX}(w) = C_{YX}(w) + i Q_{YX}(w)$, onde $C_{YX}(w)$ e $Q_{YX}(w)$ denotam o *cospectrum* populacional e *quadrature spectrum* populacional entre X, Y , respectivamente.

A coerência (*coherence populational*) representa o grau de sincronia entre duas séries temporais no domínio da frequência, sendo uma medida do grau ao qual X e Y são conjuntamente influenciadas por ciclos de frequência w .

$$h_{YX}(w) = \frac{[C_{YX}(w)]^2 + [Q_{YX}(w)]^2}{S_{YY}(w) S_{XX}(w)} \quad (9)$$

A coerência toma valores entre $0 \leq h_{YX}(w) \leq 1$. Se $h_{YX}(w) = 1$ em algum dado ponto então ambas as séries caminham juntas a uma dada frequência, ou ciclo; se $h_{YX}(w) = 1$ para todo ponto espectral então as séries são comuns em todas as frequências, ou ciclos.

Já o espectro cruzado geralmente é representado no campo dos complexos, e pode ser expresso na sua forma polar:

$$S_{YX}(w) = C_{YX}(w) + i Q_{YX}(w) = R(w) \exp(i \theta(w)) \quad (10)$$

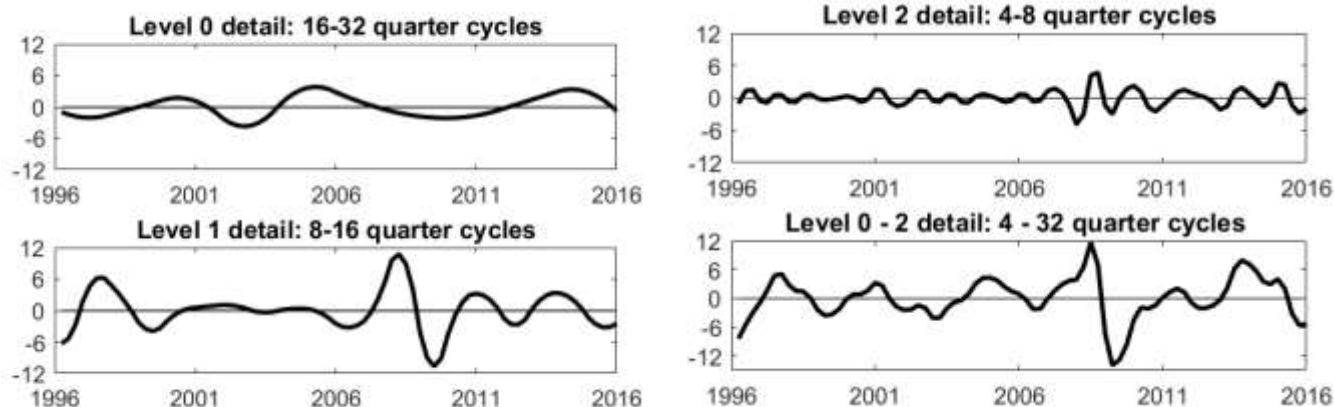
onde $R(w) = \{[C_{YX}(w)]^2 + [Q_{YX}(w)]^2\}^{1/2}$ e $\theta(w)$ representa o ganho e o ângulo em radianos na frequência w . O uso da análise espectral com valores complexos tem a vantagem de computar a fase da transformação espectral de cada série proporcionando informações em relação aos atrasos das oscilações entre duas séries como função da frequência. A diferença de fase, portanto, mostra a posição relativa entre duas séries, indicando se as mesmas movem-se conjuntamente ou se há alguma relação de liderança.

4 RESULTADOS

4.1 Decomposição das Séries Temporais em Tendências e Ciclos de Negócios

Conforme foi discutido na seção anterior, o método de *wavelet* caracteriza-se como uma importante ferramenta para a análise de séries temporais não estacionárias, permitindo a decomposição das séries a partir de mudanças de escala de intervalos limitados. Para realizar uma reconstrução fiel dos sinais originais ($x(t)$) será utilizado a família *wavelet biorthogonal*, com função dimensionamento replicado por um polinômio de grau 5. Até a aproximação de nível 0 do filtro *wavelet* caracteriza-se como um filtro *lowpass*, a qual não permite a passagem de sinais com frequência inferior a 32 períodos. Os níveis 0, 1 e 2 correspondem a filtros *bandpass* com aproximadamente 16-32, 8-16 e 4-8 períodos, respectivamente. Já o nível 3 corresponde a um filtro *highpass*, o qual captura sinais com banda de frequência inferiores a 4 períodos (ruídos de alta frequência).

