



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA - CAEN
MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA DO SETOR PÚBLICO

MATEUS GOMES VIANA

**A DINÂMICA DOS EFEITOS FISCAIS E DE INVESTIMENTO NOS CICLOS DE
CRESCIMENTO ECONÔMICO DO ESTADO DO CEARÁ**

FORTALEZA

2024

MATEUS GOMES VIANA

A DINÂMICA DOS EFEITOS FISCAIS E DE INVESTIMENTO NOS CICLOS DE
CRESCIMENTO ECONÔMICO DO ESTADO DO CEARÁ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre. Área de Concentração: Economia

Orientador: Prof. Dr. Paulo Rogério Faustino Matos

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

V668d Viana, Mateus Gomes.
A dinâmica dos efeitos fiscais e de investimento nos ciclos de crescimento econômico do estado do Ceará / Mateus Gomes Viana. – 2024.
41 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Programa de Pós-Graduação em Economia, Fortaleza, 2024.
Orientação: Prof. Dr. Paulo Rogério Faustino Matos.

1. Wavelet. 2. Ciclos de Crescimento. 3. Tempo-Frequência. I. Título.

CDD 330

MATEUS GOMES VIANA

A DINÂMICA DOS EFEITOS FISCAIS E DE INVESTIMENTO NOS CICLOS DE
CRESCIMENTO ECONÔMICO DO ESTADO DO CEARÁ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre. Área de Concentração: Economia

Orientador: Prof. Dr. Paulo Rogério Faustino Matos

Data da aprovação: 16/02/2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo Rogério Faustino Matos (Orientador)
Programa de Pós-Graduação em Economia – CAEN – Universidade Federal do Ceará

Dr. Fabrício Gomes Santos
Secretaria Da Fazenda do Estado do Ceará – SEFAZ/CE

Dra. Natalia Cecília de França
Controladoria e Ouvidoria Geral do Ceará – CGE/CE

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, em especial aos meus pais, Gerardo e Lúcia, pelo carinho e apoio constante nos estudos.

À minha querida esposa, Sâmia, por sempre incentivar e apoiar os meus projetos, pessoais e profissionais.

Agradeço ao meu orientador, o professor Dr. Paulo Matos, pela didática e pela paciência na excelente orientação que me proporcionou elaborar este trabalho. Certamente, sem sua orientação, esta dissertação não seria possível.

Aos professores Fabrízio Gomes, Natália França e Marconi Lemos, que participaram da banca examinadora e cujas sugestões aprimoraram significativamente este trabalho.

Por fim, sou grato à CGE pelo apoio institucional na conclusão deste curso, bem como à UFC pela oportunidade de obter o título de mestre por essa respeitada instituição.

RESUMO

A relação entre dívida pública, investimentos e crescimento econômico é um tema complexo e controverso. Essa relação tem sido objeto de constantes debates entre economistas. Nesta dissertação, buscamos compreender a relação, ao longo do tempo, entre o crescimento econômico do Estado do Ceará, medido pelo ICBR-CE, e variáveis fiscais como dívida, resultado primário e investimentos, bem como instrumentos monetários e de crédito. Os dados foram extraídos do Banco Central do Brasil e do Portal Ceará Transparente, entre abril de 2015 e abril de 2023, isto é, 49 observações. A metodologia foi a análise no domínio do tempo-frequência, a qual nos permitiu analisar a relação das variáveis ao longo do tempo com a frequência de seus ciclos. Escolhemos a ferramenta *wavelet*, por sua flexibilidade e capacidade de lidar com séries complexas, como é o caso das séries financeiras, monetárias e fiscais. Por meio de coerências múltiplas *wavelet*, avaliamos a influência conjunta dessas variáveis; já as coerências parciais *wavelet* permitiram modelar até que ponto o crescimento e as variáveis explicativas se correlacionam ao longo do tempo para diferentes frequências. Os resultados revelaram que há influências pontuais, sobretudo no médio prazo, que explicam o crescimento da atividade econômica do Estado do Ceará. Essas descobertas sugerem uma dinâmica complexa e possíveis interações causais entre as variáveis econômicas estudadas, com ciclos de investimento e de superávits primários em comovimentos positivos com os ciclos de atividade econômica do estado do Ceará, destacando a importância da análise de séries temporais no contexto financeiro e macroeconômico.

Palavras-chave: *Wavelet*, Ciclos de Crescimento, Tempo-Frequência.

ABSTRACT

The relationship between public debt, investment and economic growth is a complex and controversial topic. This relationship has been the subject of constant debate among economists. In this dissertation, we seek to understand the relationship, over time, between the economic growth of the State of Ceará, measured by the ICBR-CE, and fiscal variables such as debt, primary result and investments, as well as monetary and credit instruments. The data were extracted from the Central Bank of Brazil and the Ceará Transparente website. The methodology was the time-frequency domain analysis, which allowed us to analyze the relationship of the variables over time with the frequency of their cycles. We chose the wavelet tool for its flexibility and ability to deal with complex series, such as financial, monetary and fiscal series. By means of multiple wavelet coherences, we evaluated the joint influence of these variables; On the other hand, the wavelet partial coherences allowed us to model the extent to which growth and explanatory variables correlate over time for different frequencies. The results revealed that there are punctual influences, especially in the medium term, that explain the growth of economic activity in the State of Ceará. These findings suggest a complex dynamic and possible causal interactions between the economic variables studied, with investment cycles and primary surpluses in positive co-movements with the cycles of economic activity in the state of Ceará, highlighting the importance of time series analysis in the financial and macroeconomic context.

