

# TRANSMISSÃO DA POLÍTICA MONETÁRIA NO BRASIL BASEADA NAS TRANSFORMADAS WAVELET

Anderson Antonio Denardin<sup>1</sup>

## RESUMO

A pesquisa tem como objetivo analisar a relevância dos canais de transmissão da política monetária no Brasil, no período 2000:01 a 2023:12. A principal hipótese considerada é que, além do impacto promovido pelo canal da taxa de juros, conforme sugere a “visão da moeda”, a política monetária pode afetar a atividade econômica através do canal de crédito, conforme sugere a “visão do crédito”. A análise empírica é baseada nas Transformadas Wavelets Contínuas, através da avaliação do Espectro de Coerência das séries temporais, no domínio do espaço tempo-frequência. Como resultado observa-se que, as evidências confirmam os argumentos em favor do “canal da moeda”, bem como, os argumentos em favor do “canal de crédito”. A análise baseada nas wavelets demonstra que o padrão de coerência das séries não é uniforme, mostrando que os ciclos de coerência são descontínuos e sofrem transformações em sua trajetória, tanto na dimensão do tempo como da frequência.

**Palavras-chave:** Moeda. Crédito. Transmissão. Política. Wavelets.

**Classificação JEL:** E, E4, E44, E5, E51, G, G2.

## ABSTRACT

This research aims to analyze the relevance of monetary policy transmission channels in Brazil from 2000-01 to 2023-12. The main hypothesis is that, in addition to the impact of the interest rate channel, as suggested by the "money view," monetary policy can affect economic activity through the credit channel, as suggested by the "credit view." The empirical analysis is based on Continuous Wavelet Transforms, through the evaluation of the Coherence Spectrum of time series in the time-frequency domain. The results show that the evidence confirms the arguments in favor of the "money channel," as well as the arguments in favor of the "credit channel." The wavelet-based analysis demonstrates that the coherence pattern of the series is not uniform, showing that the coherence cycles are discontinuous and undergo transformations in their trajectory, both in the time and frequency dimensions.

**Keywords:** Currency. Credit. Transmission. Politics. Wavelets.

**JEL Classification:** E, E4, E44, E5, E51, G, G2.

---

<sup>1</sup> Professor do Departamento de Ciências Econômicas e Relações Internacionais da Universidade Federal de Santa Maria – (DERI/UFSM). E-mail: anderson.denardin@ufsm.br

## 1 INTRODUÇÃO

O debate acerca da efetividade dos instrumentos de políticas macroeconômicas não deixa controvérsias em relação ao fato de a política monetária exercer influência sobre o desempenho da atividade produtiva, pois as evidências comprovam que choques exógenos de política monetários têm produzido efeitos expressivos sobre o produto real, em horizontes de curto prazo. Porém, em horizontes de longo prazo, a moeda tem se mostrado neutra, pois a correlação entre a taxa de crescimento monetário e a taxa de inflação tem se mostrado igual à unidade, enquanto a correlação entre a taxa de crescimento monetário e a taxa de crescimento do produto tem se mostrado nulo. Tais evidências foram obtidas inicialmente por Friedman e Schwartz (1963), e confirmadas, posteriormente, por Romer e Romer (1989), Bernanke e Blinder (1992), Christiano, Eichenbaum e Evans (1994), Bernanke e Gertler (1995), dentre outros.

Novos argumentos teóricos têm surgido, levando em conta o fato de que a política monetária poder exercer efeitos sobre a atividade econômica, operando por outros canais de transmissão, além do convencional canal da taxa de juros. No entanto, os canais pelos quais ela pode ser transmitida, tem sido motivo de controvérsias e especulações. Embora, não exista um consenso em relação ao tema, duas abordagens têm alimentado esse debate teórico, a abordagem tradicional, da “visão da moeda”, e a abordagem contemporânea, baseada na “visão do crédito”.

As evidências acerca dos canais de transmissão de política monetária, baseadas na “visão da moeda”, concentram-se no convencional canal da taxa de juros, e estão fundamentadas na ideia de que os mercados operam de forma eficiente, sob a hipótese de informação perfeita, e que as operações no mercado financeiro são sintetizadas por preços financeiros, tais como, taxa de juros, taxa de câmbio e preços das ações. Neste contexto, de acordo com Modigliani-Miller (1958), os bancos realizam apenas uma função de intermediação, dado que, as operações de mercado aberto não interferem em suas operações ativas.

Para Bernanke e Gertler (1995), a dificuldade apresentada pela abordagem tradicional, em dar uma explicação convincente para a falta de uma efetiva correlação entre a atividade produtiva e da taxa de juros, fez com que a atenção das pesquisas se voltasse para a abordagem baseada na “visão do crédito”. Isso deve-se ao fato de os modelos convencionais não levarem em conta a possibilidade de que possa existir assimetria de informações entre aqueles que estão dispostos a oferecer empréstimos e os potenciais tomadores, o que pode gerar problemas de seleção adversa e de risco moral, além de negligenciam a relevância que os intermediários financeiros representam para o bom desempenho da atividade produtiva. Assim, considera-se que os modelos convencionais, que depositam confiança apenas nos canais de preços, acabam ocultando informações relevantes para o entendimento dos efeitos da política monetária sobre a atividade real.

A abordagem teórica apresentada pela “visão do crédito”, destaca dois novos canais através dos quais a política monetária pode ser transmitida, o canal do balanço patrimonial e o canal dos empréstimos bancários. Essa nova abordagem concentra-se em procurar entender as consequências das ações da

autoridade monetária sobre as condições em que o crédito bancário é ofertado e os possíveis efeitos que produzem sobre a dinâmica da atividade econômica real.

Os trabalhos empíricos, acerca dos canais de transmissão da política monetária, têm se utilizado de dados macroeconômicos agregados de séries temporais e de dados microeconômicos desagregados de cortes transversais no âmbito dos bancos e empresas. O conjunto dos instrumentos utilizados para a análise das séries de tempo, têm levado em conta apenas o movimento das séries no domínio do tempo e dependem de uma variedade de suposições restritivas, pois correspondem a instrumentos apropriados para serem aplicados em situações em que as séries são periódicas e estáveis em sua trajetória temporal.

Com vistas a superar tais restrições, considera-se uma nova técnica de análise, baseadas nas transformadas wavelets e na decomposição espectral das séries de tempo, que levam em conta o padrão de comportamento das séries, tanto na dimensão de tempo, quanto na dimensão da frequência. O fato deste método poder ser aplicada em séries temporais não estacionárias, corresponde uma característica de grande relevância, principalmente, quando se refere a sua utilização em análise de séries econômico-financeiras que, via de regra, tendem a apresentar problemas de toda ordem, tais como, heterocedasticidade, tencências, quebras estruturais, mudanças de regime, sazonalidade e alterações cíclicas bruscas, em sua trajetória.

Neste contexto, a presente pesquisa tem como propósito analisar as evidências para o caso do Brasil, acerca dos argumentos apresentados pelas distintas abordagens que alimentam o controverso debate acerca do mecanismo de transmissão de política monetária, baseadas na “visão da moeda” e na “visão do crédito”. Assim, se fará uso do método de análise econométrica com base nas transformadas wavelets contínuas, visando capturar o padrão de comportamento das séries no domínio espaço tempo-frequência. Os dados utilizados compreendem séries de tempo com frequência mensal para o período 2000:01 a 2023:12. Dado que o método econométrico a ser empregado, corresponde a uma técnica inovadora em pesquisas aplicada à economia brasileira, espera-se que possa agregar contribuições relevantes aos estudos referentes ao tema.

Para cumprir o propósito da pesquisa, após esta breve introdução, a segunda seção apresenta uma análise das teorias acerca dos canais de transmissão de política monetária. Na terceira seção, será apresentada a abordagem metodológica a ser empregada e a análise dos dados a serem utilizados. Na quarta seção, será apresentada a análise dos resultados. Por fim, serão apresentadas as principais conclusões.

## 2 CANAIS DE TRANSMISSÃO DA POLÍTICA MONETÁRIA

Boivin, Kiley e Mishkin (2011) observam que, nos últimos trinta anos, ocorreram mudanças significativas na forma como os mercados financeiros têm operado. Além disso, a condução da política monetária também mudou de forma expressiva, com maior enfoque sobre a estabilidade de preços. Por conta dessas mudanças, as pesquisas, no campo da economia monetária, tem estimulado o surgimento de novas abordagens de pensamento sobre como os instrumentos de política podem afetar a economia, induzindo uma evolução na forma de compreensão do mecanismo de transmissão pelo canal da moeda.

Por conta da misteriosa ligação entre os choques de política monetária e os efeitos que promovem sobre as variáveis econômicas reais, Bernanke e Gertler (1995) identificam esta intrincada conexão como uma “caixa preta”, sendo que, nutre uma grande polêmica, quando não se saber ao certo quais os canais percorridos pela política monetária até que produzam efeitos sobre o produto real e sobre os preços, o que abre espaços para especulações e controvérsias sobre o tema.

Beranke e Gertler (1995), Kashyap e Stein (1997), Walsh (2003), observa-se que, por conta da falta de consenso entre os pesquisadores, duas abordagens têm dominado o debate teórico sobre o tema: a visão tradicional, representadas pelos modelos neoclássicos convencionais, representados pela clássica “visão da moeda”; e, os modelos contemporâneos, representados pela “visão do crédito”.

## 2.1 A ABORDAGEM BASEADA NA “VISÃO DA MOEDA”

Para Mishkin (1996), os fundamentos da análise macroeconômica, por muito tempo, estiveram alicerçados na clássica “visão da moeda”, a qual considera que o canal da taxa de juros (ou do custo de uso do capital) representa o principal canal pelo qual um choque de política monetária pode ser transmitido para a economia real.

Boivin, Kiley e Mishkin (2011), observam que, os canais de transmissão da política monetária, fundada na clássica “visão da moeda”, baseiam-se, essencialmente, em modelos que consideram o comportamento dos investimentos, do consumo e do comércio internacional, desenvolvidos durante meados do século 20. Dentre estes, destacam-se os modelos neoclássicos de investimento, desenvolvidos por Jorgenson (1963) e Tobin (1969), os modelos do consumo do ciclo da vida e renda permanente, elaborados por Brumberg e Modigliani (1954), Ando e Modigliani (1963) e Friedman (1957), bem como, os modelos internacionais do tipo IS/LM/BP, desenvolvidos por Mundell (1963) e Fleming (1962).

Assim, é possível fazer uma distinção entre os canais que afetam o investimento, o consumo e as relações internacionais de troca, e verificar como estes interferem na dinâmica de ajustamento do produto agregado. No que se refere ao investimento, destaca-se o canal direto da taxa de juros, que opera através do custo de uso do capital e do canal “q” de Tobin. Com relação ao consumo, os canais operam através do efeito riqueza e pelo efeito de substituição intertemporal entre consumo presente e futuro. E, no que diz respeito ao comércio internacional, o canal opera através da taxa de câmbio.

### 2.1.1 Canais baseados em investimento: o canal do custo de uso do capital e a teoria “q de Tobin”

De acordo com a clássica “visão da moeda”, a taxa de juros corresponde ao canal legítimo através do qual as ações da autoridade monetária interferem na atividade econômica, sendo estas induzidas por alterações sobre a taxa nominal de juros de curto prazo. Boivin, Kiley e Mishkin (2011), fundado em pesquisa desenvolvida por Jorgenson (1963) e Poterba (1984), observam que os modelos de investimentos de tradição neoclássica consideram o custo de uso do capital um dos principais fatores na determinação da

demanda por capitais, sendo esta, definida pela demanda por bens para investimentos, por residências para habitações ou por bens duráveis para o consumo. Assim, descrevem o custo de uso do capital  $u_c$ , em (2.1):

$$u_c = p_c[\{(1 - \tau)i - \pi_c^e\} - \{\pi_c^e - \pi^e\} + \delta] \quad (2.1)$$

Onde,  $p_c$ , preço relativo do novo capital;  $i$ , taxa nominal de juros,  $\pi_c^e$ , taxa esperada de valorização do bem de capital;  $\pi^e$ , taxa esperada de inflação;  $\delta$ , é a taxa de depreciação;  $e$ ,  $\tau$ , é a taxa marginal de imposto. Assim, o custo de uso do capital é descrito em termos da taxa de juros real, após deduzidos os impostos,  $\{(1 - \tau)i - \pi_c^e\}$ , e da taxa real esperada de valorização do ativo capital,  $\{\pi_c^e - \pi^e\}$ .