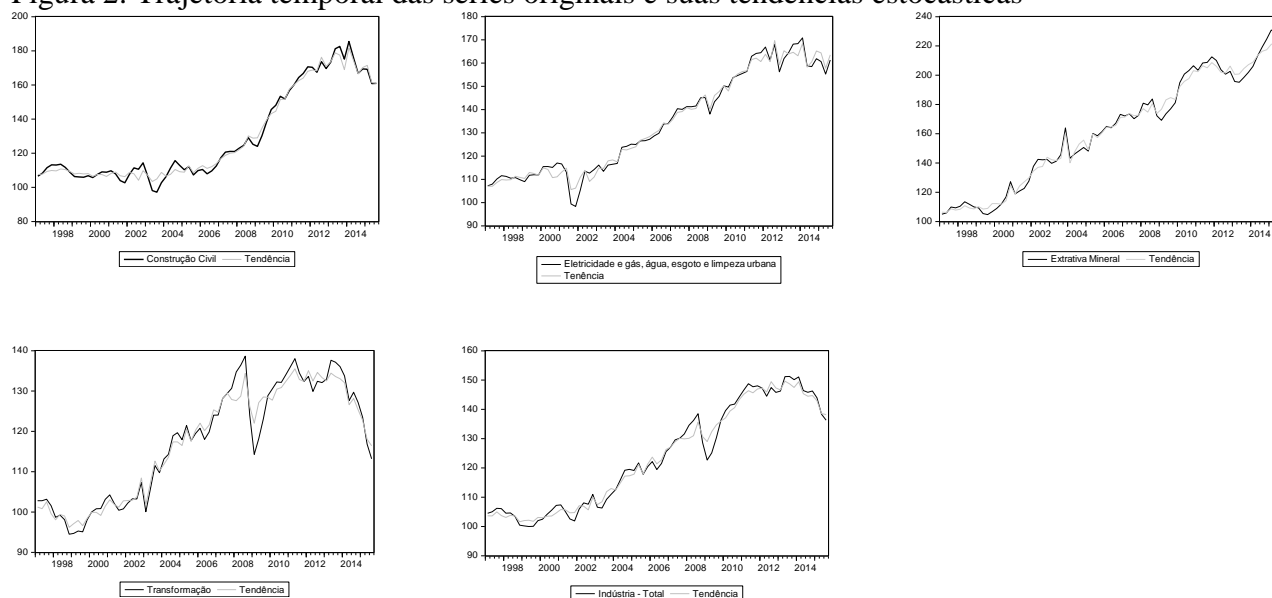
Figura 1: Representação Multirresolução *Wavelet* do Ciclo de Negócios – Setor de Transformação



Fonte: Elaborado pelo autor.

Posto isto, os componentes de baixa frequência – com periodicidade superior a 32 trimestres – evidenciam o comportamento de longo prazo das séries, sendo uma medida do componente permanente das mesmas.

Figura 2: Trajetória temporal das séries originais e suas tendências estocásticas



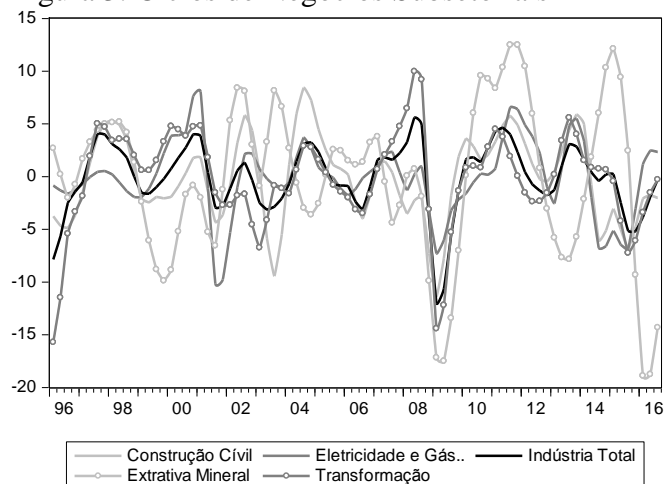
Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 2 apresenta a evolução temporal das séries analisadas, bem como as suas respectivas tendências de longo prazo. Pode-se observar que as trajetórias temporais das séries são fortemente conectadas às suas tendências de longo prazo em grande parte do tempo, o que indica que as mesmas sejam predominantemente influenciadas pelos seus fundamentos econômicos.

Observa-se porém, que a maior volatilidade na Indústria de Transformação a partir do terceiro trimestre de 2007 até o quarto trimestre de 2013 deve-se em grande medida ao seu componente cíclico, uma vez que a tendência de longo prazo da série não acompanhou a acentuação do seu comportamento oscilatório. A partir do ano de 2014 até o fim do período amostral, porém, o componente não estacionário da série – tendência – acompanhou a forte queda da produção do setor de transformação, indicando que a recessão desencadeada neste período ocorreu em função de mudanças estruturais em seus fundamentos econômicos e não dos choques aleatórios de curto prazo.

Com relação às demais séries, o setor Extrativa Mineral apresentou forte volatilidade a partir do primeiro trimestre de 2012. A Figura 3 indica que esse movimento foi resultado de choques econômicos de curto prazo, visto a grande oscilação observada em seu ciclo de negócios.

Figura 3: Ciclos de Negócios Subsetoriais



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os ciclos de negócios da Indústria de Transformação e da Indústria Total apresentam um comportamento temporal próximo ao longo do intervalo temporal de análise, diferenciando-se entre si com relação à intensidade dos períodos de recessão e expansão econômica.

Dentre o período 2001:1-2002:2 houve uma forte recessão no ciclo do subsetor de Eletricidade e Gás., obtendo-se o menor nível de seu ciclo de negócios. Observa-se também que o componente de tendência sofreu uma queda em sua taxa nesse período, o que indica que a crise energética observada na época foi associada a uma queda em sua base econômica – falta de investimentos no setor – aliada a um choque aleatório de curto prazo – estiagem prolongada.