Keywords: Wavelet, Growth Cycles, Time-Frequency.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Coerência Múltipla <i>Wavelet</i>	33
Figura 2 – Ciclos de crescimento versus ciclos de investimento	35
Figura 3 – Ciclos de crescimento versus ciclos fiscais	36

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Crescimento do IBCR-CE	25
Gráfico 2 – Variações endógenas dos instrumentos	28
Gráfico 3 – Posição do Ceará no Ranking dos Investimento/RCL dos Estados	31
Gráfico 4 – DCL/RCL dos Estados em 2023	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados do IBCR-CE	24
Tabela 2 – Dados fiscais – Dívida, Resultado Primário e Investimento.....	26
Tabela 3 – Dados dos instrumentos nacionais utilizados	30
Tabela 4 – Investimento/RCL dos Estados entre 2015 e 2023	31
Tabela 5 – Principais resultados da análise <i>wavelet</i>	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	LITERATURA	14
3	METODOLOGIA	18
3.1	Decomposição de séries temporais	18
3.2	Ferramentas <i>wavelet</i>	19
4	DADOS	24
4.1	Sumário estatístico das variáveis e instrumentos	24
4.2	Dados fiscais e de investimento do Ceará em comparação com outros estados da federação	29
5	RESULTADOS EMPÍRICOS	33
6	CONCLUSÃO	41
	REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

A relação entre resultado primário, investimentos e crescimento econômico é um tema complexo e controverso. Essa relação tem recebido atenção por juristas, gestores públicos, e é objeto de debates entre economistas há décadas. Não existe uma resposta única para essa questão, pois o impacto da dívida pública e dos investimentos no crescimento econômico depende de uma série de fatores, entre os quais o tipo de dívida – se interna e/ou externa – a taxa de juros, a inflação e a política fiscal do governo.

Em geral, a literatura econômica sugere que, em níveis moderados, a dívida pública pode ter um impacto positivo no crescimento econômico. Isso ocorre, porque o endividamento pode ser usado para financiar investimentos públicos em infraestrutura, educação e pesquisa, que podem aumentar a produtividade e o crescimento econômico. No entanto, quando a dívida pública atinge níveis elevados, ela pode começar a ter um impacto negativo no crescimento econômico, pois pode levar a aumento na taxa de juros, à redução da confiança dos investidores e à diminuição dos investimentos privados.

Por outro lado, o investimento é um dos elementos-chave para que a economia possa alcançar taxas mais elevadas de crescimento, por possibilitar aumento na produção e consumo de produtos e serviços, bem como da produtividade da economia, a exemplo de investimentos em ciência e tecnologia e em infraestrutura. Isso tem relação, inclusive, com o que foi dito acima sobre o endividamento do Estado.

O descrito nos dois parágrafos anteriores, de certa forma, é intuitivo. Este trabalho busca mensurar e avaliar os impactos dessas variáveis fiscais na atividade econômica do estado do Ceará. Neste trabalho, também utilizaremos a inflação e a taxa de juros como instrumentos de cenário macroeconômico para o crescimento cearense.

Um dos principais trabalhos sobre o tema é de Reinhart e Rogoff (2010). Os autores constatarem que nos países emergentes níveis elevados de dívida pública coincidem com uma inflação mais elevada, e chamam a atenção para a dívida externa nessas economias, devido à exposição cambial. Araújo et al. (2022) argumentam, com base em um modelo teórico, que dívida pública elevada é um fato comum nas economias dos países emergentes.

Acrescentamos a isso a literatura empírica sobre ciclos de crescimento no Brasil, observando os comovimentos instrumentalizados entre ciclos de crescimento versus ciclos fiscais, monetários e de crédito, permitindo diferentes relações no domínio tempo-frequência. Quanto ao conjunto de variáveis, seguimos Adrian et al. (2010) ao estudar o papel desempenhado pelos ciclos monetários e pelos ciclos financeiros.

Utilizamos dados bimestrais – cujas fontes principais foram o portal Ceará Transparente, Tesouro Nacional e Banco Central do Brasil – para a economia cearense durante o período de abril de 2015 e abril de 2023, o que resulta em 49 observações. As principais variáveis são a variação do crescimento real per capita, a dívida líquida em relação ao IBCR-CE, o saldo primário em relação ao IBCR-CE, a inflação oficial e a taxa de juros SELIC.

A metodologia *wavelet* foi a escolhida, por sua capacidade e flexibilidade para medir de forma adequada a relação entre agregados macroeconômicos e suas respectivas frequências ao longo do tempo.

Utilizamos a coerência multivariada para medir o poder explicativo do conjunto de variáveis sugerido. Usamos a coerência *wavelet* parcial – coeficiente de correlação condicional em torno de cada momento no tempo e para cada frequência – para modelar até que ponto o crescimento e cada macrovariável se movem juntos ao longo do tempo e entre frequências. Finalmente, utilizamos a diferença de fase parcial e o coeficiente de regressão parcial (ganho) para medir as relações entre o ciclo de crescimento versus os ciclos fiscal, monetário e de crédito.

As nossas conclusões são úteis para compreender a repercussão dos agregados fiscais e de investimentos na dinâmica do crescimento do estado do Ceará. Os resultados também podem ser úteis para os decisores políticos do estado e em outras unidades da federação, sobretudo em períodos de baixa taxa de investimento e desequilíbrio fiscal.

A dissertação está organizada da seguinte forma: na Seção 2, apresentamos a revisão da literatura. Na Seção 3, descrevemos a metodologia. Analisamos os dados na seção 4. Na Seção 5, aplicamos as ferramentas *wavelet* para fornecer uma avaliação contínua no tempo-frequência da reação dos ciclos de crescimento cearense. Por fim, na Seção 6, oferecemos observações finais.

2 LITERATURA

Este trabalho utilizou como fonte alguns artigos científicos sobre os ciclos de crescimento econômico, bem como sobre a metodologia wavelet. A revisão da literatura consultada sobre ciclos de atividade econômica será descrita nesta seção; e a sobre aspectos metodológicos, na seção seguinte.

Reinhart e Rogoff (2010) analisam dados de 44 países ao longo de 200 anos, a fim de estimar o impacto da dívida pública no crescimento econômico. Os autores concluem que, em níveis moderados, a dívida pública pode ter um impacto positivo no crescimento econômico, mas que, quando a dívida pública atinge níveis elevados (acima de 90% do PIB), ela pode começar a ter um impacto negativo no crescimento. Essa conclusão se aplica tanto a países desenvolvidos quanto a países em desenvolvimento. Em geral, quando os países atingem níveis altos de dívida, as taxas de juros passam a subir subitamente, o que força dolorosos ajustes macroeconômicos, os quais afetam negativamente o crescimento do PIB.

Segundo Giambiagi (2006), quando o governo central atinge superávits primários ou se propõe a reduzir ou mesmo a “zerar” a dívida líquida do setor público, cria-se um poderoso instrumento de estímulo ao crescimento. Isso porque a taxa de juros tenderia a cair e uma importante fonte de recursos seria disponibilizada ao sistema financeiro. Déficits primários e alta relação dívida/PIB estão associados a altas taxas de juros, ligadas às aplicações em títulos públicos, e não a serviço da expansão do crédito.