Assim, de acordo com a síntese neoclássica, uma política monetária restritiva que promova uma redução na oferta de moedas ( $\downarrow M$ ), considerando a demanda por moeda constante, produz uma elevação na taxa nominal de juros de curto prazo ( $\uparrow i$ ). Dada a hipótese de rigidez no ajustamento de preços, mesmo considerando o processo de formação de expectativas racional, a queda na oferta de moeda produz, também, uma elevação na taxa de juros real ( $\uparrow r$ ) de curto e de longo prazo. O aumento nos juros reais, ao elevar o custo de uso do capital (onerando o financiamento da atividade econômica), acaba frustrando as expectativas dos agentes e produzindo uma queda nos gastos com investimentos em capital fixo, em estoques, em residenciais e nos gastos em bens duráveis ( $\downarrow I$ ). A queda nos investimentos e no consumo reduz da atividade econômica e o produto agregado ( $\downarrow Y$ ). Esse mecanismo pode ser representado por:

$$M \downarrow \rightarrow i \uparrow \rightarrow \text{Preços e Salários Rígidos} \rightarrow r \uparrow \rightarrow \text{Custo do Capital}(u_c) \uparrow \rightarrow I \downarrow \rightarrow Y \downarrow$$

Nesse sentido, Boivin, Kiley e Mishkin (2011) destacam um fator importante a considerar na determinação dos efeitos da política monetária pelo canal direto do custo de uso do capital, que diz respeito ao horizonte ao longo do qual a taxa de juros pode influenciar os gastos. Dado que, os bens de capital apresentam vida longa e o ajustamento de seus estoques envolvem custos, as empresas e famílias levam em consideração a perspectiva de longo prazo, ao avaliar a variação nas taxas de juros para tomada das decisões de investimentos. Assim, a taxa de juros real e a expectativa real de valorização do ativo de capital, que interferem nos gastos, normalmente estarão relacionadas à vida esperada do ativo que, em geral, é longa.

Em tais circunstâncias, considerando que o instrumento de política monetária corresponde à uma taxa de juro de curto prazo, fica claro que o canal de transmissão da política envolve uma conexão entre a taxa de juros de curto e de longo prazo, através de alguma versão da hipótese de expectativas da estrutura a prazo, a qual considera que a taxa de juros de longo prazo corresponde à uma média das taxas de juros esperadas de curto prazo no futuro. Quando a autoridade monetária eleva a taxa de juro de curto prazo, as taxas de juro de longo prazo também se elevam, pois estão vinculadas às taxas futuras de curto prazo. Por isso, o custo do capital é elevado, enquanto sua demanda cai. A queda na demanda pelos ativos de capital induz a reduções nos gastos com investimentos, fazendo com que os gastos agregados diminuam.

Mishkin (1996) destaca que, o fato de ser a taxa real de juros que impacta nas decisões de gastos agregados, antes que a taxa nominal, cria-se a possibilidade de a política monetária afetar a atividade econômica mesmo quando a taxa nominal de juros atingir seu menor nível, ou seja, quando for igual a zero,

o que pode ocorrer quando a economia for acometida pelo fenômeno da deflação. Isso porque, quando a taxa de juros nominal for igual a zero, uma política expansionista pode induzir a um aumento nas expectativas de inflação, o que acaba por promover uma redução na taxa real de juros (podendo tornar-se negativa) até mesmo quando a taxa nominal de juros for igual a zero. Esse aspecto demonstra que, mesmo em circunstâncias excepcionais, a atividade econômica pode ser estimulada pelo canal da taxa de juros.

Bernanke, Gertler e Gilchrist (1988) destacam que a abordagem clássica se fundamenta nas suposições de Modigliani-Miller (1958), de que os mercados financeiros operam de forma perfeita e eficiente, por conta disso, as variáveis reais independem da estrutura financeira das firmas bancárias. Assim, o sistema financeiro desempenha apenas o papel de intermediação de recursos em uma economia, sendo que, suas decisões, em relação à alocação desses recursos independem de como suas fontes são compostas, o que implica que o sistema financeiro se torna irrelevante para o desempenho da atividade econômica real.

No que diz respeito à teoria “q” de Tobin a política monetária pode afetar a economia pelo efeito que promove sobre o valor dos ativos, em especial, sobre o preço das ações. Para Tobin (1969), o valor de q é definido pela relação entre o valor de mercado de uma firma e o custo de reposição da estrutura de seu capital, sendo que, deve ser igual, superior ou inferior a unidade. Caso o valor de q supere a unidade, o valor de mercado da firma é maior que o custo de reposição de seu estoque de capital. Se q for inferior a unidade, o valor de mercado da firma é inferior ao custo de reposição de seu estoque de capital. Assim, quando q for elevado as empresas preferem emitir novas ações e impulsionar novos investimentos, e quando q for baixo, preferem adquirir o capital de empresas já existentes, restringindo novos investimentos.

Mishkin (1996) descreve esse movimento observando que, um aumento na oferta monetária ( $\uparrow M$ ), induz ao aumento de gastos, sendo que, um dos destinos desses gastos extras é para o mercado acionário. Devido a maior pressão de demanda, verifica-se uma elevação nos preços das ações ( $\uparrow P_{Ações}$ ) e, um aumento no “q de Tobin”, uma vez que, o valor de mercado das empresas torna-se superiores ao custo de reposição de seu estoque de capital. Assim, os gastos com novos investimentos são estimulados ( $\uparrow I$ ), ocasionando uma expansão na atividade produtiva ( $\uparrow Y$ ). Esse movimento é descrito, na sequência:

$$M \uparrow \rightarrow P_{Ações} \uparrow \rightarrow q \text{ de Tobin} \uparrow \rightarrow I \uparrow \rightarrow Y \uparrow$$

A expansão monetária que promove uma queda na taxa de juros torna os títulos menos atrativos quando comparados às ações, o que acaba por induzir um aumento em seus preços.

Mishkin (1996) observa que, o mesmo mecanismo utilizado para analisar o canal de transmissão da política monetária, via preço das ações, pode ser aplicado, de forma simples, para entender a dinâmica do mercado de imóveis. Assim, um aumento no preço dos imóveis, ao tornar o valor de mercado do imóvel superior ao seu custo de construção, leva a um aumento no q de Tobin para o mercado imobiliário, o que torna preferível a construção de novas unidades, colaborando, para uma expansão na atividade produtiva.

### 2.1.2 O canal baseado no consumo: Efeitos riqueza e efeitos substituição intertemporal

Dado que os ativos constituem uma importante componente do estoque de riqueza para os agentes, eles podem interferir nas decisões de gastos através do canal da riqueza. Este canal foi definido por Brumberg e Modigliani (1954) e aperfeiçoado por Ando e Modigliani (1963) e por Modigliani (1971), no modelo do ciclo da vida e da renda permanente, o qual considera a riqueza acumulada ao longo da vida (herança, terras, casas, empresas, ações, títulos etc.), como sendo determinantes do consumo dos agentes. A hipótese do ciclo de vida considera que o nível de consumo, ao longo da vida do agente, não depende de sua renda corrente, mas do estoque de riqueza acumulada (renda permanente), sendo que, alterações no estoque de riqueza são apontadas como uma das principais fontes de alterações no seu padrão de consumo.

De acordo com Mishkin (1996), uma restrição de política monetária ( $\downarrow M$ ) que produza uma redução no valor dos ativos ( $\downarrow P_{Ativos}$ ) ocasiona, também, uma redução no valor do estoque das riquezas dos agentes. Dessa forma, a queda no valor da riqueza ocasiona uma redução do consumo ( $\downarrow C$ ) e, por sua vez, na atividade produtiva ( $\downarrow Y$ ). Esquemáticamente tem-se:

$$M\downarrow \rightarrow P_{Ativos}\downarrow \rightarrow Riqueza\downarrow \rightarrow Consumo\downarrow \rightarrow Y\downarrow$$

Os efeitos da riqueza baseados nos modelos do ciclo de vida, que operam através dos preços dos ativos, correspondem a um elemento importante na evolução do mecanismo de transmissão monetário.

Boivin, Kiley e Mishkin (2011) observa que, um segundo canal baseado no consumo reflete efeitos de substituição intertemporal. Neste canal, as alterações nas taxas de juros de curto prazo alteram a inclinação do perfil de consumo, de modo que, taxas de juros mais baixas induzem a um maior consumo presente. Este canal surge naturalmente através do uso dos modelos de consumo padrão Euler, equação que faz a conexão entre a taxa marginal de substituição entre o consumo atual e futuro com a taxa de juros real.

### 2.1.3 O canal baseado no comércio internacional: o canal da taxa de câmbio

Taylor (1995) agrega uma valiosa contribuição às pesquisas ao considerar que a política monetária pode exercer efeitos, que vão além daqueles determinados pelo mecanismo da taxa de juros convencional, observando que também pode atuar pelo canal da taxa de câmbio.

De acordo com Mishkin (1996), uma política monetária restritiva ( $\downarrow M$ ), ao promover elevações na taxa de juros ( $\uparrow i$ ), torna a aplicação em títulos domésticos mais atrativa em relação aos títulos estrangeiros, ocasionando um fluxo de entrada de capitais estrangeiros na economia. A maior oferta de recursos exerce uma pressão para a apreciação da taxa de câmbio nominal ( $\downarrow E$ ). A valorização da moeda promove uma deterioração no saldo em transações correntes ao estimular as importações e desincentivar as exportações ( $\downarrow NX$ ). Assim, a redução da demanda agregada por bens domésticos promove uma redução na atividade econômica e, por conseguinte, uma queda no produto ( $\downarrow Y$ ). Essa dinâmica é observada na sequência:

$$M\downarrow \rightarrow i\uparrow \rightarrow Taxa\ de\ Câmbio\ (E)\downarrow \rightarrow Saldo\ em\ Conta\ Correte\ (NX)\downarrow \rightarrow Y\downarrow$$

O canal da taxa de câmbio desempenha um importante papel para o entendimento de como a política monetária pode afetar o desempenho da atividade econômica.

## 2.2 A ABORDAGEM BASEADA NA “VISÃO DO CRÉDITO”

Contrariando os modelos clássicos, que sugerem que o sistema de preços (taxa de juros, taxa de câmbio e o preço dos ativos), desempenha um papel relevante na transmissão de política monetária, a nova abordagem, proposta pela “visão do crédito”, sugere que a presença de assimetria de informações, bem como, os problemas dela decorrentes (seleção adversa e risco moral), ao interferir na eficiência de funcionamento do mercado de crédito, influenciando na oferta de crédito e nas condições em que é disponibilizado, acabam impactando nas decisões de investimentos e, por conseguinte, no produto agregado. Assim, considera-se que o canal do crédito pode auxiliar no esclarecimento de alguns paradoxos que não conseguem ser explicados pelos modelos convencionais baseados nos clássicos canais de preços.

De acordo com Mishkin (1996), a assimetria de informações no mercado financeiro ocorre quando um dos agentes (*lenders*), envolvidos em um contrato financeiro, não dispõe de informações suficiente com relação aos demais agentes envolvidos na transação (*borrowers*), o que acaba dificultando sua tomada de decisão. Em tais circunstâncias, a assimetria de informação cria problemas de seleção adversa e risco moral no mercado de crédito. A seleção adversa corresponde ao problema que ocorre antes da transação ser efetivada, quando existe a possibilidade de serem selecionados os tomadores de crédito que apresentam os piores riscos. O risco moral corresponde ao problema que ocorre após a transação ter ocorrido, quando existe a possibilidade de serem selecionados tomador de crédito dispostos a se engajar em operações de alto risco. Tais problemas promovem distorções no mercado de crédito, comprometendo a eficiência de seu funcionamento e, por conta disso, criar incertezas e instabilidade, aumentando o risco de inadimplência.<sup>2</sup>

De acordo com essa nova abordagem, a existência de um canal de crédito possibilita a criação de um “acelerador financeiro” que, pelos mecanismos endógenos de transmissão que atua através do mercado de crédito, pode contribuir para impulsionar a propagação dos choques macroeconômicos, ao reforçar os efeitos que a política monetária produz sobre a taxa de juros e, por conseguinte, intensificando o efeito desta sobre a atividade econômica real, contribuindo, assim, para impulsionar os ciclos de negócio. Tomando em conta estas considerações, a abordagem baseada na “visão do crédito”, faz uma distinção entre dois canais de transmissão da política monetária, os quais tem se destacado na literatura que aborda o tema: o “canal do balanço patrimonial ou canal de crédito amplo” e o “canal dos empréstimos bancários”.

---

<sup>2</sup> A hipótese de informação assimétrica advém das contribuições de Akerlof (1970), Spence (1973) e Rothschild e Stiglitz (1976). Porém, pesquisas de Bernanke (1983), Gertler (1988), Bernanke e Blinder (1992), Gertler e Gilchrist (1993), Kashyap, Stein e Wilcox (1993), Kashyap e Stein (1993, 1994, 1997), Bernanke e Gertler (1995), Oliner & Rudebush (1996a, 1996b), Mishkin (1996), Bernanke, Gertler e Gilchrist (1998), Stiglitz e Greenwald (2004), também se fundamentam nesta hipótese.

