



ISSN: 2594-679X

TENDÊNCIA E FLUTUAÇÕES DE CICLOS ECONÔMICOS DA INFLAÇÃO PELA TÉCNICA DE WAVELETS

TRENDS AND FLUCTUATIONS IN ECONOMIC CYCLES OF INFLATION
USING THE WAVELET TECHNIQUE

Maricéia Tatiana Vilani.¹
Marcos Tetuliano de França²
Ademir Patrício da Costa³

RESUMO: A Inflação pode ser analisada ou medida pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo, que representa o aumento de preços dos produtos num determinado país ou região, durante um período. Tais índices afetam diretamente a economia do país, trazendo riscos para empreendedores, empresários e investidores de todos os setores econômicos do Brasil. Dessa forma realizou-se uma análise mensal do índice de preços ao consumidor do Brasil, no período de 4 anos consecutivos. Partindo dessa premissa, o presente trabalho teve como objetivo, analisar o índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) pela Técnica de Wavelets. Na metodologia simulou-se as Wavelets de Morlet, verificando sua tendência e Periodicidade (Flutuações de ciclos econômicos) ao longo do período. Verificou-se que as Wavelets retratam adequadamente a tendência espacial e temporal, pelo espectro de energia, com periodicidades dominantes de flutuações de ciclos econômicos da Inflação entre 2 e 4 meses, proporcionando informações úteis e estratégicas para os vários setores da economia do País.

Palavras-chave: Modelagem, Wavelets de Morlet, Índice de Inflação.

ABSTRACT: Inflation can be analyzed or measured by the Broad Consumer Price Index, which represents the increase in prices of products in a particular country or region, over a period. Such indexes directly affect the country's economy, bringing risks to entrepreneurs, entrepreneurs and investors from all economic sectors in Brazil. In this way, a monthly analysis of the consumer price index of Brazil was carried out over a period of 4 consecutive years. Based on this premise, the present work should aim to Analyze the Extended Consumer Price Index (IPCA) by the Wavelets Technique. In the

¹ Professora Doutora e Mestre em Física Ambiental pela UFMT. Pós-Graduada e Graduada em Licenciatura Matemática pela Universidade das Missões (URI). Coordenadora Adjunta do Curso de Ciências Contábeis (UNIVAG).

² Professor Mestre em Economia pela UFMT. Pós-Graduado em Agronegócio e Desenvolvimento Regional e Bacharel em Ciências Econômicas pela UFMT.

³ Pós-Graduado em Auditoria Empresarial pela Faculdade Dom Alberto. Graduado em Ciências Contábeis pela UNIVAG e Licenciatura Matemática pelo Centro Universitário Claretiano.



ISSN: 2594-679X

methodology the Morlet Wavelets were simulated, verifying their tendency and Periodicity (Fluctuations of economic cycles) throughout the period. It was verified that the Wavelets adequately portray the spatial and temporal trend, through the energy spectrum, with dominant periodicities of fluctuations of economic cycles of Inflation between 2 and 4 months, providing useful and strategic information for the various sectors of the economy of the Country.

Keywords: Modeling, Morlet Wavelets, Inflation Index.

1. INTRODUÇÃO

A fragilidade da economia brasileira no atual contexto tem implicações no crescimento econômico e nos investimentos, fato que se agrava com o aumento progressivo das taxas de inflação decorrentes do aumento generalizado dos preços praticados no mercado. Outro fator que preocupa é a taxa de desemprego que se agrava com a instabilidade política e econômica que o Brasil vem enfrentando nos últimos anos. Dessa forma, é de fundamental importância estudar o comportamento das taxas de inflação no Brasil, nas duas últimas décadas, desde a implementação do Plano Real e as implicações para a sociedade.

A população-objetivo do IPCA abrange as famílias com rendimentos mensais compreendidos entre 1 (hum) e 40 (quarenta) salários-mínimos, qualquer que seja a fonte de rendimentos, e residentes nas áreas urbanas das regiões (isso equivale a aproximadamente 90% das famílias Brasileiras). Também são produzidos indexadores com objetivos específicos, como é o caso atualmente do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo Especial - IPCA-E. O período de coleta do IPCA vai do dia 1º ao dia 30 ou 31, dependendo do mês.

O IPCA é medido em 9 regiões metropolitanas do país (São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Porto Alegre, Curitiba, Salvador, Recife, Fortaleza e Belém, além do Distrito Federal e do município de Goiânia.), onde são calculados despesas como: moradia; alimentação e bebidas; saúde e higiene pessoal; artigos para casa; despesas pessoais; educação; comunicação e transporte e vestuário (TORORADAR, 2018).



ISSN: 2594-679X

Qual seria a relação do custo desses itens com o IPCA? se o índice IPCA sobe, alguns desses produtos e serviços terão algum reajuste de preço para cima, ficando mais caros, o que chamamos de Inflação. Se o índice IPCA cair, significa que os preços subiram menos em relação ao mês anterior, mas não significa que caíram. Caso o IPCA seja negativo, aí sim teremos a chamada deflação, indicando que os preços foram reduzidos.