Rocha e Moreira (2012) mensuram o papel da austeridade fiscal na determinação dos spreads soberanos, também chamado de risco país, de um grupo de 23 países emergentes, incluindo o Brasil. O spread soberano consiste na diferença entre a taxa de juros que uma determinada economia usa para se financiar e sua taxa sem risco adotada como benchmark. Este indicador reflete a capacidade do país em honrar seus compromissos, além de condições internacionais de liquidez e aversão ao risco e pode afetar diretamente a capacidade de investimento das empresas e dos governos, sendo um importante elemento na composição dos juros domésticos e no crescimento econômico do país.

Os resultados obtidos pelos autores são robustos para diversas especificações de modelos e bancos de dados de variáveis fiscais. Os coeficientes são na sua maioria significativos e apresentam o sinal esperado, ou seja, quanto maior a austeridade fiscal, menor endividamento, menor aversão ao risco de mercado; maior receita e menor despesa; e menores os spreads soberanos. Eles concluem que, em média, um aumento de 1% no superávit primário requerido diminui os respectivos spreads soberanos em 0,5%.

De acordo com Matos (2018), apesar de haver consenso na literatura econômica mundial, no Brasil ainda persiste o debate sobre o quão relevante ou necessário é ajustar as contas do estado e alocar corretamente os recursos escassos arrecadados.

Nesse sentido, Dweck et al (2018) argumentam que, por um lado, os defensores da austeridade fiscal acreditam que haja um incentivo por parte dos empresários em investir quando o governo reduz sua participação na economia, mostra compromisso em pagar a dívida que possui e controla seu resultado fiscal. Esse investimento do setor privado estaria atrelado a um maior crescimento econômico e a uma redução das desigualdades sociais.

Entretanto, essa austeridade estaria sustentada em argumentos frágeis e, ao contrário do que se advoga; essa política é capaz de reduzir o crescimento e aumentar a desigualdade social. Os autores não recorrem a modelos tradicionais de crescimento econômico, estimados ou calibrados com rigor, ou recorrendo aos modelos DSGE, ou seja, *dyanmic stochastic general equilibrium*, e concluem que há um círculo vicioso da austeridade, em que cortes do gasto público induzem à redução do crescimento que provocam novas quedas da arrecadação e exigem novos cortes de gasto.

Vale lembrar, por fim, que não necessariamente um déficit em um ano isolado é ruim para as contas públicas e para a sociedade em geral. Deve-se levar em conta uma análise intertemporal da situação fiscal, de modo que superávits em anos anteriores podem justificar um déficit posterior, inclusive no caso dos investimentos. Por outro lado, por vezes, medidas expansionistas e anticíclicas – que costumam piorar o resultado primário – podem ser necessárias, como foi o caso de 2020, ano da pandemia de COVID-19, a qual resultou em vigorosa queda da atividade econômica, sobretudo nos primeiros bimestres do ano.

Em relação ao investimento, Giambiagi (2006) ressalta que a baixa taxa de investimento no Brasil, de aproximadamente 20% do PIB, é insuficiente ante uma demanda política e social por um crescimento sustentado maior. Barro e Sala-i-Martin (1992), por sua vez, estudam o papel da política fiscal em diversos modelos de crescimento econômico endógeno. Se a taxa social de retorno do investimento exceder o retorno privado, as políticas fiscais que incentivam o investimento podem aumentar a taxa de crescimento.

Sob outra ótica, a ferramenta *wavelet* é utilizada por Ferreira et al (2022) para analisar a relação entre investimento público e a atividade econômica no Estado do Ceará. A análise dos autores sobre a relação, mensurada pelo IBCR-CE, sugere haver comovimentos na mesma direção de curto prazo entre 2005 e 2008 e de médio prazo entre 2009 e 2012. No que tange ao primeiro intervalo temporal, não há uma definição clara de antecedência temporal entre as variáveis. Em relação ao segundo intervalo, as flutuações nos investimentos em

obras/instalações influenciam a dinâmica da atividade econômica na frequência de médio prazo, com defasagem de aproximadamente 3 anos.

Empiricamente, os autores concluíram que o resultado mais nítido e mais relevante consiste na evidência de que os ciclos de médio prazo de investimentos são significativamente capazes de determinar positivamente os ciclos de atividade econômica, com defasagem de aproximadamente 3 anos, entre meados de 2009 até o final de 2012.

Matos et al (2022) ressaltam que o impacto econômico depende da sustentabilidade do fluxo de investimentos públicos, e que essa continuidade depende das fontes de recurso para tais investimentos. Os autores verificaram uma relação de longo prazo que sugere que ciclos de investimento antecipam ciclos de crescimento, e que choques de dívida ou de caixa nos investimentos não se dissipam em um horizonte de 4 anos.

Além disso, os autores realizam uma análise de comovimentos de curto prazo e longo prazo entre as dívidas interna e externa e o crescimento do PIB no Ceará. Os autores consideram que não parece ser possível inferir sobre a existência de um comovimento de longo prazo entre as dívidas externa ou interna e o crescimento setorial ou agregado, com exceção da evidência do comovimento entre a dívida interna e o PIB agregado.

A nossa abordagem neste trabalho será empírica, analisando o crescimento cearense no domínio tempo-frequência, seguindo a tese sugerida por Hodrick e Prescott (1997), segundo a qual estudar os comovimentos de variáveis econômicas agregadas associadas a políticas governamentais, utilizando uma técnica replicável, pode fornecer suporte empírico às características da economia que um modelo teórico deve incorporar.

A fim de trazer mais robustez à escolha das variáveis aqui utilizadas, destacamos alguns artigos da extensa literatura teórica e empírica sobre a identificação de mecanismos de transmissão envolvendo a maior parte das variáveis fiscais, monetárias, de crédito e seus efeitos sobre o crescimento.

Na literatura empírica sobre ciclos econômicos, é habitual definir um conjunto de determinantes ou drivers, em vez de seguir um modelo teórico específico, ou mesmo utilizar todas as variáveis econômicas existentes. Desse modo, seguimos Adrian et al. (2010) ao estudar o papel desempenhado pelos ciclos monetários e financeiros, bem como Azariadis (2018) ao contabilizar também os efeitos dos ciclos de crédito.