### 2.2.1 O canal do balanço patrimonial

O canal do balanço patrimonial corresponde a uma explicação mais abrangente para a transmissão dos efeitos de choques de políticas monetárias, pois, leva em conta todas as possibilidades de fontes de financiamentos externos para as firmas, inclusive os empréstimos bancários, como sendo substitutas imperfeitas para os fundos gerados internamente, como é o caso da geração de caixa e lucros retidos.

Mishkin (1996), avalia que o canal do balanço patrimonial está associado a problemas que derivam da presença de assimetrias informacionais, que contamina o mercado financeiro, e acaba interferindo na dinâmica de funcionamento do mercado de crédito. Considera que o baixo valor líquido do patrimônio dos potenciais candidatos aos empréstimos, combinados com um agravamento dos problemas de seleção adversa e risco moral, acabam comprometendo as condições de acessibilidade ao mercado de crédito.

Para Bernanke e Gertler (1995), a manifestação de problemas associados a assimetrias informacionais no mercado de crédito, acaba ocasionando o surgimento do “prêmio de financiamento externo”, correspondente ao diferencial (*spread*) que há entre o custo dos recursos a serem obtidos externamente e o custo de oportunidade dos fundos internos das firmas. Esse prêmio tem o propósito de compensar o credor pelos custos que derivam do processo de avaliação dos projetos de investimentos, bem como, do acompanhamento e monitoramento para que os tomadores de crédito apresentem bom desempenho. Em essência, o prêmio visa compensar o risco derivado das distorções causadas pela presença de assimetrias informacionais e pelos eventuais problemas de seleção adversa e risco moral derivados.

O canal do balanço patrimonial baseia-se no argumento teórico de que, o prêmio de financiamento externo que os potenciais tomadores de crédito terão que enfrentar, está diretamente relacionado à posição financeira que apresentam, cuja análise depende de variáveis como o fluxo de caixa, o valor líquido, e a liquidez dos ativos. Assim, uma forte posição financeira, representada por um valor líquido patrimonial elevado, contribui para que o tomador de crédito possa reduzir eventuais conflitos de interesse com os credores, na medida em que aumenta sua autonomia de poder autofinanciar seus projetos de investimentos, além de oferecer maiores garantias para cobrir suas responsabilidades com os credores, pois reduzem a percepção do risco que representam e o prêmio de financiamento externo a ser enfrentado.

Considerando que a posição financeira dos agentes interfere no prêmio de financiamento externo e nas condições de acesso ao crédito, eventuais alterações na qualidade dos balanços patrimoniais acabam afetando as decisões de investimentos e, por conseguinte, o produto agregado. Assim, o mecanismo de transmissão, que atua pelo canal do balanço patrimonial, se manifesta na medida em que a política monetária acaba afetando não só a taxa básica de juros, conforme sugere a abordagem tradicional, mas, também, a posição financeira dos potenciais tomadores de crédito e o prêmio de financiamento externo a ser enfrentado, bem como, as condições de volume, preços e prazos em que os créditos são oferecidos.

Assim, uma política monetária restritiva ( $M \downarrow$ ), ao elevar a taxa de juros ( $i \uparrow$ ), ocasiona uma retração nos preços das ações ( $P_{Ações} \downarrow$ ), induzindo a quedas no valor líquido do patrimônio das firmas, comprometendo o valor das garantias oferecidas nas operações de crédito. A desvalorização das garantias e o maior risco envolvido nas operações de crédito, intensifica a assimetria de informação no mercado financeiro e os problemas de seleção adversa e de risco moral, por ela gerados, ocasionando uma elevação no prêmio de financiamento externo (*Spread*)” exigido aos potenciais tomadores de crédito. Isso induz a uma redução da oferta de crédito e, por sua vez, a uma queda no consumo ( $C \downarrow$ ), nos investimentos ( $I \downarrow$ ) e, por conseguinte, no produto agregado ( $Y \downarrow$ ). Essa dinâmica é representada na sequência:

$$M \downarrow \rightarrow i \uparrow \rightarrow P_{Ações} \downarrow \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{Assimetria de Informações} \\ -\text{Seleção Adversa} \\ -\text{Risco Moral} \end{array} \right. \rightarrow \text{Spread} \uparrow \rightarrow \text{Crédito} \downarrow \rightarrow \begin{array}{l} C \downarrow \\ I \downarrow \end{array} \rightarrow Y \downarrow$$

De acordo com Bernanke e Gertler (1995), a política monetária restritiva pode afetar o balanço patrimonial dos tomadores de crédito de forma direta e indireta. O efeito direto ocorre quando o aumento da taxa de juros induzir a queda no preço dos ativos, o que compromete o valor líquido patrimonial dos tomadores de crédito e reduz o valor das garantias oferecidas aos credores. Além do mais, a elevação da taxa de juros interfere nas despesas a serem enfrentadas pelas empresas ao onerar os custos com os estoques de dívidas contratadas com taxas flutuantes, o que acaba reduzindo seus fluxos de caixa líquido, erodindo sua capacidade de pagamento. De forma indireta, ao reduzir o fluxo de caixa e o valor das garantias, também acaba promovendo uma deterioração dos gastos em consumo por parte dos agentes.

Bernanke, Gertler e Gilchrist (1998), destacam que a ligação entre as condições do balanço patrimonial das firmas e sua aptidão em obter recursos no mercado constituem a base para o princípio do “acelerador financeiro”. Esse princípio considera que um choque de política monetária restritivo deteriora o balanço patrimonial das firmas, a capacidade de se autofinanciar e a habilidade para obterem recursos externos. Assim, o efeito do choque nos juros básicos é potencializado por alterações nos *spreads* das operações de financiamentos, sendo que, o movimento endógeno do mercado de crédito contribui para reforçar o efeito dos ciclos de negócios, intensificando a queda do investimento, do consumo e do produto.

### 2.2.2 O canal dos empréstimos bancários

A abordagem do “canal do empréstimo bancário” conforme Bernanke e Blinder (1988), Bernanke e Gertler (1995) e Kashyap e Stein (1993, 1994), considera que a autoridade monetária pode interferir na atividade produtiva ao promover alterações no comportamento dos bancos, comprometendo sua capacidade de empréstimos, alterando as condições de volume, preços e prazos são concedidos. A ideia básica que está por trás dessa abordagem é de que a autoridade monetária pode, via operação de mercado aberto, promover alterações no padrão de comportamento dos bancos com relação a sua disposição em conceder crédito.

Portanto, Bernanke e Gertler (1995) observam que, por constituírem uma das principais fontes de crédito, os bancos acabam se especializando para superar problemas relacionados à assimetria de informações e eventuais restrições vinculadas ao mercado de crédito.

Assim, um choque restritivo na política monetária ( $M \downarrow$ ), que contrai o volume de reservas e os depósitos bancários (Depósitos Bancários  $\downarrow$ ), ao alterar a estrutura do passivo do balanço dos bancos, acaba alterando, também, a composição de seus ativos, ocasionando reduções na oferta (Empréstimos Bancários  $\downarrow$ ) e aumentos no custo do crédito para os tomadores dependentes de empréstimos bancários (Spread  $\uparrow$ ). A ação da autoridade monetária acaba afetando, não só a taxa básica de juros, mas sobretudo, a margem do *spread* entre a taxa dos empréstimos bancários e a taxa livre de risco dos títulos e, por conseguinte, os investimentos ( $I \downarrow$ ) e o produto agregado ( $Y \downarrow$ ). Esta dinâmica é representada na sequência:

$$M \downarrow \rightarrow \text{Depósitos Bancários} \downarrow \rightarrow \text{Empréstimos Bancários} \downarrow \rightarrow \text{Spread} \uparrow \rightarrow I \downarrow \rightarrow Y \downarrow$$

Kashyap & Stein (1993) observam que, a abordagem referente ao canal dos empréstimos bancários, considera um modelo de três ativos - a moedas, os títulos públicos e os empréstimos bancários - para análise dos impactos da política monetária. Assim, se baseiam na hipótese de que a política monetária opera, não apenas pelo impacto que exerce sobre a taxa básica de juros do mercado de títulos, mas, sobretudo, pelo impacto adicional que promove sobre a oferta de crédito bancário, de modo que, os bancos passam a assumir um papel de destaque na medida em que, além de criarem moeda, realizam operações de crédito.

Ao considerar um novo ativo no modelo, o mercado de bens passa a ser impactado por duas taxas de juros, a taxa básica de juros dos títulos, conforme sugere o modelo tradicional, bem como, pela taxa de juros dos empréstimos. Assim, os choques de política monetária passam a impactar a atividade produtiva de forma direta e indireta. Afeta de forma direta, quando o efeito que promove sobre a taxa básica de juros produz alterações sobre o custo do capital e, de forma indireta, na medida em que produz impactos sobre os custos (*spreads*) e sobre a oferta do crédito realizado pelo sistema bancário. Por conta de uma elevação na taxa de juros, os investimentos caem não apenas em função do aumento no custo do capital, que força boa parte das firmas a cortarem investimentos, mas, sobretudo, devido a uma redução de oferta de crédito e elevação dos *spreads* por parte dos bancos que ocorre, essencialmente, para aquelas firmas de pequeno e de médio porte, contribuindo para intensificar o impacto sobre o produto agregado.

### 3 ANÁLISE METODOLÓGICA

A literatura econométrica é extensa e diversificada com relação aos instrumentos para análise de séries temporais, podendo-se destacar o uso de Painéis Dinâmicos (MGM), de Vetores Autorregressivos Estruturais (SVAR), de Vetores Autorregressivos Padrão e de Mecanismos de Correção de Erro (VAR-VEC), e nas análises das funções de resposta a impulso e decomposição de variância. Estes instrumentos, em especial o VAR, têm exercido certo domínio na literatura que trata sobre os mecanismos de transmissão de política monetária, no entanto, é importante considerar que dependem de uma variedade de suposições

restritivas. O conjunto dos instrumentos que visam analisar a trajetória individual ou conjunta de séries temporais, têm levado em conta o movimento das séries apenas no domínio do tempo, além do mais, são apropriados para serem aplicados em situações em que as séries são periódicas e estáveis em sua trajetória.

Para superar tais limitações, utiliza-se de uma técnica inovadora, baseadas nas transformadas wavelets contínuas, que consideram o padrão de comportamento das séries tanto no domínio do tempo, quanto da frequência. Essa técnica apresenta características que superam as limitações apresentadas pelos instrumentos tradicionais aplicados em estudos de séries temporais. O fato de poder ser aplicada em séries não estacionárias é de grande relevância, principalmente, quando utilizadas em análise de séries econômico-financeiras, que apresentam problemas como heterocedasticidade, tendências, quebras estruturais, mudanças de regime, sazonalidade e alterações cíclicas bruscas, em sua trajetória. As wavelets apresentam qualidades atraentes na aplicação de análise de séries temporais não estacionárias, pois demonstram maior flexibilidade e eficiência para se ajustar a séries que exibem padrões de comportamento instáveis

### 3.1 Transformadas Wavelets Contínuas (TWC)

Graps (1995) define as wavelets como sendo representadas por ondas de curta duração, cuja energia é concentrada em um intervalo de tempo curto finito  $\Psi(t)$ , as quais obedecem a algumas propriedades matemáticas e que são definidas no espaço funcional de quadrado integrável  $L^2(\mathfrak{R})$ .

As funções wavelets  $\psi_{u,s}(t)$ , são geradas a partir de uma única função  $\Psi(t)$ , denominada wavelet mãe (*mother wavelet*), através de operações de dilatações (s) e translações (u). A dilatação ou escala refere-se ao processo de compressão ou alongamento da wavelet em distintos níveis de frequência  $\psi(t) \rightarrow \psi(st)$ , enquanto a translação refere-se a movimentos de deslocamento da wavelet ao longo do eixo do tempo  $\psi(t) \rightarrow \psi(t + u)$ . Reunindo as propriedades de dilatação e translação a partir de uma função base, obtém-se as funções transformadas wavelets, onde um fator de dilatação (s) controla o comprimento da wavelet (permite a identificação de características no domínio da frequência), e um parâmetro de translação (u) controla a localização da wavelet (permite identificar características no domínio do tempo). Assim, a metodologia wavelets permite decompor uma série temporal, em funções elementares para detectar, de forma detalhada, as características específicas contidas em uma dada localização no domínio do tempo e da frequência.