Com o objetivo de caracterizar os ciclos de negócios filtrados, a Tabela 1 apresenta algumas estatísticas descritivas. As estatísticas de valores máximos e mínimos destacam que todas as demais séries apresentam em termos absolutos valores mínimos superiores aos seus respectivos valores máximos. Esse resultado encontra respaldo na literatura, na medida que as recessões são caracterizadas por profundas quebras na atividade econômica, enquanto períodos de expansão são caracterizados por movimentos graduais (Perron e Wada, 2009).

Os ciclos subsetoriais possuem coeficientes de assimetria nas mesmas direções, diferindo entre si na intensidade. A exceção do ciclo de Construção Civil, todos os subsetores apresentaram uma distribuição de probabilidade mais achatada que a normal – leptocúrtica.

Tabela 1: Estatísticas Descritivas dos Ciclos de Negócios

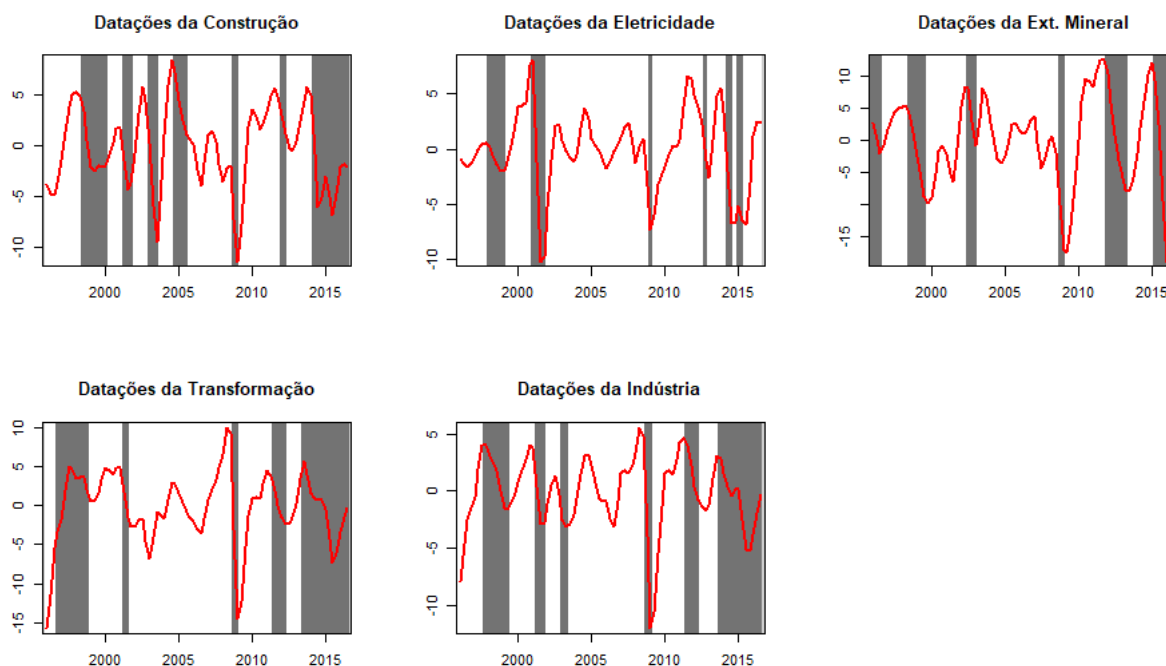
| | Construção Civil | Eletricidade e Gás | Extrativa Mineral | Transformação | Indústria – Total |
|---------------|------------------|--------------------|-------------------|---------------|-------------------|
| Média | -0,17368 | -0,12033 | -0,1889 | -0,11318 | -0,17076 |
| Mediana | 0,172435 | -0,0388 | 0,218981 | 0,197833 | 0,593131 |
| Máximo | 8,429657 | 8,046641 | 12,50298 | 5,5866 | 9,976471 |
| Mínimo | -11,3738 | -10,1671 | -18,8831 | -12,0022 | -15,705 |
| Desvio Padrão | 4,044145 | 3,564777 | 7,254709 | 3,249739 | 4,557263 |
| Assimetria | -0,23995 | -0,38822 | -0,56843 | -1,06252 | -0,96595 |
| Curtose | 2,691092 | 3,655068 | 3,146156 | 4,962085 | 4,959403 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2 Datação dos Ciclos de Negócios

Usando o algoritmo BBQ identificou-se os períodos de recessão e expansão dos subsetores industriais do Brasil durante o período de 1996:1 – 2016:3. Para verificar a adequabilidade dos ciclos extraídos a partir da análise *wavelet*, a Figura 4 compara os períodos de expansões e recessões datados com o comportamento temporal dos ciclos de negócios filtrados para os quatro subsetores industriais e a Indústria Total. As barras cinzas sinalizam os períodos de recessão; isto é, o intervalo temporal em que a atividade produtiva sai de um pico de produção até o período onde atinge um vale.

Figura 4: Ciclos de Negócios dos Subsetores Industriais e da Indústria do Brasil e Datações.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: As áreas sombreadas correspondem aos períodos de recessão datados via Harding e Pagan (2002).

As comparações realizadas demonstram um grau de ajuste satisfatório da técnica de decomposição adotada. Em geral, os máximos e mínimos locais dos ciclos filtrados corresponderam aos picos e vales datados. A única exceção corresponde a primeira recessão identificada na série de Transformação, o procedimento de Harding e Pagan indica que o período de recessão se iniciou em 1996:3, enquanto o ciclo filtrado aponta que o pico da atividade produtiva ocorreu 1997:3, quatro trimestres mais tarde.