No que diz respeito à relação entre dívida, taxas de juros e crescimento, segundo Reinhart et al. (2003), existe um efeito não linear da dívida sobre o crescimento relacionado com uma resposta das taxas de juro de mercado à medida que as economias atingem limites de tolerância à dívida, a depender de seu vencimento e de sua solvência, além da estrutura de

prazos da taxa de juros. Segundo os autores, à medida que os países atingem os limites de tolerância à dívida, o aumento acentuado das taxas de juro, por sua vez, força um doloroso ajustamento fiscal sob a forma de aumentos de impostos e cortes de despesas, ou incumprimento total.

Em relação ao canal de transmissão que envolve inflação, taxas de juros, crédito e crescimento, é comum que o Banco Central administre a política monetária, por meio da alteração das taxas de juros referenciais, as quais afetam as taxas de juros de longo prazo e, em seguida, as demais taxas na economia. Taxas de juro mais baixas impulsionam uma procura mais elevada, de modo que a maior liquidez nos mercados exerce pressão ascendente sobre os preços e salários, aumentando a inflação. Taxas mais altas têm o efeito oposto.

No que diz respeito ao papel da inflação e da dívida no crescimento, de acordo com a recente teoria fiscal explorada em Cochrane (2023), a principal razão pela qual uma inflação grave acompanha frequentemente dificuldades econômicas graves é simples: a inflação é uma forma de incumprimento soberano. Pagar títulos com moeda que vale metade do que costumava valer é como deixar de pagar metade da dívida. E o incumprimento soberano não acontece em tempos de expansão, mas quando as economias e os governos estão em apuros.

Nesta literatura empírica relacionada, Reinhart e Rogoff (2010) estudam as implicações a longo prazo de uma dívida pública mais elevada, com base num exercício que utiliza um conjunto de dados históricos de vários países. Os autores concluem que as taxas médias de crescimento para países com dívida pública superior a 90% do PIB são cerca de um por cento inferiores às restantes. Relatam, ainda, que nos países de mercados emergentes, níveis elevados de dívida pública coincidem com uma inflação mais elevada.

Em linha com o exercício sugerido por Reinhart e Rogoff (2010), Matos et al. (2022) propõem uma análise mais refinada tecnicamente de tais relações nos EUA, permitindo maior liberdade aos comovimentos dos ciclos de: dívida, inflação, PIB per capita e crescimento. Assim, pode-se identificar quando e se os ciclos de inflação e dívida estão liderando ou sendo liderados nos ciclos de crescimento e de negócios ao longo dos últimos 56 anos nos EUA.

A mesma metodologia deste último trabalho é utilizada por nós nesta dissertação, a fim de analisar a dinâmica dos ciclos de atividade econômica do Estado do Ceará, utilizando como variáveis explicativas a dívida, o resultado primário e o investimento do Estado; bem como a atividade econômica do Brasil, as taxas nacionais de inflação (IPCA), de juros (SELIC) como instrumentos, e indicadores de crédito.

3 METODOLOGIA

3.1 Decomposição de séries temporais

A ideia básica para decompor séries temporais, de acordo com Fourier, é que qualquer função periódica pode ser expressa por uma soma infinita de funções trigonométricas. Assim, a análise de Fourier, também conhecida como análise harmônica clássica, simplifica a visualização e manipulação de funções complexas. Ao definir uma base de senos e cossenos de frequências diferentes, é possível traduzir uma função no domínio do tempo em uma função no domínio da frequência.

Com o objetivo de permitir uma melhor análise ao longo de escalas diferentes de tempo, permitindo mais equilíbrio entre tempo e frequência, foi desenvolvida a transformada de Fourier de curto termo (STFT, do inglês *short-term Fourier transform*). Ao contrário da transformada contínua de Fourier, que se aplica a funções estacionárias, cujo espectro de frequências é fixo, a STFT se aplica a funções não-estacionárias, cujas propriedades estatísticas, como a média e a variância, variam ao longo do tempo.

Contudo, a STFT é limitada pelo princípio da incerteza de Heisenberg, de modo que é impossível mensurar a exata frequência e o exato momento em que essa frequência ocorre. Assim, a STFT não se aplica adequadamente quando os eventos se prolongam ao longo da extensão da janela temporal estudada.

Para resolver esse problema, a transformada *wavelet* permite decompor os dados ao longo de diferentes escalas temporais. Elas crescem e decaem em um período de tempo limitado e resultam de uma *wavelet* mãe que pode ser expressa em função da posição no tempo e relacionada com a frequência. Então, com base na aproximação por superposição de tais funções, pode-se medir a distribuição de variância de uma determinada variável e abordar os comovimentos instrumentalizados entre um conjunto de variáveis no domínio tempo-frequência.

Além disso, ela é capaz de ajustar a extensão dos períodos para lidar com diferentes frequências, o que permite mais flexibilidade ao lidar com componentes de alta ou baixa frequência. Por fim, permite trabalhar com dados não estacionários.

Este último ponto é essencial para o estudo de séries financeiras, uma vez que a heterocedasticidade, as mudanças repentinas de regime e as quebras estruturais em momentos desconhecidos são padrões comuns ao longo das trajetórias do ciclo financeiro, devido a mudanças políticas, crises globais ou sanitárias.

Por fim, a ferramenta *wavelet* é capaz de lidar com séries complexas, com outliers, ou mesmo com séries “confusas” e complexas, como é o caso das séries monetárias, fiscais, financeiras e de crédito.

Este trabalho, portanto, planeja utilizar a ferramenta *wavelet*, a qual se mostra adequada para analisar individualmente a variância de cada variável econômica, monetária e fiscal que serão utilizadas na análise temporal entre dívida, investimentos e atividade econômica, além de avaliar a dependência entre instrumentos como taxa de juros e inflação no crescimento.