Entre os diversos estudos realizados para a análise de índices, destaca-se os métodos de Estatística de séries temporais, que tem o intuito de verificar as características temporais das variáveis de Estudo. E dentro dos estudos de séries temporais, destaca-se as transformadas de Wavelets, onde foi a partir do trabalho de Joseph Fourier, que no século XIX que utilizou senos e cossenos para representar outras funções, é que surgiram as Wavelets que são usadas na representação de dados ou de outras funções, elas utilizam a ideia de aproximação usando a superposição de funções.

A transformada de Wavelet foi desenvolvida por Morlet na década de 80 que demonstrou as condições de ortogonalidade deste novo operador matemático, oferecendo condições seguras para a aplicação da nova técnica. A ideia central da análise em Wavelet consiste em decompor um sinal a diferentes níveis de resolução, processo conhecido como multiresolução. Segundo Holanda (2006), a representação de multiresolução fornece uma moldura hierárquica simples para interpretação de informação do sinal. As diferentes resoluções, os detalhes de um sinal geralmente caracterizam diferentes estruturas físicas do mesmo.

A utilização de técnicas de séries temporais para analisar índices é uma ferramenta de grande importância, pois a transformada em Wavelets ainda é uma técnica nova em nosso meio, mas tem se mostrado de muita relevância para a análise de variáveis Financeiras, a qual analisa séries temporais em três dimensões (tempo, escala e intensidade de energia), sendo uma ferramenta qualitativa a serviço da ciência.

Segundo Morettin e Tolo (2006), Oliveira e Favero (2002) a maneira mais tradicional é a decomposição da série a partir de seus principais movimentos como a tendência, ciclo, sazonalidade e variações aleatórias.



ISSN: 2594-679X

Basicamente, uma série de tempo pode ser desagregada em quatro componentes: ciclo, tendência, sazonalidade e componente aleatório.

A tendência capta elementos de longo prazo relacionados com a série de tempo, podendo ser determinística, ou seja, é uma função matemática, ou então, estocástica, isto é, resultado de um processo aleatório.

O componente sazonal (Sazonalidade) capta os padrões regulares da série de tempo, tais como mudanças de temperatura, índice pluviométrico, safra ou entressafra de produtos agropecuários, vendas da indústria, vendas do varejo, e outros.

Os ciclos são caracterizados por longas ondas, mais ou menos regulares, em torno de uma linha de tendência.

O componente aleatório (Variações Aleatórias) capta todos os efeitos que não foram incorporados pela série de tempo via os três componentes anteriormente citados, ou seja, é o resíduo.

O IPCA (Índice de Preços ao Consumidor Amplo), medido mensalmente pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), foi criado com o objetivo de oferecer a variação dos preços no comércio para o público final. O IPCA é considerado o índice oficial de inflação do país, onde o governo usa este índice para verificar se a meta estabelecida pela inflação esta sendo cumprida (IBGE, 2017).

Sendo assim, o presente trabalho teve como Objetivo Geral Analisar o índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) pela técnica das Wavelets, cujos objetivos específicos foram:

- Analisar a Tendência dos índices de Inflação no decorrer de 4 anos consecutivos;
- Aplicação das Wavelets de Morlet para análise da tendência e periodicidade de Ciclos Econômicos;
- Verificar a análise espectral detectando frequências dominantes;



ISSN: 2594-679X

Este estudo trará uma grande contribuição para futuros estudos, pois o estudo de Índices de Inflação é de grande relevância para um melhor entendimento de indicativos do mercado financeiro Brasileiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.2 SÉRIES TEMPORAIS

Uma Série temporal é uma sequência de realizações (observações) de uma variável ao longo do tempo. Dito de outra forma é uma sequência de pontos (dados numéricos) em ordem sucessiva, geralmente ocorrendo em intervalos uniformes. Portanto, uma série temporal é uma sequência de números coletados em intervalos regulares durante um período de tempo. Para caracterizar uma série temporal é necessário que as observações apresentem uma dependência serial, isto é, sejam dependentes no tempo (ZAMINI, 2000; BARBOZA, 2005).

A análise de séries temporais por Wavelet pode ser encontrada na literatura por outros termos, tais como Ondaletas, Ondelettes, Ondulas e ainda como ondícula ou ondinha (ROCHA, 2008). Neste trabalho, o termo utilizado para tratar a análise de séries foi Wavelet ou transformada de Wavelet (TW), onde o termo Wavelet fora usado por Alfred Haar em 1909, num conceito semelhante ao atual, sendo desenvolvido mais a frente no final da década de 70 por Jean Morlet, que visava encontrar uma maneira de melhorar o tratamento de sinais geofísicos (HARTER, 2004).

Wavelet é uma forma de onda com duração limitada e um valor médio igual a zero. A transformada de Wavelet fornece uma representação precisa de um sinal em função de tempo e frequência simultaneamente, bem como permite analisar qualquer tipo de sinal, seja ele não estacionário ou descontínuo, o que comprova a tese de que para seu uso, não importam as características da série que se esteja analisando.