Com base nas notações utilizadas por Aloui et al. (2015) e Aguiar-Conraria e Soares (2011), e em trabalhos anteriores de Torrence e Compo (1998), Grinsted et al. (2004) e Daubechies (1990), é possível definir a transformada wavelet contínua (TWC), em  $L^2(\mathbb{R})$ , formalmente em (3.1):

$$W_x(u, s) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \psi_{(u,s)}^*(t) dt \quad (3.1)$$

Onde,  $W_x(u, s)$  é obtido projetando a wavelet específica  $\psi^*(.)$ , que representa o conjugado complexo da função wavelet básica  $\psi(t)$  na série temporal; \*, denota o conjugado complexo; e,  $\psi_{(u,s)}^*(t)$ , corresponde à função wavelet básica adequada para escala (s) (que controla o comprimento da wavelet) e

translação ( $u$ ) (que controla a localização da wavelet) de um sinal original, o que permite a decomposição de uma série de tempo no domínio do espaço tempo-frequência.

As funções wavelets  $\psi_{u,s}(t)$  são geradas de uma única função  $\psi(t)$ , a wavelet mãe, que é dilatada/comprimida e deslocada para captar oscilações de frequências da série, ao longo do tempo, definida em (3.2):

$$\psi_{u,s}(t) = \frac{1}{\sqrt{|s|}} \psi\left(\frac{t-u}{s}\right), \quad s, u \in \mathbb{R}, \quad s \neq 0 \quad (3.2)$$

Onde:  $\psi(\cdot) \in L^2(\mathbb{R})$ ;  $1/\sqrt{|s|}$ , fator de normalização, que garante a variância unitária da wavelet, e é adicionado para garantir a preservação da energia unitária ( $\|\psi_{u,s}\|^2 = 1$ );  $u$ , parâmetro que indica a posição exata da wavelet, na trajetória temporal;  $s$ , parâmetro de escalonamento da wavelet, a qual pode ser comprimida ou dilatada, sendo que uma escala mais baixa de  $s$  ( $|s| < 1$  - compressão da wavelet) corresponde a uma frequência mais alta da série, e uma escala mais alta de  $s$  ( $|s| > 1$  - dilatação da wavelet) corresponde a uma frequência mais baixa da série. A partir de uma série temporal  $x(t) \in L^2(\mathbb{R})$ , sua TWC com relação à wavelet  $\psi(t)$ , é uma função de duas variáveis  $W_x(u, s)$ , representada por (3.3):

$$W_x(u, s) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \frac{1}{\sqrt{|s|}} \psi^*\left(\frac{t-u}{s}\right) dt \quad (3.3)$$

A TWC, ao mapear a série temporal em função de  $s$  e  $u$ , oferece informações simultâneas com relação às características específicas referente ao domínio do tempo e frequência (escala) da série.

O módulo quadrático da TWC, denominado escalograma, é definido na equação (3.4):

$$SCAL_x(u, s) = \left| \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \frac{1}{\sqrt{|s|}} \psi^*\left(\frac{t-u}{s}\right) dt \right|^2 \quad (3.4)$$

De acordo com Daubechies (1990), o escalograma caracteriza a distribuição da energia de uma série através do plano bidimensional da escala de tempo. Assim, a TWC de uma série temporal depende de dois parâmetros: escala (ou frequência) e tempo. Isto leva a uma chamada representação em escala de tempo que fornece uma ferramenta para a análise de sinais não estacionários.

Uma função  $\psi(t)$  real ou complexa de quadrado-integrável é definida como uma função wavelet, se as seguintes propriedades forem satisfeitas: **Admissibilidade:** a função  $\psi(t)$  deve ser integrável e sua integral deve ser igual a zero, de modo que, os valores positivos são cancelados pelos valores negativos, o que garante que a função wavelet tenha um formato de onda; **Quadrado Integrável Unitário:** o quadrado de sua integral é igual a unidade, o que a define como sendo de energia unitária. A condição de energia unitária impõe uma normalização da medida de energia da função wavelet, o que assegura que a função possua um suporte compacto, ou apresente um decaimento rápido de amplitude (*e-folding time*), garantindo sua localização espacial; **Inversibilidade:** tem a capacidade de decompor o sinal e reverter o processo, reconstruindo a função original  $x(t) \in L^2(\mathbb{R})$ ; **Escalonamento e Translação:** o escalonamento implica no mecanismo de alongamento ou compressão da wavelet, enquanto, a translação significa o seu deslocamento

no domínio do tempo; **Similaridade:** A decomposição em escala deve ser obtida pela translação e dilatação de apenas uma função “mãe”, ou seja, todas as wavelets devem ser mutuamente semelhantes, mantendo escala covariantes uniforme entre si, apresentando um número constante de oscilações; **Regularidade:** a wavelet deve estar bem localizada em ambos os lados da transformada, ou seja, deve ser concentrado em alguns domínio espacial finito e ser suficientemente regular; e, **Cancelamentos:** para algumas aplicações, em particular, na análise de sinais turbulentos, a wavelet não deve apenas ter valor médio zero (condição de admissibilidade), mas também, deve ter alguns momentos de ordem superior desaparecendo (vanishing high-order). Este requisito, que elimina a parte mais regular (polinomial) do sinal, permite o estudo das suas flutuações de ordem superior e possíveis singularidades em algumas derivadas de ordem superior.

### 3.2 Transformada Wavelet de Morlet

A base para a função wavelet pode ser escolhida a partir de um conjunto de possibilidades, tendo como referência várias famílias de wavelets, que apresentam representações locais no domínio do espaço tempo-frequência. Uma vez que existem vários tipos de funções wavelet disponíveis (Funções de Har, Morlet, Chapéu Mexicano, Coiflets, Shannon, Daubechies, Symlets, etc..), a escolha da função mais apropriada depende da aplicação pretendida. As funções devem assegurar as condições necessárias para que uma função base seja considerada uma wavelet, isto é, ela deve descrever um padrão oscilatório, decair rapidamente para zero (energia localizada), e apresentar valor médio nulo. Assim, garantidas tais condições, as funções  $\psi(x) \in L^2(\mathbb{R})$  devem ter energia finita.

De acordo com Teolis (1964), tendo decaimento exponencial tanto no domínio do tempo quanto na frequência, a wavelet de Morlet apresenta concentração conjunta ideal em tempo-frequência. Portanto, a wavelet de Morlet é comumente utilizada para análises das flutuações econômicas, uma vez que, trata-se de uma função gaussiana modulada com decaimento exponencial apropriado.

Não obstante a importância da variedade de tipos de wavelets que foram adaptadas pela literatura, optou-se pela wavelet de Morlet, para presente estudo, por sua aplicabilidade geral. Podemos definir a wavelet de Morlet como sendo representada por uma família de funções de um parâmetro, primeiramente introduzida por Goupillaud, Grossman e Morlet (1984), sendo esta, definida formalmente em (3.5):

$$\psi^M(t) = \frac{1}{\pi^{1/4}} e^{i\omega_0 t} e^{-t^2/2} \quad (3.5)$$

Onde,  $\omega_0$  corresponde à frequência central da wavelet, e o valor constante  $\frac{1}{\pi^{1/4}}$  assegura que  $\psi^M(t)$  tenha energia unitária. A frequência angular  $\omega$  (ou taxa de rotação em radianos por unidade de tempo) é definida como 6, que é o valor preferido na literatura, pois torna a wavelet de Morlet aproximadamente analítica, uma revolução é igual a  $2\pi$  (radianos), portanto, o período (ou frequência inversa) medido em unidades de tempo é igual a  $2\pi/6$ . Por se tratar de uma wavelet contínua e de valor complexo, leva a uma

transformada wavelet contínua e de valor complexo da série temporal em questão e, portanto, preserva informações com qualquer seleção cuidadosa de parâmetros de resolução de tempo e frequência.

### 3.3 Espectro de Potência Wavelet (EPW)

De acordo com Torrence e Compo (1998) e Aguiar-Conraria et al., (2008), o EPW, para uma série temporal, avalia a variância local de cada variável, o que permite analisar o comportamento da variância de uma série no domínio espaço tempo-frequência. O EPW é definido pela equação (3.6):

$$(EPW)_x(u, s) = |W_x(u, s)|^2 \quad (3.6)$$

Além disso, a significância estatística é avaliada quando comparada à hipótese nula de que a variável tem um significativo espectro de potência.

Torrence e Compo (1998) demonstram que, através de simulações de Monte Carlo, podemos usar a potência da wavelet do ruído branco e do ruído vermelho em cada momento do tempo ( $u$ ) e em cada nível de escala ( $s$ ), e, assim, obter a distribuição correspondente para o EPW local, como especificado por (3.7):

$$D\left(\frac{|W_x(s)|^2}{\sigma_x^2} < p\right) \Rightarrow \frac{1}{2} P_f \chi_v^2 \quad (3.7)$$

onde,  $P_f$  é a média do espectro na frequência de Fourier  $f$ , que corresponde à escala wavelet  $s$  ( $s \approx 1/f$ ), e  $v$  assume os valores de 1 ou 2 para wavelets reais ou complexas.

### 3.4 Espectro de Potência Wavelet Cruzada (EPWC)

De acordo com Aguiar-Conraria et al. (2008) o EPWC da transformada wavelet corresponde um instrumento útil, na medida em que procura detectar a covariância na vizinhança de duas séries temporais  $x(t)$  e  $y(t)$ , localizando as áreas de co-movimento entre as variáveis, no espaço tempo-frequência.

A EPWC entre duas séries  $x(t)$  e  $y(t)$ , conforme definições de Hudgins, Friere e Mayer (1993) e Torrence e Compo (1998), é especificada por  $W_{xy}(u, s)$ , como é demonstrado em (3.8):

$$W_{xy}(u, s) = W_x(u, s)W_y(u, s)^* \quad (3.8)$$

Onde,  $W_x(u, s)$  e  $W_y(u, s)$  correspondem as transformadas wavelet de  $x(t)$  e  $y(t)$ , respectivamente, e  $W_y(u, s)^*$  é o conjugado complexo de  $W_y(u, s)$  e  $*$  representa a conjugação complexa. A potência da wavelet cruzada é indicada por  $|W_{xy}(u, s)|$  e captura as variáveis de covariância. A distribuição teórica da EPWC, entre duas séries com espectros de potência  $P_k^X$  e  $P_k^Y$ , é definido por (3.9):

$$D\left(\frac{|W_x(u, s)W_y(u, s)^*|}{\sigma_x\sigma_y} < p\right) = \frac{Z_v(p)}{v} \sqrt{P_k^X P_k^Y} \quad (3.9)$$

Onde,  $\sigma_x$  e  $\sigma_y$  denotam os desvios padrão de  $x$  e  $y$ , respectivamente.  $Z_v(p)$  é o nível do intervalo de confiança relacionado à probabilidade  $p$ , para uma função de densidade de probabilidade (pdf), conforme definido pela raiz quadrada do produto de duas distribuições  $\chi^2$ .

### 3.5 Espectro de Coerência Wavelet (ECW)

A complexa coerência wavelet pode ser escrita na forma polar como  $\varphi_{xy} = |\varphi_{xy}|e^{i\phi_{xy}}$ . O valor absoluto de uma coerência wavelet complexa é denominada coerência wavelet. Segundo a definição de Torrence e Webster (1999), a coerência wavelet é calculada como sendo a razão entre o valor absoluto quadrado dos ECW, suavizados e normalizados pelo produto dos EPW individuais suavizados de cada série temporal específica, e pode ser definida pela equação (3.10):

$$R^2(u, s) = \frac{|S(s^{-1}W_{xy}(u, s))|^2}{S(s^{-1}|W_x(u, s)|^2)S(s^{-1}|W_y(u, s)|^2)} \quad (3.10)$$

Na equação, o elemento  $s^{-1}$  tem a função de normalizar a densidade da energia, e a suavização  $S = S(u, s)$  é feita por uma convolução na direção do tempo e escala, para a wavelet em questão, onde o coeficiente de coerência wavelet quadrado satisfaz a condição de desigualdade de  $0 \leq R^2(u, s) \leq 1$ .

O EPW oferece um estimador qualitativo para a evolução temporal do grau de linearidade na interação entre duas series de tempo  $x(t)$  e  $y(t)$  em uma dada escala. Um valor de  $R^2(u, s)$  que se aproxima de zero significa um enfraquecimento na correlação, em contrapartida, se o valor estiver próximo de 1 indica uma forte correlação entre as séries.