3.2 Ferramentas *wavelet*

Dada uma série temporal $x(t)$, a transformada *wavelet* contínua (CWT) é definida como:

$$W_x(\tau, s) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) \psi_{\tau, s}^*(t) dt \quad (1)$$

onde τ determina a posição, s é o fator de escala, $*$ denota o conjugado complexo e $\psi_{\tau, s}$ é a função base adequada para escalar e deslocar o sinal original, o que permite a decomposição da série temporal tanto no espaço quanto na escala. Para capturar as frequências altas e baixas do sinal, precisamos de uma função básica ou uma “*wavelet* mãe” que seja esticada e deslocada (In e Kim, 2013):

$$\psi_{\tau, s}(t) = \frac{1}{\sqrt{s}} \psi\left(\frac{t - \tau}{s}\right) \quad (2)$$

O fator $1/\sqrt{s}$ é adicionado visando a preservação da energia da unidade ($\|\psi_{\tau, s}\|=1$). Escalas baixas são capturadas em detalhes que mudam rapidamente, gerando uma *wavelet* comprimida ($|s| < 1$), capturando movimentos de altas frequências; e escalas altas capturam características que mudam lentamente ($|s| > 1$), ou movimentos de baixa frequência. O CWT é definido por:

$$W_x(\tau, s) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) \frac{1}{\sqrt{s}} \psi\left(\frac{t - \tau}{s}\right) dt \quad (3)$$

A função base $\psi_{\tau, s}$ deve obedecer a alguns critérios, tais como: admissibilidade, similaridade, invertibilidade e regularidade. Ao selecionar uma função *wavelet* mãe, Aguiar-

Conraria e Soares (2011) destacam a importância dessa escolha e sugerem uma *wavelet* analítica para estudar o sincronismo entre sinais oscilatórios, já que sua transformada correspondente contém informações tanto de amplitude quanto de fase, fornecendo uma estimativa da amplitude e da fase instantâneas do sinal na vizinhança de cada local de tempo/escala (τ, s) .

No subconjunto da *wavelet* analítica, a *wavelet* mãe de Morlet parece ser a alternativa mais popular devido a algumas propriedades. Esta função básica é dada por:

$$\psi_{\omega_0}(t) = \pi^{-1/4} e^{i\omega_0 t} e^{-t^2/2} \quad (4)$$

onde a frequência adimensional ω_0 é definida $\omega_0 = 6$ para satisfazer a condição de admissibilidade (Torrence e Compo, 1998).

Como a transformada *wavelet* decompõe o sinal original em um domínio de escala de tempo, é necessário converter escala em frequência. Lilly e Olhede (2009) apontam que esta conversão pode ser feita associando a *wavelet* $\psi_{\tau, s}$ a uma das três frequências especiais (a frequência de pico, a função de energia ou a frequência instantânea central), utilizando a fórmula $\omega(s) = \omega_\psi/s$, onde ω_ψ denota qualquer uma das três frequências especial angular. Pela frequência f “Fourier” usual (ciclos por unidade de tempo) temos: $f(s) = \omega_\psi/2\pi s$.

Nesse sentido, a *wavelet* de Morlet é uma alternativa ideal porque nos fornece uma relação única entre frequência e escala (a frequência de pico, a frequência de energia e a frequência instantânea central são todas iguais) o que facilita a conversão de escalas em frequências. A escolha de $\omega_0 = 6$ nos dá uma relação de conversão igual a $f = 6/2\pi s \approx 1/s$. Essa correspondência direta entre escala e frequência é ideal para simplificar uma interpretação eficaz dos resultados.

Finalmente, como o CWT é aplicado a séries temporais de comprimento finito, ocorrerão distorções nas bordas devido ao fato de que os valores da transformada no início e no final da amostra são calculados de forma imprecisa, o que envolve preenchimento artificial nos extremos da amostra (o mais comum é definir zero para estender a série temporal).

Conforme Torrence e Compo (1998), à medida que escalas maiores diminuem a amplitude perto das bordas à medida que mais zeros entram na análise, a região que sofre esses efeitos de borda é função de s . O Cone de Influência (COI) é a região do espectro *wavelet* na qual os efeitos de borda se tornam importantes por um fator de e^{-2} . No caso da *wavelet* de Morlet isso é dado por $\sqrt{2}s$.

Dado o nosso propósito, no nosso primeiro exercício propomos analisar individualmente a distribuição da variância de cada variável econômica, monetária, fiscal e de crédito. A primeira medida útil é o espectro de potência *wavelet* (WPS). Ele relata a distribuição de variância da série temporal original $x(t)$ em torno do plano da escala de localização (ou frequência de tempo).

Ainda segundo Torrence e Compo (1998), definimos a WPS por:

$$WPS_x(\tau, s) = |W_x(\tau, s)|^2 \quad (5)$$

onde $W_x(\tau, s)$ é a transformada *wavelet* contínua, τ determina a posição e s é o fator de escala. Na sequência, com o objetivo de comparar a oscilação de energia entre uma faixa de bandas (ou frequências), definimos o Espectro Global de Potência *Wavelet* (GPWS), que toma a média do espectro de potência *wavelet* ao longo de todos os tempos:

$$GWPS_x(\tau, s) = \int_{-\infty}^{+\infty} |W_x(\tau, s)|^2 d\tau \quad (6)$$

Em nosso segundo exercício empírico, começamos a analisar todas as variáveis do modelo em conjunto, com o objetivo de capturar a interdependência em um modelo com múltiplas séries temporais, o que nos permite investigar a dependência de uma série temporal de um conjunto de outras séries temporais. Apesar de ser uma ferramenta bem conhecida, é útil comparar o resultado desta técnica com um tipo de R^2 , estimativa de regressão, ou seja, uma métrica do poder explicativo do modelo sugerido, porém capaz de variar ao longo do tempo e no intervalo de frequências.

Para estudar as dependências entre duas séries temporais originais $x(t)$ e $y(t)$ no plano escala de tempo/frequência, Torrence e Webster (1999) foram os primeiros a definir a coerência *wavelet*. A medida associada ao espectro de *wavelet* cruzada (XWT), que por sua vez pode ser derivada por (Torrence e Compo, 1998):

$$W_{xy}(\tau, s) = W_x(\tau, s)W_y^*(\tau, s) \quad (7)$$

onde $W_x(\cdot)$ e $W_y(\cdot)$ são transformadas *wavelet* contínuas de $x(t)$ e $y(t)$, respectivamente, e $*$ denota o complexo conjugado. Como a transformada *wavelet* cruzada é complexa, podemos expressar o XWT como $|W_{x,y}(\tau, s)|$. Ele calcula a covariância local entre dois sinais em cada escala. A coerência quadrada da *wavelet* é dada pelo quadrado do espectro cruzado da

wavelet normalizado pelos espectros de potência individuais.