Aplicação da transformada Wavelets são funções obtidas a partir de uma função protótipo – a Wavelet mãe - $\psi(t) \in L^2(\mathfrak{R})$. Segundo Sá apud Vilani (2013) esse conjunto de funções com forma de pequenas ondas são geradas por dilatações,

$\psi(t) \rightarrow \psi(2t)$, e translações, $\psi(t) \rightarrow \psi(t+1)$ (transladar ou deslocar significa movê-la para frente ou para trás no eixo do sinal, de uma função simples geradora $\psi(t)$, a “Wavelet -mãe”). Esta deve ser quadraticamente integrável dentro de um intervalo de tempo real ou espaço $L^2(\mathfrak{R})$, isto é, apresentar energia finita, com energia média zero, sendo a condição de admissibilidade da função. Matematicamente, a função Wavelet primitiva ou mãe numa escala a e posição b é expressa pela equação 1.

$$\psi_{a,b}(t) = a^{-1/2} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \quad (1)$$

Onde a é denominado fator de escalamento (contração a aumenta e dilatação a diminui), sendo a e b reais com $a \neq 0$ e b o fator de translação. A formulação matemática se baseia então no cálculo para obtenção da frequência crítica (a qual leva em consideração as dilatações – compressões de frequência e translações – tempo de uma série original), que irá dividir a série original em duas subséries: uma de baixas frequências e outra de altas frequências.

Na transformada de Wavelets, quando o parâmetro de escala a aumenta ($a > 1$), a Wavelet se expande e carrega apenas informação sobre o comportamento dos grandes períodos (baixas frequências); analogamente, quando a diminui ($a < 1$), a Wavelet se contrai e carrega apenas informação sobre o comportamento dos pequenos períodos (altas frequências) (FURON, 2008).

Esta é inclusive uma grande vantagem que tem motivado a utilização da transformada Wavelet em larga escala para inúmeras aplicações e de natureza diversas, uma vez que isto não seria possível de se fazer utilizando as técnicas tradicionais existentes para análise de séries temporais (ROCHA, 2008; LOH, 2003).

2.2.1 Wavelets e Morlet

Por volta do início da década de 1980, um pesquisador francês chamado Jean Morlet percebeu estes dois problemas quando estava usando a TFJ em séries-temporais

de ecos geofísicos na busca de poços petrolíferos. Morlet percebeu a necessidade de desenvolver uma função matemática base, que além de possuir energia finita (ter um início e um fim), pudesse ser capaz de dilatar ou comprimir esta função, eliminando o problema da janela fixa da TFJ.

Outro matemático francês, chamado Alex Grossman, juntou-se a Morlet na busca destas funções matemática base que fossem como pequenas ondas. No entanto, se a base possuir suporte limitado, decaindo para zero muito rapidamente, então a melhor maneira desta base cobrir todo o eixo dos reais seria dado através de translações desta base em todo o comprimento da série-temporal.

A Wavelet de Morlet que pertence a família de Wavelets complexas não-ortogonais e é definida pela equação 3, que é aproximada pela equação 2.

$$\psi(t) = \pi^{-0,25} e^{iw_0 t} e^{-1/2t^2} \quad (2)$$

para $w_0 \geq 5$, em que ψ é o valor da Wavelet para um parâmetro não-adimensional, t e w_0 é a frequência (fornece o número de oscilações dentro da própria Wavelet), conforme Torrence e Compo apud Vilani (2013) adota-se $w_0=6$ para satisfazer a condição de admissibilidade, significando este valor que os erros devido a média não iguais a zero são menores que os erros típicos de arredondamento e t refere-se ao período ou escala temporal de análise (adimensional).

2.2.1.1 Análise Espectral

A análise espectral é fundamental em áreas em que o interesse básico é a procura de periodicidade nos dados, definida pela transformada de Fourier, onde considera apenas o espaço frequência em sua análise. Em outras palavras, assume-se que o espectro de uma série temporal é independente da escolha de uma origem temporal.

Nakken (1998) afirma que variáveis meteorológicas requerem, devido à natureza temporal de seus sinais, investigações baseadas no espaço tempo-frequência a fim de

revelar características espectrais, em função do tempo, que a análise de Fourier não é capaz de detectar.

2.3 COLETA DE DADOS

Para o presente artigo, coletou-se dados do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo Especial – IPCA, de período mensal (Janeiro a Dezembro), do site do IBGE (www.ibge.com.br), da cidade de Cuiabá, para os anos de 2014, 2015, 2016 e 2017. Para a simulação das Séries temporais Wavelets de Morlet, utilizou-se do Software Livre **PAST**.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir apresenta-se os resultados do Índice Nacional de Preços ao Consumidor (IPCA), dos anos de 2014, 2015, 2016 e 2017 com análise de tendência, análise de Periodicidade pelas Wavelets e análise espectral. A análise da tendência ao longo do tempo em Meses para os anos de 2014, 2015, 2016 e 2017 está sendo representado no Gráfico 1.