### 3.6 Diferenças de Fases Wavelets (DFW)

A diferença de fase de duas variáveis de série temporal (ou seja,  $\phi_{x,y}$ ) caracteriza suas relações de fase. Esta diferença de fase localiza as posições no pseudociclo e é especificada, na equação (3.11).

$$\phi_{x,y} = \tan^{-1} \left( \frac{\Im\{W_{xy}(u,s)\}}{\Re\{W_{xy}(u,s)\}} \right) \text{ with } \phi_{x,y} \in [-\pi, \pi] \quad (3.11)$$

Uma diferença de fase igual a zero implica que as duas séries subjacentes,  $x(t)$  e  $y(t)$ , se movem conjuntamente na mesma direção em um dado tempo e frequência específica, enquanto uma diferença de fase de  $\pi$  ou  $(-\pi)$  indica que elas se movem em direções opostas.

A diferença de fase de  $0.5\pi$  ou  $(-0.5\pi)$  indica que as séries  $x(t)$  e  $y(t)$  mantem uma relação em fase, e movem-se na mesma direção (comovimento positivo), de modo que, se  $\phi_{x,y} \in (0, 0.5\pi)$ ,  $x(t)$  lidera  $y(t)$  e, se  $\phi_{x,y} \in (0, -0.5\pi)$ ,  $y(t)$  lidera  $x(t)$ . A diferença de fase de  $\pi$  ou  $(-\pi)$  indica que  $x(t)$  e  $y(t)$  mantem uma relação fora de fase (anti-fase), e movem-se em direções opostas (comovimento negativo), assim, se  $\phi_{x,y} \in (\pi, 0.5\pi)$ ,  $y(t)$  lidera  $x(t)$  e, se  $\phi_{x,y} \in (-\pi, -0.5\pi)$ ,  $x(t)$  lidera  $y(t)$ . As direções das setas caracterizam as relações de fase. Se as setas estão direcionadas para a direita, as séries  $x(t)$  e  $y(t)$  estão positivamente correlacionadas, de modo que, se estão direcionada para a direita e para cima, a série  $x(t)$  lidera  $y(t)$ , se estão direcionada para a direita e para baixo, a série  $y(t)$  lidera  $x(t)$ . Se as setas estão direcionadas para a esquerda são negativamente correlacionadas, de modo que, se estão direcionada para a esquerda e para cima, a série  $y(t)$  lidera  $x(t)$ , se estão direcionada para a esquerda e para baixo, a série  $x(t)$  lidera  $y(t)$ .

Tomando como referência Grinsted et al. (2004) e Tiwari et al. (2013), é importante destacar ainda que, a diferença de fases também pode indicar uma relação de causalidade entre  $x(t)$  e  $y(t)$ , nos domínios do tempo e da frequência, de modo que, se  $x(t)$  lidera  $y(t)$ , então sugere uma relação causal correndo de  $x(t)$  para  $y(t)$ , em um dado tempo e frequência particular. Como consequência, esse processo domina o teste convencional de causalidade de Granger, o qual assume que uma única relação causal se mantém para todo o período amostral, bem como, para cada frequência.

#### 4 ANÁLISE DOS DADOS PARA A AVALIAÇÃO EMPÍRICA

Com o propósito de avaliar as evidências referentes às distintas abordagens que alimentam o controverso debate acerca dos canais de transmissão da política monetária, tomando por base a “visão da moeda” e a “visão do crédito”, serão utilizadas séries de tempo de indicadores econômicos para o Brasil, tomando em conta informações com frequência mensal, para o período de 2000:01 à 2023:12. O início da série coincide com adoção do regime de câmbio flexível e de metas de inflação, medidas que tiveram como propósito a consolidação do programa de estabilização da economia. Também, corresponde ao momento em que o mercado de crédito passou a ganhar maior relevância, tendo em vista a significativa expansão que sofreu desde então, principalmente, a partir das reformas realizadas no âmbito do sistema financeiro nacional, que estabeleceu um quadro legal visando assegurar liquidez, solidez e segurança ao sistema.

As séries de tempo para a análise empírica contemplam: indicadores de atividade econômica, como o Produto Interno Bruto, a Formação Bruta de Capital Fixo e a Produção Industrial de Bens de Consumo; o indicador de política monetária (taxa de juros *overnight*-Selic), que corresponde ao instrumento adotado pelo Banco Central para administrar o regime de metas de inflação; um indicador para os depósitos bancários (M1 = papel moeda em poder do público + depósitos à vista em conta corrente); o Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), que representa o índice de inflação oficial adotado pelo sistema de metas; a taxa nominal de câmbio livre (média do período - mensal R\$/US\$); o principal índice do mercado de capitais (IBOVESPA); a oferta de Crédito Total realizado na economia; um indicador de preços para as operações de crédito com recursos livres - o *Spread* Médio Geral.<sup>3</sup> Na Tabela 1, estão dispostas as estatísticas descritivas das séries utilizadas na pesquisa, expressas em suas unidades originais de medida.

Tabela 1 - Estatísticas Descritivas das Séries Temporais

VARIÁVEL	MÉDIA	MÁXIMO	MÍNIMO	DESVIO PADRÃO	FONTE
Produto Interno Bruto (R\$ bilhões)	7.808.847,75	10.870.033,40	4.658.504,26	1.898.872,59	IPEA
Formação Bruta de Capital Fixo (Índice)	145,32	203,87	94,88	29,89	IPEA
Produção Industrial - Bens de Consumo (Índice)	108,76	129,10	71,50	10,39	IBGE
Taxa de Juros – SELIC (Acumulada em 12 meses - % a.a)	11,64	22,30	2,12	4,54	BCB
Oferta de Moeda Real – M1 (R\$ milhões)	470.954,24	780.923,34	222.744,55	131.226,12	BCB

<sup>3</sup> As séries utilizadas têm como referência os trabalhos de Bernanke (1983), Bernanke e Blinder (1993), Romer e Romer (1993), Gertler e Gilchrist (1993), Kashyap, Stein e Wilcox (1993), Bernanke e Gertler (1995), Kashyap e Stein (1993, 1994, 1997), Walsh e Wilcox (1995), Oliner e Rudebush (1996), Christiano, Eichenbaum e Evans (1998), Breitenlechner, Scharler e Sinderman (2016), Endut, Morley e Tien (2018), Oddo e Bosnjak (2021), dentre outros.

Tabela 1 - Estatísticas Descritivas das Séries Temporais

Taxa de Câmbio Nominal (R\$/US\$ - compra - fim período)	2,99	5,77	1,56	1,20	BCB
Índice Ibovespa (Índice - fechamento - % a.m.)	58.044,94	129.738,22	9.180,01	32.264,44	BCB
Crédito Total (R\$ milhões)	3.377.281,36	5.793.968,00	1.199.027,29	1.507.440,88	BCB
Spread - Recursos Livres Totais (% a.a)	28,46	44,54	21,73	4,00	BCB

Fonte: Elaborada pelo autor.

Nota: Banco Central do Brasil (BCB), Fundação Getúlio Vargas (FGV), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada IPEA).  
Indicadores de Produção Industrial - Índice real dessazonalizado - média 1995 = 100. Formação Bruta de Capital Fixo (Índice real dessazonalizado - média 1995 = 100)

As séries apresentam frequência mensal e, com exceção da taxa Selic, dos *Spreads*, da taxa de câmbio e da Formação Bruta de Capital Fixo, que são referenciadas em termos nominais, as demais estão definidas em termos reais, e são deflacionadas pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA). A série de produção industrial e os indicadores dos mercados de crédito e monetário (M1) sofreram ajustamentos sazonais, pelo método multiplicativo X-12. Para as estimações, utilizou-se o software R-Studio, a partir do pacote disponibilizado por WaveletComp (versão 1.1), que analisa a estrutura de frequência de séries temporais uni e bivariadas, com base nas transformadas wavelets contínuas, com base na wavelet de Morlet.

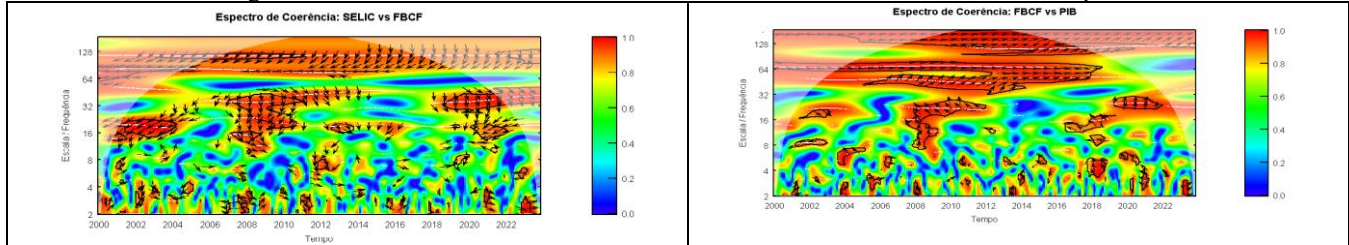
Para a avaliação empírica, foram tomando o logaritmo natural e a primeira diferença dos dados originais, para corrigir a potencial heterocedasticidade, a diferença dimensional entre as séries e, para obter a taxas de crescimento mês a mês. As figuras que representam o Espectro de Coerência das Wavelets apresentam, no eixo horizontal, informações referentes ao domínio do tempo, enquanto, no eixo vertical, informações referentes ao domínio da escala/frequência, sendo que, quanto menor a escala maior a frequência e quanto maior a escala, menor a frequência das séries. O espaço bidimensional apresenta a distribuição do comovimento entre as séries, e indica o grau de correlação mantido entre elas, no domínio do espaço tempo-frequência. A escala lateral da figura apresenta uma palheta de cores com a intensidade da correlação mantida entre elas, sendo que, regiões com coloração vermelho escuro denotam alto grau de correlação, enquanto, as de coloração azul escuro denotam baixo grau de correlação. As regiões delimitadas pelo círculo representam intenso grau de correlação, testadas em nível de 5% de significância. A fronteira em forma de cone, delimita a área de teste de significância, onde a correlação é facilmente afetada pelo efeito de borda. Para a análise de coerência das séries, considera-se a relação mantida no intervalo entre 1 e 24 meses (2 anos), movimentos cíclicos de curto prazo; entre 24 e 60 meses (entre 2 e 5 anos), movimentos cíclico de médio prazo; e, acima dos 60 meses (acima de 5 anos), movimentos cíclico de longo prazo.

## 5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A abordagem da “visão da moeda”, faz uma distinção entre os canais que afetam os investimentos (custo de uso do capital e o canal “q” de Tobin), o consumo (efeito riqueza e efeito de substituição intertemporal) e as relações internacionais de troca (taxa de câmbio), e avaliam como estes interferem na atividade produtiva. Assim, considera que, não apenas a taxa de juros, mas também, o preço de outros ativos, como o preço das ações e a taxa de câmbio, contribuem para a transmissão da política monetária.

Para testar as hipóteses acerca do canal do custo de uso do capital, aplica-se as transformadas wavelets para avaliar o padrão de coerência entre a taxa de juros (SELIC) e a Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF), bem como, entre a FBCF e o Produto Interno Bruto (PIB), no domínio do espaço tempo-frequência, conforme observa-se na Figura 1.

Figura 1 – Análise das Transformadas Wavelets – O canal do custo de uso do capital



Fonte: Elaborado pelo Autor

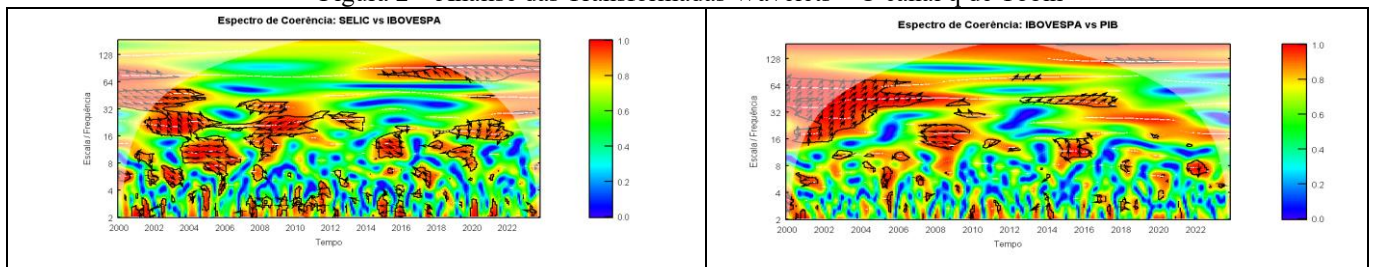
O espectro de coerência entre a SELIC e a FBCF, demonstra vários ciclos de coerência entre as séries, predominando o movimentos anti-fase, no intervalo  $(-0.5\pi$  e  $-\pi)$ , indicando que a SELIC lidera a FBCF, com a inclinação das setas próxima de  $(-0.5\pi)$ , sugerindo que a SELIC exerce forte influência sobre a FBCF. Estes resultados estão em sintonia com a teoria dos canais baseados em investimentos, uma vez que, sugere uma relação inversa entre as séries, onde movimentos nos juros induzem movimentos nos investimentos em capital fixo. Todavia, os resultados demonstram que esta relação não é uniforme, no domínio do espaço tempo-frequência. Observa-se que a coerência se intensifica em ciclos que se propagam em horizontes de médio e longo prazo (regiões de média e baixa frequência), e ganha força em momentos de maior incerteza, como é o caso do período marcado por significativa instabilidade interna e externa (2002-2004), devido ao efeito contágio causado pela crise do subprime nos EUA (2007-2011), e, por conta da crise gerada pela pandemia do COVID-19 (2019-2021). Estes correspondem a momentos em que a ação da autoridade monetária se torna mais incisiva, para conter a propagação de efeitos negativos que o ambiente de maior instabilidade tende a produzir sobre a atividade econômica e sobre os preços.