De acordo com Torrence e Webster (1999), a coerência *wavelet* quadrada é denotada como:

$$R^2(\tau, s) = \frac{\left| S \left(s^{-1} W_{x,y}(\tau, s) \right) \right|^2}{S \left(s^{-1} W_x(\tau, s) \right)^2 S \left(s^{-1} W_y(\tau, s) \right)^2} \quad (8)$$

onde $s(\cdot)$ expressa um operador de suavização tanto no tempo quanto na escala, s^{-1} é um fator de normalização que garante a conversão para uma densidade de energia.

Torrence e Webster (1999) observam que, no numerador da coerência *wavelet* quadrada, ambas as partes real e imaginária da transformada *wavelet* cruzada são suavizadas separadamente antes de tomar o valor absoluto, enquanto o operador de suavização assume o quadrado do espectro de potência *wavelet* no denominador. Por estas definições, é garantido que $0 \leq R^2 \leq 1$.

Aguiar-Conraria et al. (2018) definem a extensão deste conceito para um modelo, no qual temos que lidar com três variáveis. Por exemplo, a coerência quadrada de *wavelets* múltiplas entre a série $y(t)$, e duas outras séries $x(t)$ e $z(t)$, denotada por $R^2_{y(x,z)}$, é dada por:

$$R^2_{y(x,z)} = \frac{R^2_{yx} + R^2_{yz} - 2R(\varrho_{yx}\varrho_{xz}\overline{\varrho_{yz}})}{1 - R^2_{xz}} \quad (9)$$

onde $\varrho_{y,x}$ denota a coerência *wavelet* complexa de $x(t)$ e $y(t)$. A coerência *wavelet* múltipla entre $y(t)$, $x(t)$ e $z(t)$, denotada por $R_{y(x,z)}$, é a raiz quadrada positiva do valor relatado em (13). A extensão deste conceito para um modelo com mais de três variáveis é simples.

Neste trabalho, propomos uma análise condicional baseada na utilização de instrumentos ou variáveis de controle, para isolar o efeito individual de uma variável fiscal ou monetária, por exemplo. Embora a coerência *wavelet* calcule o grau de correlação linear local entre dois sinais, ela não revela padrões de relação de liderança nem se os movimentos são positivos ou negativos. Usamos a seguinte diferença de fase para examinar os atrasos nas flutuações entre as duas séries temporais:

$$\phi_{xy}(\tau, s) = \tan^{-1} \left(\frac{I \left\{ S \left(s^{-1} W_{x,y}(\tau, s) \right) \right\}}{R \left\{ S \left(s^{-1} W_{x,y}(\tau, s) \right) \right\}} \right) \quad (10)$$

Ambas $R^2(\tau,s)$, e $\theta_{x,y}(\tau,s)$ são funções do índice de posição (τ) e da escala (s). Também precisamos das informações sobre os sinais de cada parte para determinar completamente o valor de $\theta_{x,y} \in [-\pi, \pi]$.

Uma diferença de fase zero indica que as séries temporais se movem juntas na frequência especificada. Se $\theta_{x,y} \in [0, \pi/2]$ a série se move em fase, mas a série temporal y lidera x , enquanto se $\theta_{x,y} \in [-\pi/2, 0]$ então é x que está liderando. Uma diferença de fase $\theta_{x,y} \in [\pm\pi]$ indica uma relação antifásica. Se $\theta_{x,y} \in [\pi/2, \pi]$, então x é líder e, por fim, a série temporal y é líder se $\theta_{x,y} \in [-\pi, -\pi/2]$.

Vale lembrar que pretendemos capturar a interdependência condicional ou parcial entre duas séries temporais em um modelo com múltiplas séries temporais. Uma extensão útil desta estrutura incondicional descrita é a coerência x_1 *wavelet* parcial e x_j permitindo todas as outras séries, é denotada por:

$$R_{1j,q_j} = \frac{|L_{j1}^d|}{\sqrt{L_{11}^d} \sqrt{L_{jj}^d}} \quad (11)$$

onde d denota o determinante da matriz e L_{ij}^d denota o cofator do elemento na posição (i,j) . Após controlar a influência de todas as outras séries temporais ($x_i; i = 2, \dots, p \wedge i \neq j$), Aguiar-Conraria et al. (2018) definem a diferença de fase parcial de x_1 sobre x_j como:

$$\phi_{1j,q_j} = \tan^{-1} \left(\frac{I(\varrho_{1j,q_j})}{R(\varrho_{1j,q_j})} \right) \quad (12)$$

As interpretações trigonométricas deste quadro parcial (com um vetor de instrumentos) são como aquelas descritas para o modelo incondicional. Finalmente, seguindo Aguiar-Conraria et al. (2018), definimos o ganho *wavelet* parcial da seguinte forma:

$$G_{1j,q_j} = \frac{|L_{j1}^d|}{L_{11}^d} \quad (13)$$

Essa métrica funciona como uma espécie de elasticidade ou derivada parcial, porém no domínio tempo-frequência.

3 DADOS

3.1 Sumário estatístico das variáveis e instrumentos

A análise *wavelet* exige um grande volume de dados, e usar dados com a maior frequência e o maior intervalo de tempo possível é um bônus. Os dados utilizados neste trabalho são os dados bimestrais da economia cearense entre abril de 2015 e abril de 2023, isto é, 49 observações. A seguir, apresentamos o detalhamento desses dados, como um breve resumo de estatística descritiva sobre eles.

Usamos a variação real do IBCR-CE per capita para medir a taxa de crescimento. Utilizamos como variáveis fiscais o investimento e o resultado primário do estado, enquanto as variáveis monetárias nacionais utilizadas são a inflação (IPCA) e a taxa de juros SELIC. No que diz respeito ao mercado de crédito, utilizamos o crédito às famílias e às empresas cearenses, bem como as respectivas taxas de inadimplência, além de dados de exportação e importação do estado¹.

Duas observações importantes: foram utilizados dados bimestrais, pois a disponibilidade de dados anuais das variáveis escolhidas é pequena. Para efeito de comparação, caso utilizássemos os mesmos dados anuais, nosso estudo teria apenas 9 observações. O mesmo motivo explica por que variáveis relevantes ao crescimento econômico, a exemplo da educação, não foram escolhidas como variáveis dependentes, uma vez que indicadores educacionais costumam ser medidos de forma anual, o que inviabilizaria nossa análise.