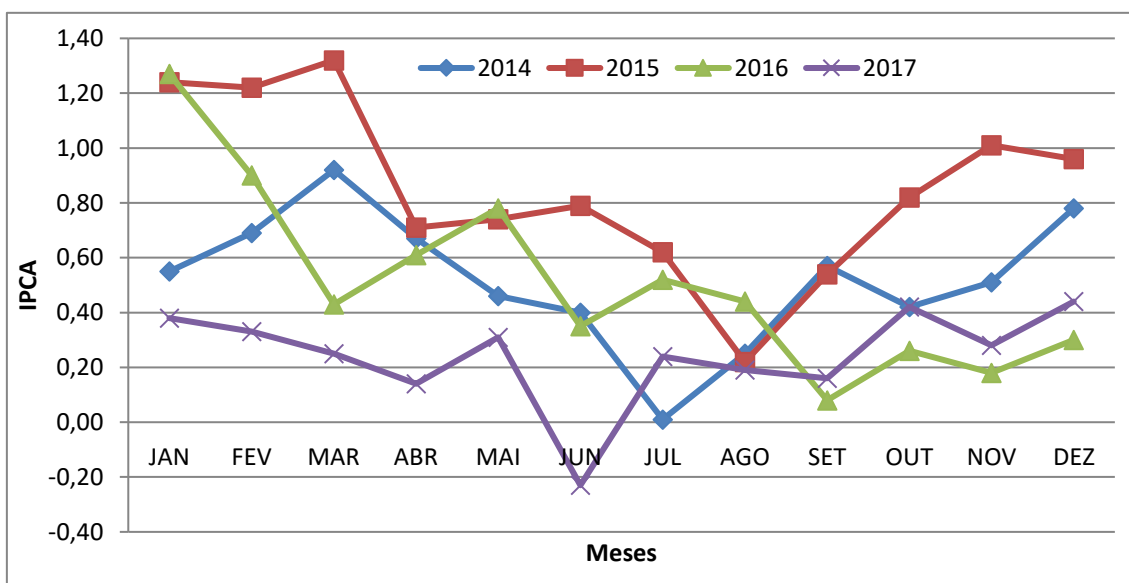


Gráfico 1. Séries mensais do IPCA, para os anos de 2014 (Série 1), 2015 (Série 2), 2016 (Série 3) e 2017 (Série 4). **Fonte:** Autores (2018)



ISSN: 2594-679X

Observa-se que para o ano de 2014, ocorreu um aumento de janeiro à Março, esse comportamento da taxa de inflação identificada, acompanha uma tendência de alta pressionada nos meses iniciais e nos meses finais do período, que Chegou a 0,78%, com o mercado procurando romper os preços praticados para preços de novos patamares.

O Comportamento na queda da taxa de inflação para os meses de março á julho, demonstra o mercado segurando os preços em virtude de evento mundial de futebol, que na sequência demonstraria uma tendência de alta determinado o período de crise na economia brasileira, e conseqüentemente refletido em Cuiabá.

Segundo o Jornal Nacional (2015) A inflação do ano fechou em 6,41% (acumulado do ano), abaixo do teto da meta estabelecido pelo governo, de 6,5%. Mas acima do centro da meta, de 4,5%. Ainda assim, o IPCA de 2014 fechou o ano mais alto que em 2013.

A maior inflação dos últimos três anos é resultado de pressões dos gastos com habitação, principalmente das tarifas de energia elétrica, e despesas com alimentação. Segundo o IBGE, entre os cinco itens que mais tiveram influência sobre a inflação em 2014, e que juntos respondem por um terço do índice, a carne foi o que mais pesou. Os preços subiram mais de 22% no ano.

A realidade da Política Fiscal, com aumento nos gastos e a partir de 2015 com a redução nos Investimentos na esfera Governamental, foi seguido pelo setor privado dando início a uma realidade de crise com arrocho nos salários e aumento na taxa de desemprego.

Para o ano de 2015, o índice apresentou uma queda crescente até agosto, onde após este mês começou a crescer até 1% de inflação. Com avanço de 18,08%, os preços administrados, como eletricidade, água e combustíveis, puxaram a inflação de 2015, que ficou em acumulado do ano em 10,67%, a maior taxa desde 2002, quando o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) subiu 12,53%, conforme dados do IBGE (SALES, 2016). Pode-se observar que o ano de 2015 apresentou a maior variação do índice, comparado com os demais anos.

Foi no ano de 2015 que a taxa de inflação demonstrou seu mais alto pico, realidade da desconfiança do mercado quanto a Política do Governo Federal que passou



ISSN: 2594-679X

a elevar os tributos, demonstrando incerteza para o setor produtivo que se colocou receoso em projetar suas perspectivas de expansão.

O momento foi de taxa de inflação em elevação tanto na abertura como no encerramento de 2015, amargando prejuízo que dificultou a demanda e consequentemente, como apontado por Keynes (1936) apud Silva (1995), é a demanda que determina a reação para a oferta.

Keynes retratou que a atitude do Governo em determinar os rumos da Política para proporcionar a geração empregos e elevação do ciclo real e monetário da economia visa contornar as crises e determinar rumos que venha a conter a crise e consequentemente a disparada da inflação.

Para o começo de 2016, a Política brasileira estava em processo de cassação do mandato da Presidente de República Dilma Russef e a inflação começou o ano no mesmo patamar do início de 2015.

Em 2016 no mês de dezembro, o índice de preços subiu 0,30%, após marcar 0,18% um mês antes. O acumulado do ano foi de 6,28%, ficando abaixo do teto de metas de inflação do governo de 6,5%, a menor taxa comparada com os anos anteriores.