Tabela 2 - Datação dos *turning points* dos ciclos de negócios nos setores brasileiros

| Construção Civil | | Extrativa Mineral | | Eletricidade e Gás, Água,.. | | Transformação | | Indústria - Total | |
|------------------|--------|-------------------|--------|--------------------------------|--------|---------------|--------|-------------------|--------|
| Picos | Vales | Picos | Vales | Picos | Vales | Picos | Vales | Picos | Vales |
| 1998:2 | 2000:1 | | 1996:3 | 1997:4 | 1999:4 | 1996:3 | 1998:4 | 1997:3 | 199:2 |
| 2001:1 | 2001:4 | 1998:3 | 1999:3 | 2000:4 | 2001:4 | 2001:1 | 2001:3 | 2001:1 | 2001:4 |
| 2002:4 | 2003:3 | 2002:2 | 2003:1 | 2008:4 | 2009:2 | 2008:3 | 2009:1 | 2002:2 | 2003:2 |
| 2004:3 | 2005:3 | 2008:3 | 2009:1 | 2012:3 | 2013:1 | 2011:2 | 2012:2 | 2008:3 | 2009:2 |
| 2008:3 | 2009:1 | 2011:4 | 2013:2 | 2014:1 | 2014:3 | 2013:2 | | 2011:2 | 2012:2 |
| 2011:4 | 2012:2 | 2015:1 | 2016:1 | 2014:4 | 2015:2 | | | 2013:2 | |
| 2014:1 | | | | | | | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Beneficiada pelo aumento do preço das commodities e pela aceleração da economia chinesa (maior parceiro comercial do Brasil no setor de mineração) a Indústria Extrativa apresentou um longo período de expansão entre os anos de 2003 até 2012, havendo apenas um pequeno período de recessão devido a crise internacional entre 2008:4 – 2009:2. Entretanto, desde o início dos anos 2010 o setor sofreu dois períodos de recessão, fruto de uma redução dos preços das commodities no mercado internacional – em especial do minério e do petróleo –, e do arrefecimento do processo de crescimento da economia chinesa.

O subsetor de Eletricidade e Gás. apresentou ciclos de recessão de baixa persistência, destacando-se apenas o período entre 2000:4 – 2001:4 que apresentou uma forte queda na atividade do setor, devido a crise energética que assolou o país na época.

A série Construção Civil apresentou dois ciclos recessivos de curta duração, com duração de dois trimestres, entre 2008:3-2009:1 e 2011:4-2012:2. O primeiro período está diretamente relacionado aos efeitos adversos da crise financeira internacional, enquanto que o segundo período de recessão se deveu especialmente à queda da atividade econômica nacional.

Ressalta-se, por outro lado, a presença de dois ciclos de recessão duradouros no subsetor. Ao longo do intervalo 1998:2 – 2000:1 a atividade apresentou um cenário fortemente recessivo. Nesse período, as crises financeiras da Rússia e Ásia e a adoção do regime cambial flutuante acentuaram as incertezas no mercado, causando uma grande volatilidade na taxa de juros e taxa de câmbio, explicando a retração na atividade de Construção Civil.

Por fim, o subsetor vem sofrendo com um período de recessão que já perdura há 11 trimestres (2014:1 até o último período amostral – 2016:3). Entre os principais fatores que contribuem para esse movimento, destaca-se que a crise interna vigente reduziu a confiança dos agentes, diminuiu o poder aquisitivo das famílias e causou aumento de restrições ao crédito, resultando em uma queda significativa na atividade produtiva do setor.

A mesma deterioração das condições de mercado afetou a Indústria de Transformação, na medida em que houve uma redução do consumo de bens duráveis o que contribuiu para a perda de dinamismo do setor a partir de 2013:2 (EPE, 2016). Outro período de forte contração do setor de Transformação foi observado entre 1996:3 – 1998:4, dado a forte conexão com o setor externo, o período de fixação do câmbio em um nível valorizado e a presença de crises internacionais contribuíram para a queda do setor.

É possível notar um elevado sincronismo entre os ciclos do subsetor de Transformação e do Setor Industrial, uma vez que ambos possuem a mesma quantidade de períodos de recessão, com os seus respectivos picos e vales diferindo no máximo em dois trimestres.

Tabela 3: Fatos Estilizados dos Ciclos de Negócios

| | Fase do Ciclo | Duração | Amplitude | Inclinação |
|-------------------------------|---------------|---------|-----------|------------|
| Construção Civil | Expansão | 7,0 | 14,89 | 2,87 |
| | Recessão | 3,5 | 8,5 | 2,43 |
| Eletricidade e Gás, Água.. | Expansão | 11,0 | 9,23 | 1,87 |
| | Recessão | 2,5 | 9,9 | 3,96 |
| Extrativa Mineral | Expansão | 12,3 | 14,1 | 2,85 |
| | Recessão | 4,0 | 12,3 | 3,10 |
| Transformação | Expansão | 12,5 | 7,59 | 1,60 |
| | Recessão | 4,2 | 12,5 | 2,98 |
| Indústria – Total | Expansão | 9,6 | 9,7 | 1,70 |
| | Recessão | 3,6 | 7,3 | 2,03 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 3 contém informações relacionadas à persistência e severidade das flutuações econômicas ocorridas nos subsetores industriais e na indústria total durante o período de 1996:1 – 2016:3. Quanto ao tempo médio de duração dos ciclos, a assimetria observada segue o padrão já observado na literatura, com duração média das fases de recessão sendo mais curtas do que os ciclos de expansão.