O espectro de coerência entre a FBCF e o PIB demonstra que os ciclos de coerência se movem em fase, no intervalo  $(0$  e  $0.5\pi)$ . Em bandas de baixa escala e alta frequência a inclinação das setas é próximo à  $0.5\pi$ , indicando que FBCF lidera o movimento e exerce forte influência sobre o PIB, em horizontes de curto prazo. Em níveis intermediários e de alta escala, em regiões de média e baixa frequência, as setas apresentam-se com inclinação próxima de zero, indicando se movem conjuntamente em fase, em ciclos que se propagam em horizontes de médio e longo prazo. Constata-se uma convergência com as hipóteses teóricas, pois a FBCF exerce forte influência sobre o PIB, mostrando persistência em horizontes de médio e longo prazo, no entanto, coerência não se mantém uniforme no domínio do espaço tempo-frequência.

De acordo com a teoria do  $q$  de Tobin, a política monetária pode interferir na atividade produtiva pelo efeito que exerce sobre o valor dos ativos. Para testar esta relação, será aplicada a análise das

transformadas wavelets para avaliar a coerência entre a SELIC e a o índice de preço das ações (IBOVESPA), e o efeito desta sobre o PIB. Os resultados estão dispostos na Figura 2.

Figura 2 – Análise das Transformadas Wavelets – O canal q de Tobin



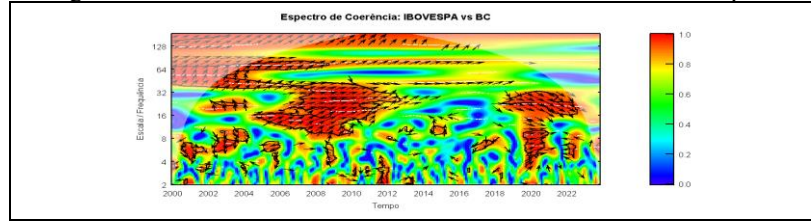
FONTE: Elaborado pelo Autor

O espectro de coerência entre a SELIC e o IBOVESPA demonstra ciclos de coerência que se propagam nos três níveis de escala/frequência, com predominância de uma movimento anti-fase. No período entre 2000 e 2007, as séries se movem no intervalo  $(0.5\pi$  e  $\pi)$ , onde o IBOVESPA lidera a SELIC. Entre 2007 e 2015, o movimento ocorre no intervalo  $(-0.5\pi$  e  $-\pi)$ , onde a SELIC passa a liderar o IBOVESPA. A partir de 2015, o movimento se alterna entre o intervalo  $(-0.5\pi$  e  $-\pi)$ , em níveis de baixas escalas/alta frequência, e  $(0.5\pi$  e  $\pi)$  em níveis de alta escala/baixa frequência, indicando que o IBOVESPA lidera a SELIC em horizontes de curto prazo, e a SELIC lidera o IBOVESPA em horizontes de longo prazo. As evidências convergem com a teoria, confirmando a relação negativa entre as variáveis, no entanto, a relação não é uniforme, com ciclos intensos em momentos de maior instabilidade.

O espectro de coerência entre o IBOVESPA e o PIB revela ciclos de coerência que se propaga para os três níveis de escala/frequência. Em níveis de baixa escala e alta frequência, as regiões de coerência indicam movimento anti-fase e estão, hora no intervalo  $(-0.5\pi$  e  $-\pi)$ , onde o IBOVESPA lidera o PIB, hora no intervalo  $(0.5\pi$  e  $\pi)$ , onde o PIB lidera o IBOVESPA. Em níveis de escala/frequência intermediários as setas mudam de direção e descrevem um movimento em fase no intervalo  $(0$  e  $0.5\pi)$ , onde o IBOVESPA lidera o PIB. Os resultados demonstram que o IBOVESPA e o PIB mantêm uma coerência intensa e positiva, com os movimentos no preço dos ativos exercendo forte influência sobre a atividade produtiva, em ciclos de médio prazo, conforme prediz a teoria.

Considerando que, em países desenvolvidos, as ações ordinárias representam o componente mais relevante da riqueza acumulada pelos agentes, para testar a hipótese do canal da riqueza, será analisada as transformadas wavelets com vistas a avaliar a coerência entre o IBOVESPA e a produção Industrial de Bens de Consumo (BC), conforme apresentado Figura 3.

Figura 3 – Análise das Transformadas Wavelets – O canal da riqueza

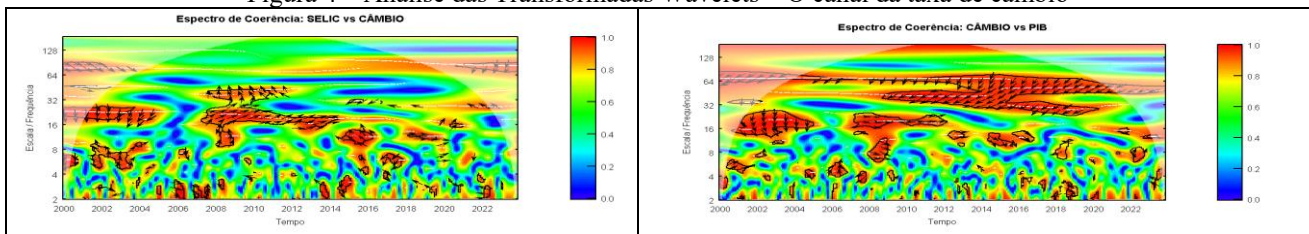


FONTE: Elaborado pelo Autor

O espectro de coerência das wavelets entre o IBOVESPA e o BC demonstra a ocorrência de vários ciclos de coerência na dimensão do espaço tempo-frequência, descreve movimentos em fase, no intervalo  $(0 \text{ e } 0.5\pi)$ , onde o IBOVESPA lidera e exerce forte influência sobre BC com a inclinação próxima de  $0.5\pi$ , bem como, ciclos no intervalo  $(0 \text{ e } -0.5\pi)$ , com BC liderando e exercendo forte influência sobre o IBOVESPA, com a inclinação das setas se aproximando de  $-0.5\pi$ . Consta-se que, mudanças no valor da riqueza induzem a alteração na produção de bens de consumo. A relação entre as séries comprova que a política monetária, ao alterar o valor dos ativos, altera o valor da riqueza, ocasionando ajustamentos no processo de escolha intertemporal das famílias, mudando o padrão de consumo. Esse movimento não é uniforme no domínio do espaço tempo-frequência e é mais significativo em momentos de maior incerteza.

Os argumentos teóricos referentes ao comércio internacional, sugerem que a autoridade monetária pode influenciar o produto agregado ao interferir na taxa de câmbio. Para testar esta hipótese é analisada a coerência entre a SELIC e o CÂMBIO, bem como, entre o CÂMBIO e o PIB, conforme a Figura 4.

Figura 4 – Análise das Transformadas Wavelets – O canal da taxa de câmbio



FONTE: Elaborado pelo Autor

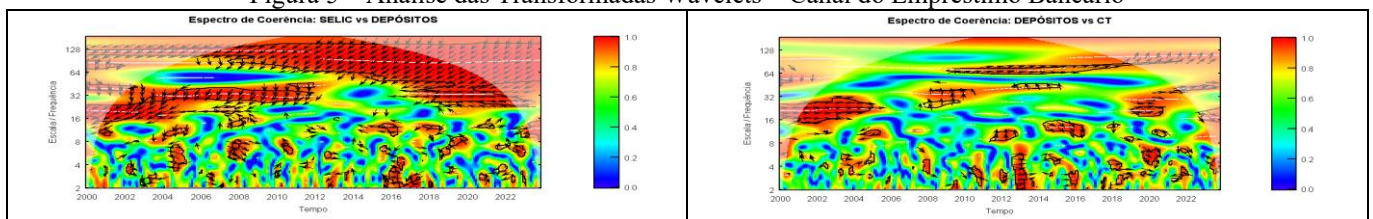
O espectro de coerência entre SELIC e CÂMBIO revela que, nos ciclos de coerência situados na faixa de baixa escala e alta frequência, predomina um movimento anti-fase, estado no intervalo  $(\pi \text{ e } 0.5\pi)$ , onde o CAMBIO lidera a SELIC. Na faixa de frequência média, observa-se um movimento em fase, no intervalo  $(0 \text{ e } 0.5\pi)$ , onde a SELIC lidera o CAMBIO, e no intervalo  $(0 \text{ e } -0.5\pi)$ , onde o CAMBIO lidera a SELIC. Na faixa de baixa frequência, os ciclos ocorrem no intervalo  $(0 \text{ e } -0.5\pi)$ , com o CAMBIO liderando a SELIC, estando em fase, e no intervalo  $(-\pi \text{ e } -0.5\pi)$ , com SELIC liderando o CAMBIO, em anti-fase. Consta-se que os ciclos de coerência se intensificam quando a economia sofre algum distúrbio, por conta da forte instabilidade cambial (2000-2004), por conta da instabilidade gerada pela crise do subprime americano (2007) e, com a instabilidade gerada pela pandemia do COVID-19. A taxa Selic tem demonstrado uma baixa capacidade de induzir movimento sobre a taxa nominal de câmbio, no sentido anti-fase, onde as séries devem manter uma relação inversa entre si, conforme sugere a teoria.

O espectro de coerência entre o CÂMBIO e o PIB mostra que, para níveis de baixa e média frequência, os ciclos de coerência indicam a predominância de um movimento em fase no intervalo  $(0 \text{ e } -0.5\pi)$ , com o PIB liderando e exercendo forte influência sobre o CAMBIO, entre 2001 e 2005. Entre 2006 e 2013, o CAMBIO e o PIB se movimentam sincronizados, na mesma direção. Em níveis de baixa frequência, os ciclos indicam que o movimento entre as séries ocorre no intervalo  $(-\pi \text{ e } -0.5\pi)$ , com a predominância de um movimento anti-fase, com o CAMBIO liderando o PIB. O movimento de fase entre as séries contraria os pressupostos teóricos na maior parte dos ciclos de coerência registrados.

De acordo com a teoria do canal do crédito, ao impor restrições sobre os depósitos bancários, a autoridade monetária altera a oferta de crédito, bem como, os custos enfrentados pelos potenciais tomadores de empréstimos bancários. Assim, a política monetária acaba afetando, não só a taxa básica de juros no mercado de títulos, mas também, a margem dos *spreads* entre as taxas das operações de crédito e a taxa livre de risco, o que acaba afetando as decisões de investimento e a atividade produtiva. Assim, os choques monetários passam a afetar o produto de forma direta, quando o efeito sobre a taxa básica de juros altera o custo do capital e, de forma indireta, ao exercer impacto sobre os custos e as condições de acesso ao crédito.

Para testar tais hipóteses, aplica-se as transformadas wavelets para analisar as relações entre a SELIC e os DEPÓSITOS, bem como, entre os DEPÓSITOS e o Crédito Total (CT), conforme a Figura 5.

Figura 5 – Análise das Transformadas Wavelets – Canal do Empréstimo Bancário



FONTE: Elaborado pelo Autor

A análise do espectro de coerência entre a SELIC e os DEPÓSITOS, revela ciclos de coerência com a predominância de um movimento anti-fase entre as séries. Na faixa de baixa escala e alta frequência, os ciclos de coerência se alternam entre o intervalo  $(-0.5\pi \text{ e } -\pi)$ , onde a SELIC lidera os DEPÓSITOS, e o intervalo  $(0.5\pi \text{ e } \pi)$ , onde os DEPÓSITOS lideram a SELIC. Para níveis de média e alta escala, ou média e baixa frequência, as séries se movem no intervalo entre  $(-0.5\pi \text{ e } -\pi)$ , com a SELIC liderando os DEPÓSITOS, em ciclos longos em tempo e frequência, sugerindo que o padrão de coerência é consistente em horizontes de médio e longo prazo. Tais evidências estão em sintonia com os argumentos teóricos referentes ao canal do empréstimo bancário. Constata-se que esta relação não se mantém uniforme no domínio do espaço tempo-frequência, sendo que, em níveis de alta frequência, ocorrem apenas em momentos de maior instabilidade. Para níveis intermediários e de baixa frequência, a relação é intensa e persistente sugerindo que é estável e uniforme em horizontes de médio e longo prazo. As evidências convergem com as apresentadas por Bernanke e Blinder (1988), Kayshap e Stein (1995) e Walsh (2003).