Com o fato da mudança no Governo brasileiro, assumindo a Presidência Michel Temer, a sua equipe técnica da área econômica passa a adotar medidas coerentes a reduzir as incertezas por parte do Governo e sinalizar ao setor produtivo a retomada da confiabilidade na economia brasileira.

O Governo implementou conduta na Política Fiscal com a aprovação pelo Congresso Nacional da Proposta de Emenda Constitucional nº 55/2016, conhecida como a PEC do Teto dos Gastos Públicos, e o cenário a partir dessa e também da aprovação pelo Congresso da Política trabalhista, levou a mudança na elevação da taxa de inflação na região metropolitana de Cuiabá, e consequentemente no país como um todo.

O ano de 2017 começa com a taxa de inflação em queda, totalmente diferente de anos anteriores, com acumulado do ano de 2,94%, considerado segundo Oliveira (2018) a menor taxa desde 1998, onde a inflação ficou abaixo do piso inferior da meta fixada pelo Comitê de Política Monetária (Copom), que era de 4,5% (com tolerância de 1,5 ponto percentual para mais ou para menos).



ISSN: 2594-679X

Observa-se que em junho ocorreu deflação na economia, realidade de uma produção tímida. A taxa de inflação foi negativa dentro de uma conjuntura de taxa de juros elevada e produção das indústrias em baixa, sinalizando ao mercado consumidor freio no consumo. Ainda segundo Gury (2017), Alimentos e bebidas e artigos de residência registraram deflação e influenciaram o resultado da inflação no ano.

Na sequência a inflação teve alta, mais nada que voltasse aos patamares elevados, mais dentro de um comportamento de reação ao equilíbrio econômico. O comportamento quase linear entre o começo e final de 2017 destaca a projeção de ponto de equilíbrio na melhoria do contexto macroeconômico, que evidencia processo de retomada na estabilidade dos preços.

A seguir apresenta-se a Transformada Wavelet Contínua (CWT) de Morlet para detectar a tendência, a periodicidades (flutuações de ciclos econômicos) em diferentes comprimentos de onda, auto-similaridade e outros recursos.

O eixo vertical na plotagem é uma escala de tamanho logarítmica, com o sinal observado em uma escala de apenas dois pontos de dados consecutivos na parte inferior e em uma escala de um quarto da sequência inteira na parte superior. Por exemplo, $\log 2s = 2$ significa que estamos observando o sinal em uma escala correspondente a $2^2 = 4$ pontos de dados consecutivos, o que no nosso caso corresponde a 4 meses de Período ou frequência.

Uma unidade neste eixo corresponde a uma duplicação da escala de tamanho. As Wavelets representam uma visão de tendências mais longas. A energia do sinal (ou mais corretamente a força de correlação com a Wavelet mãe dimensionada) é mostrada em escala de cores, onde quanto mais acentuada a cor, próxima de vermelho, maior será a tendência espectral.

Conforme Rua (2012) as Wavelets permitem investigar relações econômicas no espaço tempo-frequência, ou seja, permite dizer como as variáveis se relacionam em diferentes frequências e suas relações ao longo do tempo. A seguir apresenta-se as Wavelets da Variável Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo Especial – IPCA, nos anos de 2014, 2015, 2016, 2017 e 2018.