De acordo com a quarta coluna da Tabela 3, as variáveis Construção Civil, Extrativa Mineral e Indústria Total demonstraram assimetria no coeficiente de amplitude, no sentido de que o crescimento observado na atividade produtiva nos quatro primeiros períodos de expansão é superior a queda ocorrida em períodos de recessão. Para as demais séries a relação se altera com as atividades crescendo menos no estágio inicial de expansão se comparadas com as quedas ocorridas nos períodos de recessão.

Por fim, exceto para a Construção Civil, a taxa de inclinação confirma a hipótese de que os períodos de recessão tendem a ser mais severos, com destaque para as séries de Transformação e Eletricidade e Gás, Água, Esgoto e Limpeza Urbana, cujos apresentaram taxas de inclinação (86,5% e 117%, respectivamente) superiores em períodos de recessão se comparado à períodos de expansão.

Em resumo, a partir dos coeficientes estimados para a duração média dos ciclos e taxa de inclinação, conclui-se que os ciclos econômicos nos subsetores industriais apresentam os padrões verificados pela literatura especializada, com os ciclos de recessão sendo menos persistentes, porém mais violentos do que os ciclos de expansão, que apresentam-se mais duradouros e graduais.

4.3 Sincronização entre os Ciclos de Negócios

A Tabela 4 indica que somente as correlações diretas entre a série Extrativa Mineral e as variáveis Eletricidade e Gás.. e Transformação não foram estatisticamente significantes a um nível de 5% de significância. As demais relações apresentaram-se positivas e estatisticamente significantes, o que sugere um alinhamento na resposta dos movimentos de curto prazo dos subsetores industriais frente à choques temporários.

O subsetor Extrativa Mineral apresentou os níveis menos elevados de correlação com as demais variáveis, oscilando entre 0,059 e 0,411, indicando uma maior independência no comportamento temporal deste com relação aos demais subsetores e a Indústria Total. Para os demais ciclos individuais o índice de correlação variou entre 0,457 e 0,912, com as séries Indústria Total e Transformação possuindo o nível mais elevado de correlação.

Tabela 4: Correlação entre os Ciclos da Atividade Industrial

| | Construção Civil | Eletricidade e Gás, Água... | Extrativa Mineral | Transformação | Indústria – Total |
|--------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------|---------------------|-------------------|
| Construção Civil | 1 ----- | | | | |
| Eletricidade e Gás | 0,619709 (0,000) | 1 ----- | | | |
| Extrativa Mineral | 0,283465 (0,001) | 0,058678 (0,5982) | 1 ----- | | |
| Transformação | 0,509961 (0,000) | 0,456953 (0,000) | 0,171314 (0,1215) | 1 ----- | |
| Indústria – Total | 0,722604 (0,000) | 0,583979 (0,000) | 0,411147 (0,000) | 0,912184 (0,000) | 1 ----- |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: As estatísticas entre parênteses representam os p-valores.

Dado a similaridade, no sentido do comportamento de curto prazo dos ciclos individuais observado pela análise de correlação, o teste de causalidade de Granger torna-se uma ferramenta útil para inferir sobre a possível presença de contágio entre os ciclos individuais, avaliando se um ou mais ciclos possuem capacidade preditiva sobre os demais. Segundo a Tabela 5 o ciclo da série Eletricidade e Gás.. foi o único que apresentou capacidade em termos preditivos, causando no sentido de Granger o ciclo da Construção Civil e não sendo previsto por nenhum dos ciclos individuais.

Tabela 5: Causalidade de Granger entre os Ciclos.b

| | Construção Civil | Eletricidade e Gás, Água... | Extrativa Mineral | Transformação | Indústria - Total |
|----------------------------|------------------|-----------------------------|-------------------|---------------|-------------------|
| Construção Civil | | 0,6416 | 0,7741 | 0,8456 | 0,2746 |
| Eletricidade e Gás, Água.. | 0,050* | | 0,1315 | 0,2718 | 0,7222 |
| Extrativa Mineral | 0,4138 | 0,1955 | | 0,5825 | 0,5087 |
| Transformação | 0,1526 | 0,1972 | 0,9870 | | 0,4369 |
| Indústria – Total | 0,6993 | 0,4323 | 0,9961 | 0,7729 | |

Fonte: Elaborado pelo autor. Teste de causalidade com 12 defasagens. b Tabela reporta o p-valor do teste. * significância de 5%.

4.4 Análise da Sincronização no Domínio da Frequência

Os resultados observados na sub-seção anterior sugerem:

- i) independência nos movimentos de curto prazo do ciclo do subsetor Extrativa Mineral;
- ii) sincronização entre os ciclos das séries de Transformação e Indústria Total;
- iii) presença de contágio do setor de Eletricidade e Gás. sobre o comportamento de curto prazo do setor de Construção Civil.