Uma vez que a política monetária demonstra exercer influência sobre as operações passivas dos intermediários financeiros, é necessário verificar se estes efeitos também se propagam para o lado dos ativos, promovendo alterações na carteira de portfólio das instituições e interferindo nas decisões de concessão de empréstimos. O espectro de coerência entre os DEPÓSITOS e o CT revela ciclos curtos de coerência na faixa de baixa escala e alta frequência, enquanto, em níveis médios de escala/frequência, os ciclos tornam-se mais longos e persistentes. Verifica-se a predominância de um movimento em fase entre as séries no intervalo  $(0 \text{ e } 0.5\pi)$ , sendo que, na faixa de baixa e média escalas, a inclinação das setas é próxima de zero, indicando que os DEPÓSITOS e o CT se movem conjuntamente. Porém, para níveis de alta escala e baixa frequência, apresentam inclinação positiva próxima de  $0.5\pi$ , com os DEPÓSITOS exercendo forte liderança sobre o CT. Tais evidências convergem com os pressupostos teóricos.

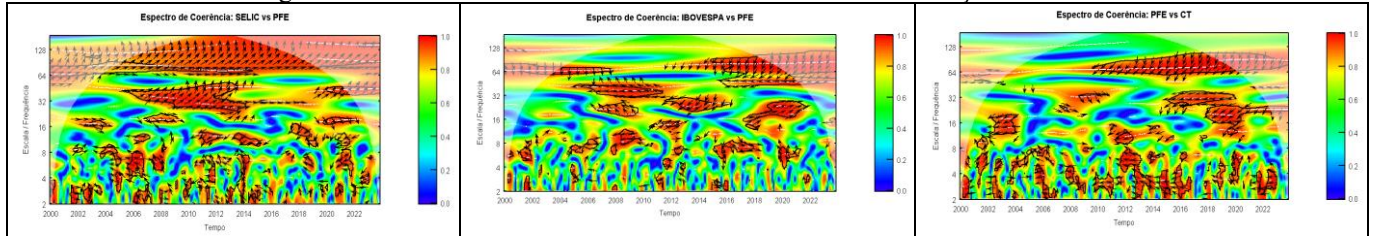
Em uma das contribuições mais importantes sobre o canal de empréstimos bancários, Bernanke e Blinder (1988) apontaram que, quando uma política monetária restritiva é implementada, ela tende a drenar depósitos do sistema bancário, implicando uma redução na atividade de empréstimos.

Esses resultados mostram como o canal de empréstimos bancários, com base em depósitos é expressivo, apontando uma característica importante para as economias em desenvolvimento e emergentes, onde prevalecem mercados de capitais pouco desenvolvidos e uma maior dependência de empréstimos bancários como fonte de financiamento, o que determina uma forte emergência do canal de empréstimos impulsionado por depósitos, em especial, em períodos de maior volatilidade. Como fica evidente, em momentos de maior instabilidade a regularidade entre as séries se intensifica, pois corresponde a momentos em que a assimetria de informação se eleva e os problemas de seleção adversa e de risco moral se agravam. Os resultados convergem com os obtidos por Abuka et al (2019) e Gomez-Gonzalez et al (2020).

A abordagem teórica do mecanismo de transmissão via canal do balanço patrimonial considera que, um choque de política monetária interfere, não só na taxa básica de juros, mas, devido a existência de assimetria de informações, produz efeitos sobre a condição financeira dos potenciais candidatos ao crédito, ao comprometer o valor líquido das garantias que oferecem aos credores. O valor dos ativos exerce um papel especial no processo de transmissão de choques de política monetária, pois determina o valor das garantias patrimoniais que os indivíduos e as firmas oferecem aos credores. O aumento no risco envolvido nas operações, por conta da redução no valor das garantias, pode induzir a aumentos no prêmio de risco exigido, bem como, uma redução na disponibilidade de crédito. Assim, espera-se que uma piora no mercado de capitais, que produza queda nos preços das ações, ao aumentar a percepção de risco por parte do credor, tende a pressionar o prêmio de financiamento externo. Assim, o efeito direto do choque de política sobre a taxa básica de juros é intensificado por conta do efeito complementar que promove sobre o prêmio extra exigido para compensar o credor pelo maior risco a ser enfrentado nas operações de financiamento, o que contribui para explicar a maior potência que o choque de política exerce sobre o produto.

Para testar tais hipóteses, é analisada a relação de coerência entre a SELIC e o Prêmio de Financiamento Externo (PFE), entre o índice IBOVESPA e o PFE, bem como, a relação entre o PFE e a oferta de crédito total (CT), como observa-se na Figura 6.

Figura 6 – Análise das Transformadas Wavelets – Canal do Balanço Patrimonial



FONTE: Elaborado pelo Autor

O espectro de coerência entre a SELIC e PFE, demonstra que os ciclos de coerência na faixa de alta frequência, indicam movimentos anti-fase, no intervalo  $(-0.5\pi$  e  $-\pi)$ , com a SELIC liderando o PFE, e no intervalo  $(0.5\pi$  e  $\pi)$ , onde o PFE lidera a SELIC. Para níveis de média e baixa frequência, indicam a predominância de movimentos em fase, no intervalo  $(0$  e  $0.5\pi)$ , com a SELIC liderando o PFE, com a inclinação das setas se aproximando de  $0.5\pi$ , indicando que a SELIC exerce forte influência sobre o PFE. Os ciclos de forte coerência coincidem com momentos em que a economia enfrenta choques, como ocorre na crise do subprime americano (2007), durante a recessão (2015-2016), e durante pandemia do COVID19, (2019-2021), o que agrega maior incerteza no ambiente de negócios, aumentando a percepção de risco dos investidores. Em tais circunstâncias, o PFE pode estar subindo por conta do risco mais elevado apresentado pelo ambiente macroeconômico, devido a maior assimetria informacional presente no mercado financeiro, o que aumenta os riscos de seleção adversa e risco moral no processo de concessão de empréstimos.

De acordo com os argumentos teóricos, as evidências mostram forte relação entre a SELIC e o PFE nas operações de crédito. A coerência mostra-se mais intensa em momentos em que a economia enfrenta maior instabilidade, e demonstra um padrão dominante e estável no horizonte de médio e longo prazo, convergindo com Kishan e Opiela (2012) e Breitenlechner, Scharler e Sindermann (2016).

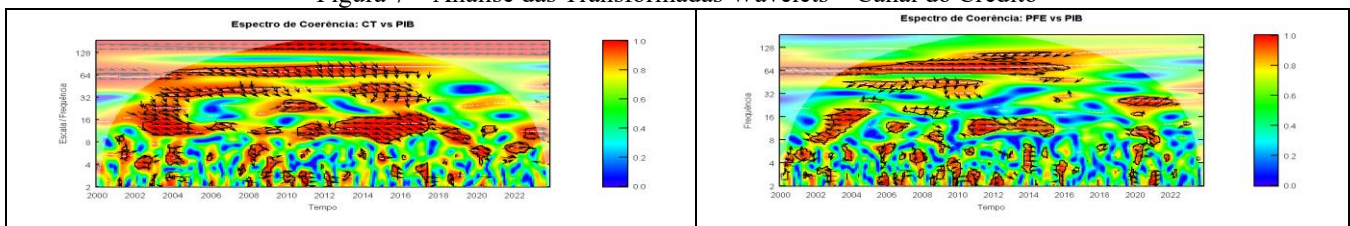
O espectro de coerência entre o IBOVESPA e o PFE, mostra ciclos de coerência, na faixa de baixa escala e alta frequência, com alternância de movimentos pois, em alguns momentos estão em fase, no intervalo  $(0$  e  $0.5\pi)$ , com o IBOVESPA liderando o PFE e, em outros momentos, estão em anti-fase, no intervalo  $(-0.5\pi$  e  $-\pi)$ , com o IBOVESPA liderando o PFE. Na faixa de média escala/frequência, as séries se movem em anti-fase, no intervalo  $(-0.5\pi$  e  $-\pi)$ , mostrando um movimento conjunto, dado que a inclinação das setas se aproxima de  $(-\pi)$ . Para níveis de alta escala e baixa frequência, as séries se movem em anti-fase, no intervalo  $(-0.5\pi$  e  $-\pi)$ , onde o IBOVESPA lidera o PFE, e exerce forte influência sobre o PFE, uma vez que, a inclinação da seta se aproxima de  $(-0.5\pi)$ . Os ciclos de coerência mostram-se intensos em momentos de maior incerteza, justamente quando a assimetria de informações se agrava. O movimento das séries está

de acordo com as previsões teóricas, sugerindo uma relação inversa entre o valor dos ativos e a percepção de risco pelos agentes, sendo esta relação dominante em horizontes de médio e longo prazo.

O espectro de coerência entre o PFE e os CT, demonstra ciclos recorrentes de coerência entre as séries, nas distintas faixas de escala/frequência, onde apresentam a predominância de movimento anti-fase. Para faixa de baixa escala e alta frequência, as variáveis demonstram mover-se conjuntamente. Porém, para a faixa de média e alta escala, em níveis de média e baixa frequência, o movimento das séries se mantém no intervalo  $(-0.5\pi$  e  $-\pi)$ , indicando que o PFE lidera o CT, e, como a inclinação das setas se aproxima de  $(-0.5\pi)$ , indica que o PFE exerce forte influência sobre o CT em horizontes de médio e longo prazo. Estes resultados convergem com os argumentos teóricos do canal do crédito, dado que, o prêmio de financiamento externo impacta de forma expressiva os empréstimos bancários. Percebe-se que esta relação se intensifica em períodos de maior estresse, onde a assimetria de informação e os problemas por ela gerados se agravam, dada a maior percepção do risco envolvido nas operações de crédito. A relação se torna mais intensa e persistente nas faixas de média e alta escalas, sinalizando uma estabilidade dessa relação em horizontes de médio e longo prazo. Como afirmam Borio e Zhu (2012) e Matousek et al. (2019), os bancos assumem riscos mais elevados ao aumentarem sua atividade de empréstimo, em momentos de maior incerteza.

Tomando em conta a relação que existe entre os empréstimos e a atividade produtiva, os argumentos teóricos sugerem que, ao promover alterações nas condições de acesso ao crédito, alterando as condições de custo (*spreads*) e a disponibilidade de crédito (volume ofertado), a política monetária pode interferir nas decisões de gastos em consumo e investimentos, e por conseguinte, no produto agregado. Para testar esta hipótese, analisa-se a coerência entre o CT e o PIB, bem como, entre o PFE e o PIB, na Figura 7.

Figura 7 – Análise das Transformadas Wavelets – Canal do Crédito



FONTE: Elaborado pelo Autor

O espectro de coerência entre o CT e o PIB revela uma intensa e significativa coerência entre as séries, nos diferentes níveis de escala e frequência, indicando que mantêm uma relação de fase, no intervalo  $(0$  e  $-0.5\pi)$ , onde a inclinação próxima de zero indica que as séries se movem conjuntamente na mesma direção, com leve inclinação negativa, sugerindo uma liderança do PIB sobre o CT, em alguns pontos na dimensão do espaço tempo-frequência. Assim, é possível constatar que a disponibilidade de crédito exerce um papel relevante na determinação da atividade produtiva. Este movimento deve-se a grande dependência de crédito como principal fonte para o financiamento da atividade produtiva do país.

O espectro de coerência entre o PFE e o PIB, também revela uma intensa coerência entre as séries, nos diferentes níveis de escala e frequência. Observam-se ciclos mais duradouros e persistes nas faixas de

média e alta escalas, para níveis de média e baixa frequências. Os ciclos mostram-se descontínuos e significativos em momentos de maior instabilidade, com um movimento anti-fase, hora no intervalo  $(-0.5\pi$  e  $-\pi)$ , com o PFE liderando o PIB, e hora no intervalo  $(0.5\pi$  e  $\pi)$ , com o PIB liderando o PFE, demonstrando que o PFE exerce uma influência significativa sobre o PIB. Em tais circunstâncias, as evidências em favor da existência de um canal de crédito sugerem que, as ações da autoridade monetária demonstram afetar, não só a taxa básica de juros dos títulos, mas, sobretudo, os *spreads* cobrados nas operações de crédito e, como consequência, ao intensificar o aumento dos custos de financiamento, acabam afetando as decisões de investimentos e o produto. As evidências empíricas convergem com os argumentos teóricos apresentados por Bernanke e Gertler (1995), Bernanke, Gertler e Gilchrist (1998) e Mishkin (1996), Kashyap e Stein (1993, 1994, 1997), Kashyap, Stein e Wilcox (1993), dentre outros.