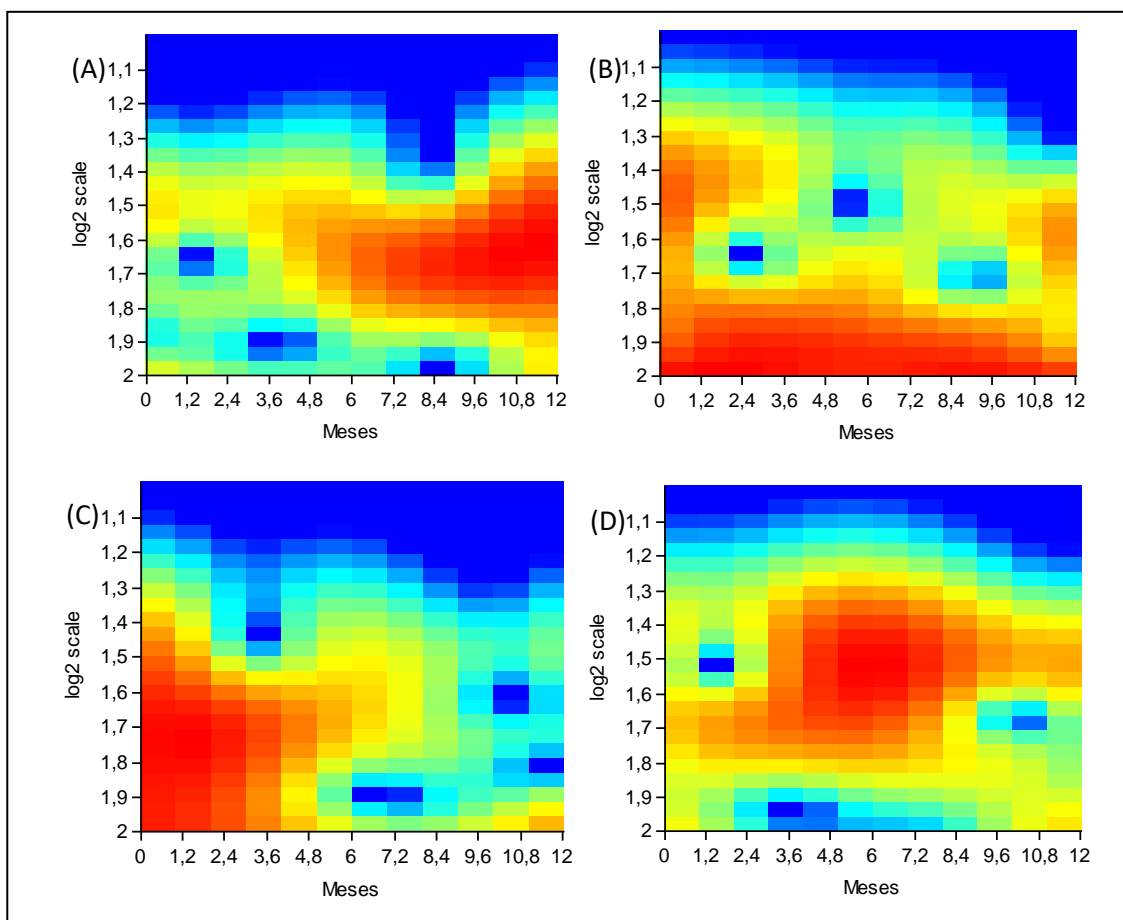


Figura 1. Wavelet de Morlet mensal para o IPCA de 2014 (A), 2015 (B), 2016 (C) e 2017 (D).

Fonte: Autores (2018)

Observa-se que no ano de 2014 (Figura 1- A) ocorreu uma periodicidade significativa do índice IPCA, com frequência ou ciclos econômicos variando entre 2,6 meses (2 meses e 18 dias) à 3,4 meses (3 meses e 12 dias) evidenciada estas flutuações para o 2º semestre, de Julho à Dezembro, conforme informações obtidas pelo Gráfico 1, que ocorreu uma aceleração de 0,78%, evidenciadas no espectro de energia, que está condicionada ao crescimento na taxa de inflação a partir do final de 2014.

No ano de 2015 as flutuações do índice ocorreram no ano todo, com ciclos econômicos variando acima de 4 meses a 3,5 meses (3 meses e 15 dias) (Figura 1- B).



ISSN: 2594-679X

Já para o ano de 2016 os ciclos econômicos variaram entre 4 meses a 2,8 meses (2 meses e 24 dias), com flutuações do índice significativas para o primeiro semestre, mais precisamente de Janeiro à Abril (Figura 1- C).

O fechamento em 2015 com a alta na taxa de inflação, essa realidade adentra em 2016 como é evidenciando na Figura 1- C. Observa-se que o espectro de energia é mais intensa na parte inicial e que diminui sua intensidade na parte final. Como retratado na análise da figura 1, o Gestor brasileiro já procurava trabalhar Políticas que visava contornar o cenário de alta na taxa da inflação que afetava a economia cuiabana e brasileira.

Em 2017 as flutuações do Índice mais significativas foram evidenciadas entre Abril à Agosto, com ciclos econômicos variando entre 2,5 meses (2 meses e 15 dias) à 3,5 meses (3 meses e 15 dias).

Os primeiros sinais de mudança na tendência de alta na taxa de inflação já podiam ser visto na baixada cuiabana, e a figura 1- D destaca pelo espectro de energia, a dissolução da tonalidade avermelhada, com coloração azul nas partes de baixo e de cima.

A taxa de inflação já adentrava dentro de um patamar adequada a mudança de comportamento na demanda com melhoria nos fluxos real e monetário do município cuiabano e brasileiros.

Assim, a CWT destaca a correta correlação quanto ao espectro de energia de sinal que demonstrou veracidade no comportamento da taxa de inflação.

Ao comparar os 4 anos observa-se que os ciclos econômicos de flutuações da Inflação (IPCA), ficou entre o mínimo de 2,5 meses (2 meses e 15 dias) e máximo de 4 meses.

Para uma visualização sequencial utilizou-se de 48 meses, que corresponde a 12 meses dos anos de 2014, 2015, 2016 e 2017. Considerando a um nível de confiança de 95%.

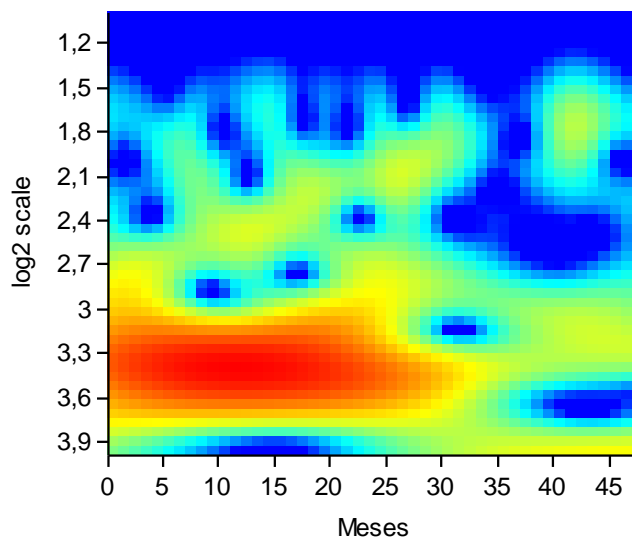


Figura 2. Wavelet de Morlet para a sequência mensal do IPCA dos anos 2014, 2015, 2016 e 2017.