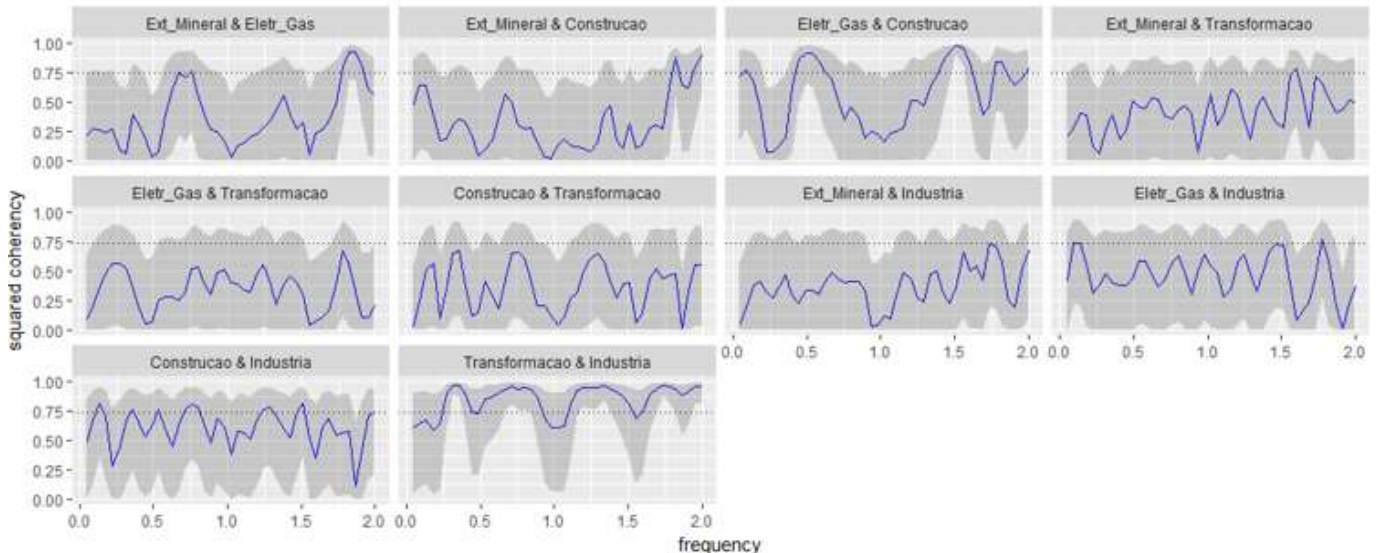
Ressalta-se porém que as técnicas de correlação e causalidade de Granger apresentam importantes limitações na análise dos co-movimentos entre ciclos econômicos, uma vez que ambas são medidas estáticas, não contendo informações acerca da dinâmica das relações entre as séries temporais (Engle e Kozick, 1993).

Considerando tais limitações, este trabalho utiliza também técnicas de análise espectral para investigar o comportamento dos ciclos no domínio da frequência. Conforme já discutido anteriormente, para investigar o grau de sincronização entre as séries em diferentes frequências dos ciclos será utilizado a medida de coerência. A coerência refere-se ao grau de influência em conjunto dos pares de ciclos em um dado nível de frequência w , sendo uma medida direta do quadrado da correlação das amplitudes nesta frequência. A coerência varia no intervalo entre um 0 e 1, onde o valor igual a 1 indica que duas séries são perfeitamente correlacionadas no domínio da frequência.

Já a presença de contágio entre as variáveis será analisada através da diferença de fase. A diferença de fase é uma medida de espectro de fase entre dois ciclos na frequência w , se dois ciclos oscilam conjuntamente em uma dada frequência w , diz-se que sua diferença de fase é igual à zero.

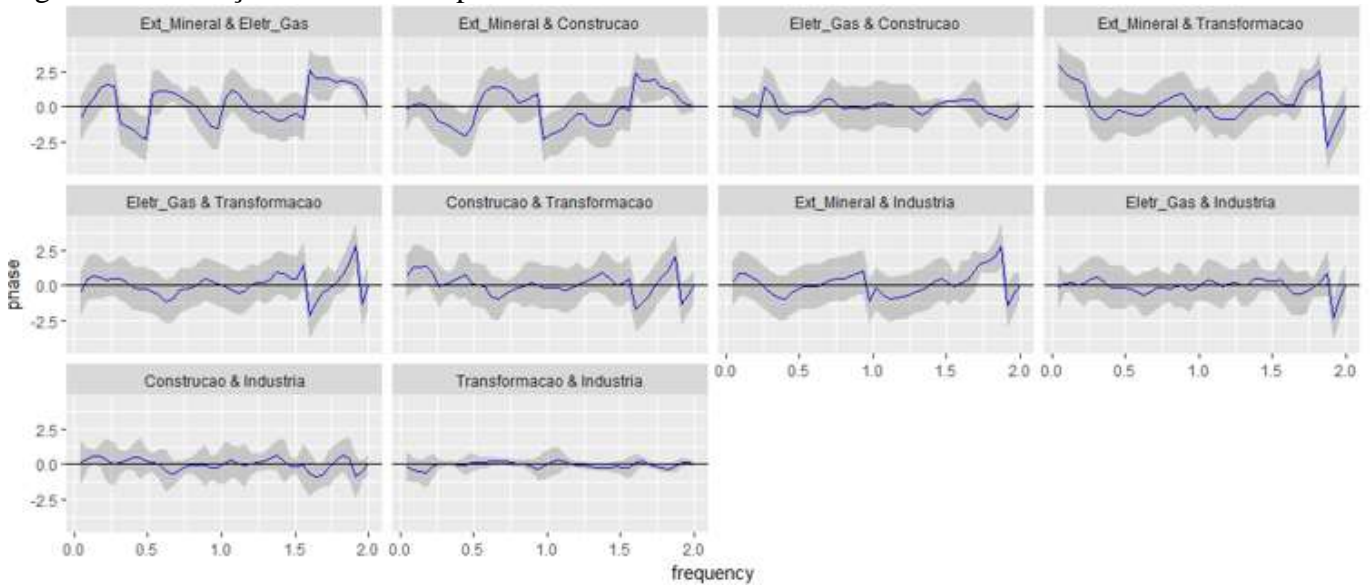
A existência de sincronização entre os ciclos econômicos é identificada através da análise espectral se a coerência for próxima de um e a diferença de fase oscilar em torno de zero ao longo de diferentes frequências. A Figura 5 apresenta os resultados com respeito à análise de coerência do espectro, enquanto a Figura 6 apresenta a diferença de fase de espectro. As frequências estão normalizadas, no eixo horizontal, onde a frequência igual a 2 corresponde ao período de um trimestre, o ponto 1 representa o período de dois trimestres, 0,5 indica os ciclos de quatro trimestres, e assim por diante.