A variável que desejamos explicar é a atividade econômica do estado do Ceará, medida pelo Índice de Atividade Econômica Regional - Ceará – IBCR-CE, que é um indicador do nível de atividade mensal da economia regional disponibilizado pelo **Departamento Econômico do Banco Central do Brasil**.

A Tabela 1 mostra um resumo de estatística descritiva básica da variável dependente, com média, mediana, desvio padrão, máximo e mínimo, em nível. A taxa de crescimento do IBCR-CE é mostrada por meio do Gráfico 1.

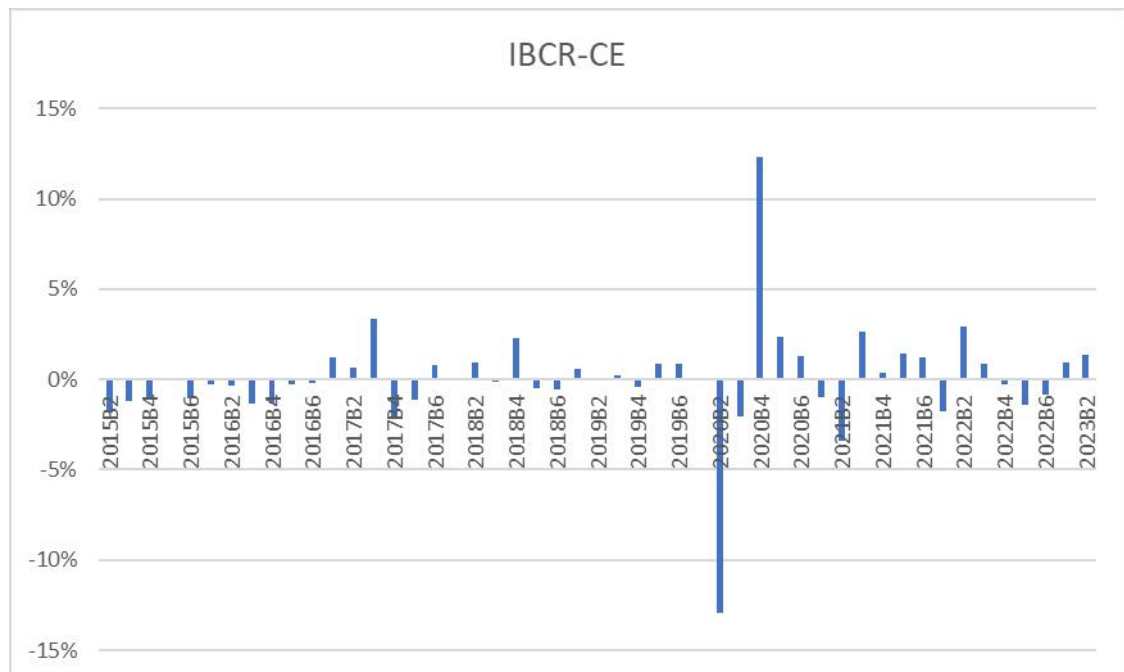
¹ Nesta seção, apresentamos apenas tabelas e gráficos das variáveis fiscais e dos instrumentos nacionais, por simplicidade. Na estruturação do modelo, porém, utilizamos também como instrumentos indicadores de crédito e de comércio exterior, e todos esses dados, caso o leitor deseje, estão disponíveis mediante solicitação ao autor.

Tabela 1 – Dados do IBCR-CE

Média	145,2641
Mediana	146,175
Desvio padrão	4,877903719
Máximo	152,605
Mínimo	127,155

Fonte: Elaboração própria

Gráfico 1 – Crescimento do IBCR-CE



Fonte: Elaboração própria

A Tabela 1 e o Gráfico 1 permitem a conclusão de que o crescimento bimestral do estado do Ceará se manteve durante as 49 observações entre -3% e 3%, em média, acompanhando os ciclos de recessão e crescimento apresentados pelo Brasil neste período. Contudo, há dois outliers na série, que são as observações de números 31 e 33, correspondentes ao segundo e ao quarto bimestre de 2020, respectivamente.

Tais períodos correspondem à pandemia de COVID-19. O segundo bimestre de 2020 foi bastante afetado pelo isolamento social, afetando sobretudo o setor de serviços, o que explica a queda acentuada do IBCR-CE neste período. Já o quarto bimestre do mesmo ano coincide com o pagamento do auxílio-emergencial, que injetou R\$ 230,78 bilhões dos gastos até o dia 20 de dezembro de 2020, segundo dados do Portal Siga Brasil, portal da

transparência relacionado à execução orçamentária, atualizado pela Consultoria de Orçamento do Senado Federal.

A seguir, na Tabela 2, apresentamos as variáveis explicativas fiscais, quais sejam, dívida (consolidada e consolidada líquida), resultado primário e investimento do estado do Ceará.

Veremos, na seção de Resultados, que a variável independente é o “y” na análise *wavelet*, e as variáveis explicativas são o “x”. A interpretação da análise será feita conforme explicado na seção da Metodologia.

Tabela 2 – Variáveis explicativas fiscais – Dívida, Resultado Primário e Investimento (em R\$)

	Dívida Consolidada	Dív Consolidada Líquida	Resultado Primário	Investimento
Média	17.528.961.169,89	11.320.436.778,31	289.621.061,91	467.082.565,34
Mediana	17.471.043.483,71	10.977.637.114,70	143.848.489,89	441.876.108,95
Desvio padrão	2.601.174.776,82	2.015.176.072,91	907.150.622,06	286.627.918,05
Máximo	22.812.230.724,86	15.500.010.275,09	2.500.285.758,76	1.114.369.580,94
Mínimo	13.518.500.881,54	7.231.256.873,89	- 1.406.283.351,18	368.291,96

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Os dados são nominais e estão dispostos em valores reais. Na seção Resultados Empíricos, os dados utilizados foram tratados em um modelo para dessazonalizá-los.

Esses dados foram obtidos da Plataforma Ceará Transparente, mantida pela Controladoria e Ouvidoria Geral do Estado (CGE), por meio dos Balanços Gerais e do Relatório Resumido da Execução Orçamentária – RREO do Estado.

Também consultamos o Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro – Siconfi, ferramenta destinada ao recebimento de informações contábeis, financeiras e de estatísticas fiscais oriundas de municípios, estados, o Distrito Federal e a União.