Fonte: Autores (2018)

Ao simular a sequência mensal do IPCA (Figura 2) em 4 anos, observa-se que os ciclos econômicos variaram entre 8 meses à 11,3 meses (11 meses e 9 dias), com flutuações de até 25 meses.

De acordo com a Figura 2, pode-se observar a série sequencial do IPCA que retrata a evolução da taxa de inflação. A sequência evolutiva mensal demonstrava no marco zero (0), o crescimento na tendência de alta na taxa de inflação com vistas a um processo inicial de crise, na economia cuiabana e brasileira.

O cenário crítico de crise na economia prevaleceu até o período mensal da trigésima terceira semana (33), o que de fato coincide com o início do período de 2017 em que a taxa de inflação demonstrava tendência de melhora e retomada do equilíbrio no fluxo econômico.

A análise espectral tem como objetivo Encontrar periodicidades em dados contados ou medidos (Gráfico 2), onde o eixo de frequência está em unidades de $1 / (x \text{ unidade})$. Se, por exemplo, se os valores de x são dados em meses, uma frequência de 0,1 corresponde a um período de 10 meses. O eixo de potência está em unidades proporcionais ao quadrado das amplitudes dos sinusoidais presentes nos dados.

Observe também que o eixo de frequência se estende a valores muito altos. Se algumas de suas regiões forem mostradas de perto, o algoritmo poderá encontrar informações úteis mesmo acima do meio ponto (frequência de Nyquist).

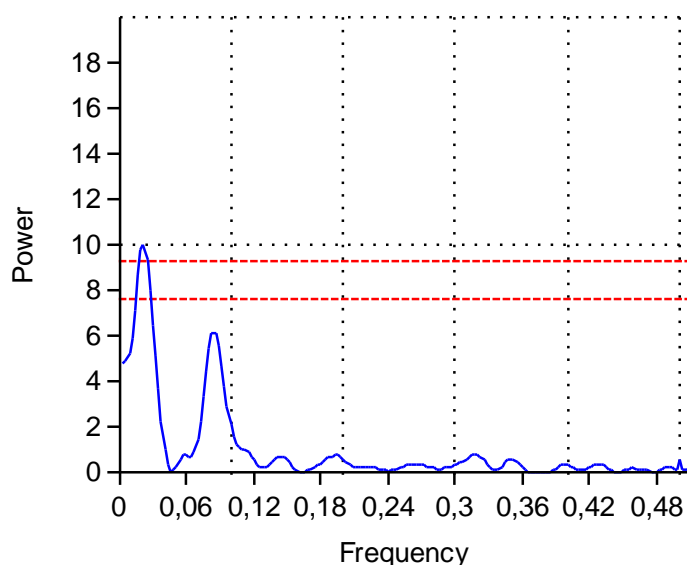


Gráfico 2. Análise Espectral para a sequência mensal do IPCA dos anos de 2014, 2015, 2016 e 2017.

O pico mais alto do espectro é apresentado com sua frequência e valor de potência, juntamente com uma probabilidade de que o pico possa ocorrer a partir de dados aleatórios. Os níveis de significância próximo de 8 e 10 (linhas de ruído branco) são mostrados como linhas tracejadas vermelhas. Vale lembrar que o ruído branco apresenta uma faixa dinâmica (DR) que exprime a razão entre o máximo sinal desejado que o sistema admite e o mínimo sinal desejado detectável (NOCETI, 2002)

A análise de frequência pode ser evidenciada no Gráfico 2 espectral, tendo um pico do ciclo econômico em aproximadamente 0,08, que corresponde a 12 meses (a cada 1 ano) e pico de ciclo econômico em aproximadamente 0,03 correspondente a 33 meses, confirmando com Figura 2.

A intensidade elevada no aumento da taxa de inflação nos dois anos iniciais da análise, corrobora para amplitude da frequência e conseqüentemente maior nível de potência.



ISSN: 2594-679X

A tendência no pico da potência retrata as incertezas do mercado conjugada com a política do Governo Federal de elevação nos tributos, o que sinaliza o cenário de instabilidade econômica.

A elevação nos preços, diante da Política Fiscal, influencia rapidamente na oscilação da frequência e na elevação da taxa de desemprego, e assim, crise na economia cuiabana.

O comportamento de redução na frequência em parcial com a potência é fruto da projeção de queda na taxa de inflação com projeção de retomada para o mercado consumidor.

Os índices do IPCA diagnostica o comportamento normal da taxa de inflação diante de uma tomada de decisão insustentável por parte do Governo, que levou a queda nos Gastos Públicos, elevação dos tributos e reação de frear os investimentos por parte do setor privado.