Figura 5: Coerência entre os espectros



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 6: Diferença de Fase dos Espectros



Fonte: Elaborado pelo autor.

As figuras 5 e 6 mostram os resultados da análise espectral entre as séries investigadas, cada par ordenado identificado na Figura 5 representa a coerência entre os ciclos enquanto na Figura 6 indica a diferença de fase entre os ciclos.

Os resultados confirmam a hipótese de que a série Extrativa Mineral possui um grau de associação baixo com as demais variáveis, com o índice de coerência próximo de zero, no entanto destaca-se que o nível de coerência apresenta valores mais elevados para frequências de curtíssimo prazo (até dois trimestres). As características deste setor, como intensiva produção de bens primários, fazem com que seu desempenho seja dependente do preço das *commodities*, o que implica em uma baixa associação com o desempenho produtivo dos demais setores industriais.

Os resultados da coerência e diferença de fase entre os ciclos econômicos da série Transformação e Indústria Total confirmam a hipótese de sincronização. Observa-se que o índice de coerência foi próximo de 1 e a diferença de fase próxima de 0 em todas as frequências analisadas.

Com referência a associação entre a série Eletricidade e Gás.. e o setor de Construção Civil, observou-se um nível de coerência estatisticamente superior a 0,75 somente para os ciclos com duração de aproximadamente dois trimestres. Já a diferença de fase do espectro oscilou próximo de 0 para todas as frequências, rejeitando, portanto, a hipótese de contágio entre as séries.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste artigo foi examinar o comportamento da atividade industrial do Brasil em nível desagregado a partir da abordagem clássica dos ciclos de negócios. Para cumprir o determinado fim, a decomposição das séries temporais em componente permanente (tendência de longo prazo) e componente transitório (ciclo) foi realizada através da Análise Multirresolução *Wavelet*.

Os ciclos de negócios extraídos demonstraram-se bem ajustados às datações de recessões e expansões realizadas via algoritmo de Harding e Pagan (2002), validando a metodologia utilizada. Evidenciou-se, adicionalmente, que os ciclos econômicos dos setores industriais brasileiros possuem características assimétricas quanto à duração e intensidade. Em particular, observou-se que as fases de expansão possuem uma duração superior às fases de recessão para todos os setores, porém, a intensidade de queda durante as recessões econômicas apresentou-se superior à velocidade de crescimento durante os períodos de expansão (a única exceção observada foi o setor de Construção Civil).

Em termos gerais, os resultados sugerem que as atividades industriais apresentam certo nível de sincronização, com destaque para o nível de correlação entre o setor de Construção Civil e o setor de Eletricidade e Gás. (0,62). Por outro lado, indica-se que o ciclo do setor Extrativa Mineral não apresenta integração com a dinâmica de curto prazo dos demais setores.

A associação dos ciclos setoriais com o ciclo da Indústria Total sugere uma forte sincronização entre o último e o setor de Transformação, apresentando um nível de correlação superior a 0,90.

O teste de causalidade de Granger indicou a presença de contágio entre o setor de Eletricidade e Gás e o setor de Construção Civil. Sugerindo que o fluxo de causalidade pode ser relacionado à grande demanda de energia por parte do setor de Construção Civil, o que potencializa a propagação dos choques temporários do primeiro setor em direção ao segundo. Ressalta-se, porém, que os resultados da coerência e diferença de fase do espectro rejeitaram-se a hipótese de contágio entre os setores.

Por fim, as medidas de análise espectral confirmaram a hipótese de sincronização entre a Indústria Total e o setor de Transformação. Desta forma, destaca-se que além de ser o setor com maior participação na atividade industrial, o setor de Transformação é aquele que apresenta o comportamento de curto prazo mais próximo da atividade industrial.

Em suma, o presente artigo contribui com a literatura ao investigar de forma desagregada a natureza dos ciclos econômicos da atividade industrial do Brasil. Ressalta-se que alguns resultados destacados, tais como a assimetria dos ciclos econômicos e a sincronização industrial merecem estudo mais formal.

Quanto à natureza assimétrica dos ciclos, sugere-se a adoção de modelos com mudança de regime markoviana (Hamilton e Owyang, 2012; Alvarez, Camacho e Ruiz, 2018), os quais permitem a partir da matriz das probabilidades de transição inferir sobre a persistência dos ciclos econômicos.