## 6 CONCLUSÃO

As evidências empíricas, obtidas a partir do uso das transformadas wavelets para o período em consideração, demonstram que os canais de transmissão de política monetária, considerados pelas distintas abordagens, tanto pela “visão da moeda” quanto pela “visão do crédito”, mostram-se relevantes e comprovam exercer forte influência sobre a dinâmica da atividade produtiva.

Os canais tradicionais baseados em investimento e no consumo, como é o caso do canal do custo de uso do capital e o  $q$  de Tobin, mostraram-se eficazes em períodos de maior volatilidade, momentos em que a taxa de juros nominal se mantém mais elevada, em relação aos períodos de normalidade. Já, os canais de comércio internacional, que atua pelo canal da taxa de câmbio, demonstram não funcionar em conformidade com os pressupostos teóricos, para o período considerado.

No que se refere aos canais baseados na visão do crédito, o canal dos empréstimos bancários demonstra exercer forte influência sobre a atividade produtiva pelo impacto da política sobre o canal dos depósitos dos bancos e estes sobre a oferta de crédito e sobre o prêmio de financiamento externo. Da mesma forma, o canal do balanço patrimonial, demonstra que a política monetária sinaliza exercer forte influência através do efeito que exerce sobre o valor patrimonial das garantias oferecidas, e por conseguinte, sobre o prêmio de risco a ser enfrentados pelos potenciais tomadores de créditos.

Embora o canal do crédito demonstre exercer significativa influência sobre a produção agregada, isso não significa que este venha suprimir o canal monetário convencional, pelo contrário, sugere que, tanto o canal da moeda como o do crédito representam forças que se sobrepõem e interagem dinamicamente no processo para potencializar a transmissão de choques de política monetária para a atividade econômica real.

No que diz respeito ao método utilizado para a obtenção de tais evidências, baseado nas transformadas wavelets contínuas e na avaliação do comportamento da coerência entre as variáveis no domínio do espaço tempo-frequência, constatou-se que representa um significativo avanço com relação aos métodos tradicionais pois, os instrumentos de análise mostram-se mais flexíveis, o que permitiu a aplicação

em séries temporais não estacionárias, possibilitando uma avaliação mais rigorosa com relação a mudanças de padrão de comportamento das variáveis em circunstâncias específicas e verificar como esses efeitos se propagaram, tanto na dimensão do tempo como da frequência. Esse método de análise, além de ter permitido identificar o momento em que eventuais choques promovem alterações no padrão de comportamento das variáveis, à semelhança do que fazem os modelos convencionais que analisam séries de tempo, demonstra avanços em relação a tais instrumentos ao permitir identificar a intensidade com que ocorre a propagação dos efeitos promovidos pelos choques para diferentes níveis de frequência, bem como, a natureza do relacionamento mantido entre as variáveis em cada estágio do ciclo de propagação.

Além disso, permitiu verificar que o movimento conjunto das séries não mantém um padrão estável e uniforme, como sugere os métodos convencionais que avaliam o comportamento das séries apenas na trajetória temporal. A análise baseada nas wavelets, embora tenha permitido alcançar resultados que convergem com aqueles obtidos através do uso de métodos convencionais, ele avança na medida em que demonstrou que o padrão de coerência entre as séries não se mantém uniforme, tanto na dimensão do tempo como da frequência, mostrando que os ciclos de coerência são descontínuos e sofrem transformações em sua trajetória no domínio do espaço tempo-frequência. Essa constatação permite obter uma avaliação mais precisa e rigorosa com relação aos momentos em que as séries reagem com maior intensidade, o que possibilita identificar qual variável exerce maior influência e em que direção dentro de cada ciclo, bem como, verificar se os movimentos cíclicos por elas descritos, no domínio do espaço tempo-frequência, estão de acordo com os argumentos teóricos analisados.

A aplicação das transformadas wavelets para testar os distintos canais de transmissão de política monetária no Brasil, para o período considerado, contribuiu para consolidar as evidências em favor dos canais convencionais de transmissão de política, bem como, confirmou que existem evidências favoráveis aos novos canais que contribuem para intensificar a propagação de choques monetários, como é o caso do que ocorre com o canal do crédito. Os resultados da pesquisa podem contribuir de modo significativo com a autoridade monetária, para uma avaliação mais precisa e rigorosa com relação ao momento e a intensidade com que deve reagir diante dos eventos que interferem no ambiente macroeconômico.

Neste contexto, destaca-se que, a autoridade monetária brasileira deve levar em consideração, para a definição de seus modelos de avaliação e dos instrumentais que serão aplicados, não só o canal convencional de transmissão de política, mas também, e sobretudo, o canal do crédito, dado que as evidências tem demonstrado que este canal exerce significativa influência para potencializar os efeitos de choques monetários sobre o desempenho da atividade econômica real, ainda mais, considerando que o crédito vem ganhando cada vez mais relevância no cenário econômico nacional. Por conta da relevância que assume no atual contexto, trata-se de um canal que não pode ser negligenciado pela autoridade monetária, sob pena de comprometer a eficiência dos resultados pretendidos nas ações de políticas.

## REFERÊNCIAS

- ABUKA, C., R. K; ALINDA, C; MINOIU, J; PEYDRÓ, L; PRESBITERO, A. F. **Monetary Policy and Bank Lending in Developing Countries: Loan Applications, Rates, and Real Effects**. *Journal of Development Economics* 139: 185–202. doi:10.1016/j.jdeveco.2019.03.004, 2019.
- AGUIAR-CONRARIA, L; SOARES, M. **The continuous wavelet transform: a primer**. NIPE WP.16, 2011.
- AGUIAR-CONRARIA,L; AZEVEDO,N; SOARES,M.J. **Using wavelets to decompose the time: frequency effects of monetary policy**. *Statistical Mechanics and its Applications*, 387, 2863–2878, 2008.
- AKERLOF, G. **The Market for Lemons: quality uncertainty and the market mechanism**. *Quarterly Journal of Economics*. August, 1970. 84v. p. 488-500.
- ANDO, A; MODIGLIANI, F. **The Life-Cycle Hypothesis of Saving: Aggregate Implications and Tests**. *American Economic Review*. March, 1963. 53v. p. 55-84.
- BERNANKE, B; BLINDER, A. **The Federal Funds Rate and the Channels of Monetary Transmission**. NBER. Working Paper n° 3487. October, 1992.
- BERNANKE, B. S; GERTLER, M. **Inside the black box: the credit channel and monetary policy transmission**. NBER - Working Paper n° 5146. June, 1995.
- BERNANKE, B; GERTLER, M; GILCHRIST, S. **The financial accelerator in a quantitative business cycle framework**. NBER. Working Paper n° 6455. March, 1998.
- BOIVIN, J; KILEY, M. T; MISHKIN, F. S. **How Has the Monetary Transmission Mechanism Evolved over Time?** Working Paper 15879 <http://www.nber.org/papers/w15879>, 2011.
- BORIO, C.; GAMBACORTA, L. **Monetary Policy and Bank Lending in a Low Interest Rate Environment: Diminishing Effectiveness?**. *Journal of Macroeconomics* 54: 217–231. doi: 10.1016/j.jmacro.2017.02.005, 2017.
- BREITENLECHNER, M.; SCHARLER, J; SINDERMANN, F. **Banks' external financing Costs and the Bank Lending Channel: Results from a SVAR Analysis**. *Journal of Financial Stability* 26 (C): 228–246. doi:10.1016/j.jfs.2016.07.007, 2016.
- CHRISTIANO, L; EICHENBAUM, M; EVANS, C. **Identification and the Effects of Monetary Policy Shocks**. Federal Reserve Bank of Chicago Working Paper WP-94–7, May 1994b.

- DAUBECHIES, I., **The wavelet transform time-frequency localization and signal analysis**. IEEE Trans. Inform. Theory, 36, 961–1004. 1990.
- FRIEDMAN, M; SCHWARTZ, A. J. 1963. Money and Business Cycles. Review of Economics and Statistics 45:32-64.
- GABOR, D. **Theory of communication**. Journal of the Institution of Electrical Engineers — Part III: Radio and Communication Engineering 93, 429–441, 1946.
- GERTLER, M; GILCHRIST, S. **The Role of Credit Market Imperfections in the Monetary Transmission Mechanism: Augments and Evidence**, Scandinavian Journal of Economics, 1993. 95(1)v. p. 43-64.
- GOMEZ-GONZALEZ, J. E.; Kutan, A; J. OJEDA-JOYA, J; C. ORTEZ, C. **Does the Financial Structure of Banks Influence the Bank Lending Channel of Monetary Policy? Evidence from Colombia**. International Journal of Emerging Markets. doi:10.1108/IJOEM-08-2019-0664, 2020.
- KASHYAP, A. K; STEIN, J. C. **Monetary Policy and Bank Lending**. NBER. WP n° 4317. April, 1993.
- \_\_\_\_\_. **The Impact of Monetary policy on Bank Balance Sheet**. NBER. WP n° 4821. August, 1994.
- KISHAN, R. P; Opiela, T. P. **Monetary Policy, Bank Lending, and the Risk-Pricing Channel**. Journal of Money, Credit, and Banking 44 (573–602): 573–602. doi:10.1111/j.1538-4616.2012.00502.x. 2012.
- GRAPS, A. **An Introduction to Wavelets**. IEEE Computational Science and Engineering, 2, 50-61. <https://doi.org/10.1109/99.388960>, 1995.
- LUCAS, R. E., **Interest Rates and Currency Prices in a Two-Country Model**," Journal of Monetary Economics, Vol. 10, 1982, pp. 335-360.
- LUCAS, R. E.; N. L. STOKEY, N. L. **Money and Interest in a Cash-in-Advance Economy**, Econometrica, Vol. 55, 1987, pp. 491-513.
- MISHKIN, F. S. **The Channels of Monetary Transmission: Lessons for Monetary Policy**. NBER. Working Paper n° 5464. February, 1996.
- MODIGLIANI, F; MILLER, M. H. **The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment**. The American Economic Review. 48v, p. 268-97, 1958.

- MORLET, J; ARENS, G; FOURGEAU E; GIARD, D. **Wave propagation and sampling theory – Part I: complex signal and scattering in multilayered media**. Geophysics 47, 203–221. [11] Wave propagation and sampling theory – Part II: sampling theory and complex waves. Geophysics 47, 222–236, 1982.
- ODDO, L.; BOSNJAK, M. **A comparative analysis of the monetary policy transmission channels in the U.S: a wavelet-based approach**. Applied Economics, march, 2021.
- OLINER, S. D; RUDEBUSH, G. D. **Is There a Broad Credit Channel for Monetary Policy?**. Federal Reserve Bank San Francisco. Economic Review, nº 1. p. 3-13 Winter, 1996.
- ROMER, C. D; ROMER, D. H. **Does Monetary Policy Matter?** A New Test in the Spirit of Friedman and Schwartz. NBER. Working Paper nº 2966. May, 1989.
- SIDRAUSKI, M. **Rational Choice and Patterns of Growth in a Monetary Economy**. American Economic Review, 57v. n 2, p. 534-44. May, 1967.
- STIGLITZ, J; GREENWALD, B. **Rumo a um Novo Paradigma em Economia Monetária**. 1ed. São Paulo: W11 editores LTDA, 2004.
- TAYLOR, J. B. **The Monetary Transmission mechanism: an Empirical Framework**. Journal of Economic Perspective. 9v. n 4 . p. 11-26, 1995.
- TEOLIS, A. **Computational signal processing with wavelets** [electronic resource]. Birkhäuser, 1998. <https://ezproxy.msu.edu/login?url=https://link.springer.com/10.1007/978-1-4612-4142-3>, 1964.
- TOBIN, J. **A General Equilibrium Approach to Monetary Theory**. Journal of Money, Credit and Banking. 2v, pp. 461-72. November, 1969.
- TORRENCE, C; COMPO, G. **A practical guide to wavelet analysis**. Bill. Amer. Meteor. Soc.79,N.1,61-78.
- WALSH, C. **Monetary Theory and policy**. 2.ed. Cambridge, Massachusetts, 2003
- WaveletComp (versão 1.1) analisa a estrutura de frequência de séries temporais uni e bivariadas usando a wavelet de Morlet.2. A wavelet de Morlet na Equação (1) constitui a base do WaveletComp (versão 1.1).