O acontecimento teve freado o crescimento econômico, mais não provocado o fim da manutenção de uma economia em expansão, que diante das melhorias na tendência de queda na taxa de inflação, sinaliza o recolocamento, nos trilhos, do crescimento da atividade econômica, não só em Cuiabá como em todo o País.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os espectros de energia de sinal, simulados pelas Wavelets, demonstraram coerência de tendência com as análises do IPCA. E no que se refere à periodicidade dos ciclos econômicos de Flutuações do IPCA, simulados pelas Wavelets, verificou-se que na comparação dos 4 anos (2014, 2015, 2016 e 2017) os ciclos econômicos de flutuações da Inflação (IPCA), ficou entre o mínimo de 2,5 meses (2 meses e 15 dias) e máximo de 4 meses.

Na simulação da série mensal do IPCA nos 4 anos, que totalizou 48 meses, observou-se que os ciclos econômicos variaram entre 8 meses à 11,3 meses (11 meses e 9 dias), com flutuações de até 25 meses.

Contudo tais análises de ciclos econômicos são imprescindíveis para empreendedores, empresários, investidores de todos os setores econômicos, pois



ISSN: 2594-679X

simbolizam uma repetição do ciclo econômico da inflação entre estes períodos de meses.

Verificou-se que as Wavelets permitem estudar relações entre variáveis econômicas no espaço tempo-frequência, demonstrando ser de extrema relevância no estudo do comportamento econômico num mundo complexo e em constante mutação.



ISSN: 2594-679X

REFERÊNCIAS

BARBOZA, E. B. M. ROSA, R. R., VIJAYKUMAR, N. L., BOLZAN, M. J. A., TOMASELLA, J. **Caracterização por Ondeletas de Processos Físicos Não-Lineares.** Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional. São Paulo, SP, Brasil, 2005.

FURON, A.C.; RIDDLE, C.W.; SMITH, R.; WARLAND, J.S. Wavelets analysis of wintertime and spring thaw CO₂ and N₂O fluxes from agricultural fields. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.48, p.305-317, 2008.

GURY, A. G1 Economia. São Paulo. Publicado em 21/12/2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/producao-da-industria-fecha-2017-com-alta-de-25-diz-ibge.ghtml>. Acesso em 16 de Junho de 2017.

HARTER, I.B. **Análise de precipitação em Pelotas-RS utilizando Transformada Wavelet de Morlet.** Pelotas. 2004. 96f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia), Universidade Federal de Pelotas, 2004.

HOLANDA, S. C.; GOMES FILHO, M. F.; FEDOROVA, N.; GOMES, B. **Transformada Wavelet aplicada à análise de dados horários de Vento à superfície para o AZP/AL**, XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, Florianópolis-SC, 5p, 2006.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/...ipca/defaultseriesHist.shtm>. Acesso em: dia 15 de Setembro de 2017.

JORNAL NACIONAL. Disponível em: <http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2015/01/ibge-divulga-que-o-ipca-fechou-2014-com-maior-alta-desde-2011.html>. Acesso em: 14 de julho de 2018.

LOH, R.H. **Time Series Forecast With Neural Network and Wavelet Techniques.** The University of Queensland. Note Class, 49p, 2003.

MORETTIN, P.A; TOLOI, C. M. **Análise de Séries Temporais.** 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 535p., 2006.

NAKKEN, M. Wavelet analysis of rainfall-runoff variability isolating climatic from anthropogenic patterns. **Environmental Modelling & Software**, Camberra, v.14, p.283-295, 1998.

NOCETI, S. F. Fundamentos sobre ruídos. Revista Backstage. Vol. 8. 2002.



ISSN: 2594-679X

OLIVERA, M. A. & FAVERO, L.P.L. **Uma breve descrição de algumas técnicas para análise de séries temporais: Séries de Fourier, Wavelets, Arima, Modelos Estruturais para séries de tempos e redes neurais.** V I SEMEAD Ensaio mqi.USP. São Paulo. 13p, 2002.

OLIVEIRA, N. Agência Brasil. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2018-01/inflacao-oficial-pelo-ipca-em-2017-e-de-295-menor-taxa-desde-1998>>. Publicado em 10/01/2018.

ROCHA, V. B. **Uma abordagem de Wavelets Aplicada à Combinação de previsões: Uma análise teórica e experimental.** 2008. 155f. Dissertação (Mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia), Curitiba, 2008.

RUA, A. A wavelet approach for factor-augmented forecasting. **Journal of Forecasting**, n°.30, p.666-678. 2011.

SALES, R. <http://www.valor.com.br/brasil/4383460/inflacao-alcanca-1067-em-2015-maior-desde-2002>. Acesso em: 14/06/2018.

SILVA, A. C. M. Economia e Sociedade. Campinas, n°5, p.111-58, 1995.

TORORADAR. Vença na bolsa de valores. Disponível em: <https://www.tororadar.com.br/investimento/bovespa/o-que-e-ipca-e-inflacao-acumulada>. Acesso em 14 de Junho de 2018.

VILANI, M.; SANCHES, L. Análise de Fourier e Wavelets aplicada à temperatura do ar em diferentes tipologias de Ocupação. **Rev. Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**. vol.17, n.12, pp.1340-1346, ISSN 1807-1929, 2013.

ZAMINI, A. **Redes neurais e regressão dinâmica: um modelo híbrido para previsão de curto prazo da demanda de gasolina automotiva no Brasil.** 2000. 85f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica: teoria de controle e estatística), Rio de Janeiro, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2000.