Por fim, com respeito aos co-movimentos observados entre os ciclos setoriais, um avanço seria considerar medidas de sincronização variantes no tempo (Soares e Aguiar-Conraria, 2011; Leiva-Leon, 2017), a fim de observar o comportamento dinâmico da sincronização entre os ciclos frente as crises recentes vivenciadas na economia brasileira.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR-CONRARIA, L.; AZEVEDO, N.; SOARES, M. J. Using wavelets to decompose the time-frequency effects of monetary policy. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, v. 387, n. 12, p. 2863–2878, 2008.
- ALVAREZ, R.; CAMACHO, M.; RUIZ, M. Inference on filtered and smoothed probabilities in Markov-switching autoregressive models. **Journal of Business & Economic Statistics**, p. 1-12, 2018.
- BAXTER, M., KING, R. G. Measuring Business Cycles: Approximate Band-Pass Filters for Economic Time Series. **The Review of Economics and Statistics**, v. 81 (4), p. 575–593, 1999.
- BENHMAD, F. Dynamic cyclical comovements between oil prices and US GDP: A wavelet perspective. **Energy Policy**, v. 57, p. 141-151, 2013.
- BEVERIDGE, S., NELSON, C. R. A. New Approach to Decomposition of Economic Time Series into Permanent and Transitory Components with Particular Attention to Measurement of the Business Cycle. **Journal of Monetary Economics**, v. 7, p. 151-174, 1981.
- BRY, Gerhard; BOSCHAN, Charlotte. Programmed selection of cyclical turning points. **Cyclical Analysis of Time Series: Selected Procedures and Computer Programs**. NBER, 1971. p. 7-63.
- BURNS, A. F.; MITCHELL, W. C. Measuring business cycles. **Nber Books**, 1946.
- CANOVA, F. Detrending and business cycle facts. **Journal of Monetary Economics**, v. 41, n. 3, p. 475-512, 1998.
- CAPORALE, G. M. Sectoral shocks and business cycles: a disaggregated analysis of output fluctuations in the UK. **Applied Economics**, v.29, p.1477–82, 1997.
- CLARK, P. K. The cyclical component of the US economic activity. **Quarterly Journal of Economics**, v.102, p.797–814, 1987.
- ENGLE, E. M. R. A. A unified approach to the study of sums, products, time-aggregation and other functions of ARMA processes, **Journal of Time Series Analysis**, v.5, p.159–171, 1984.
- GONZALO, J., GRANGER, C.W.J. Estimation of Common Long-Memory Components in Cointegrated Systems. **Journal of Business and Economic Statistics**, v.33, p.27-35, 1995.
- HAMILTON, J.D.; OWYANG, M.T. The propagation of regional recessions. **Review of Economics and Statistics**, v. 94, n. 4, p. 935-947, 2012.
- HARDING, D.; PAGAN, A. Dissecting the cycle: a methodological investigation. **Journal of monetary economics**, v. 49, n. 2, p. 365-381, 2002.
- HODRICK, R., PRESCOTT, E. Post-war U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation. **Working Paper, Carnegie-Mellon, University**, 1981. Reimpresso em **Journal of Money, Credit and Banking**, v. 29, No. 1, 1997.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Informe: contas nacionais trimestrais, indicadores de volume e valores correntes (2016). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>, acesso em 05 de fevereiro de 2017.
- LEIVA-LEON, D. Measuring Business Cycles Intra-Synchronization in US: A Regime switching Interdependence Framework. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, v.79, n.4, p.513–545, 2017.
- LONG, J. B.; PLOSSER, C. I. Sectoral vs. aggregate shocks in the business cycle, **American Economic Review**, v.77, p.333–336, 1987.
- MORLEY, J.C.; NELSON, C.R.; ZIVOT, E. Why Are the Beveridge-Nelson and Unobserved-Components of GDP So Different? **Review of Economics and Statistics**, v.85, n.2, p.235-243, 2003.
- PERRON, P. Further Evidence on Breaking Trend Functions in Macroeconomic Variables, **Journal of Econometrics**, v. 80, p.355-385, 1997.
- RUA, A. Money Growth and Inflation in the Euro Area: A Time-Frequency View. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, v. 74, n. 6, p. 875–885, 2012.
- SOARES, M.J.; AGUIAR-CONRARIA, L. Business cycle synchronization and the Euro: A wavelet analysis. *l*, v. 33, n. 3, p. 477-489, 2011.

- STOCK, J. H.; WATSON, M. W. Testing for Common Trends. **Journal of the American Statistical Association**, v. 83, n. 404, p. 1097-1107, 1988.
- VAHID, F.; ENGLE, R.F. Common Trends and Common Cycles, **Journal of Applied Econometrics**, v.8, p.341-360, 1993.
- WANG, P. An examination of business cycle features in UK Sectoral Output, **Applied Economics**, v.42, n.25, p.3241-3252, 2010.
- WANG, P. Business Cycle Phases and Coherence—a Spectral Analysis of UK Sectoral Output. **The Manchester School**, v. 81, n. 6, p. 1012-1026, 2013.
- YOGO, M. Measuring business cycles: A wavelet analysis of economic time series. **Economics Letters**, v. 100, n. 2, p. 208-212, 2008.