A Tabela 2 permite verificar que não houve variações abruptas nas séries, nem mesmo durante o período da pandemia de COVID-19. Um padrão interessante se refere ao resultado primário. O primeiro bimestre de cada ano apresentou, em todos os anos da série, um resultado de RP muito acima dos demais bimestres, sazonalidade que pode ser explicada, entre outros fatores, por impostos estaduais arrecadados nesse período, a exemplo do Imposto sobre Propriedade dos Veículos Automotores – IPVA. Porém, o que é mais preponderante para isso é que, no início de cada ano, a máquina pública ainda está “engrenando”, de modo que muitos servidores ainda não foram nomeados, projetos iniciados e, conseqüentemente, menos despesas são liquidadas e pagas neste bimestre.

Por outro lado, com exceção de 2016, em todos os anos o RP do último bimestre foi negativo, o que pode ser explicado pelo maior pagamento de rubricas aos servidores estaduais, a exemplo do 13º salário. Contudo, mais uma vez é um dado prático da máquina pública que explica esse déficit primário no último bimestre de quase todos os anos analisados neste trabalho: quando chega o fim do ano, os projetos e atividades do governo estão mais maduros, além de eventuais “sobras” no orçamento, que costumam ser gastas neste período, o que eleva as receitas.

A seguir, na Tabela 3, apresentamos os instrumentos nacionais utilizados. Sobre tais instrumentos, a inflação é dada pela medida nacional oficial, Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), disponibilizada pelo Banco Central do Brasil. A taxa SELIC é dada pela média das séries diárias da taxa de juros anual - meta SELIC definida pelo COPOM (disponível no Banco Central do Brasil – série N. 432).

Tabela 3 – Dados dos Instrumentos Nacionais Utilizados

	IBC-BR	SELIC	IPCA
Média	137,851	9%	1%
Mediana	138,31	8%	1%
Desvio padrão	4,33031	4%	1%
Máximo	145,915	14%	3%
Mínimo	123,61	2%	-1%

Fonte: Elaboração própria.

Em relação a esses dados, interessante notar o máximo e o mínimo da taxa SELIC. Durante esse período, convivemos com a mínima histórica da taxa básica de juros do Brasil, movimento também influenciado pela pandemia de COVID-19, a qual ocasionou severa recessão em 2020, respondida pelo governo central com medidas expansionistas, a exemplo da queda da SELIC.

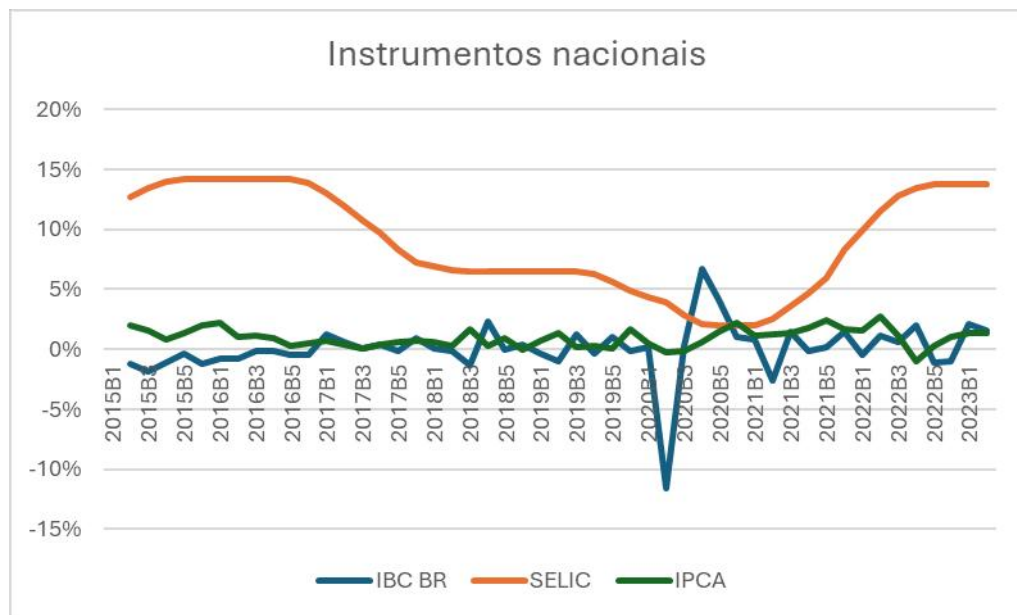
Por outro lado, anualizando as taxas do IPCA de 2015 a 2022, observamos que em nenhum ano o centro da meta definida pelo Conselho Monetário Nacional (CMN) foi batida. Considerando os intervalos de tolerância, a meta foi batida em 2016 e de 2018 a 2020. Em 2015, 2021 e 2022, o IPCA ficou acima do limite superior da meta. Em 2017, o índice de preços ficou abaixo do limite inferior definido pelo CMN.

Nesses quatro anos, o Presidente do Banco Central foi obrigado a divulgar publicamente as razões do descumprimento, por meio de carta aberta ao Ministro da Fazenda,

presidente do CMN, contendo descrição detalhada das causas do descumprimento, as providências para assegurar o retorno da inflação aos limites estabelecidos e o prazo no qual se espera que as providências produzam efeito.

O Gráfico 2 apresenta a variação endógena dos instrumentos utilizados.

Gráfico 2 – Variações endógenas dos instrumentos



Fonte: Elaboração própria.

O Gráfico 2 permite a conclusão de que o crescimento bimestral do Brasil se manteve durante as 49 observações entre -2% e 2%, em média; porém, há outliers na série, relacionadas à pandemia de COVID-19 e a resposta do governo a ela, correspondentes ao segundo (queda de 11,58%) e ao quarto e quinto bimestres de 2020 (avanços de 6,74% e de 4,19%, respectivamente).

Em relação às taxas SELIC e IPCA, observamos que ciclos de queda na SELIC levam a um aumento do IPCA, e vice-versa, já que a definição da taxa Selic é o principal instrumento de política monetária utilizado pelo Banco Central (BC) para controlar a inflação.

A relação é inversa, uma vez que juros baixos fazem com que haja maior estímulo para tomada linhas de crédito. Com o aumento da demanda por crédito, há mais dinheiro em circulação para famílias e empresas. O conseqüente aumento no consumo pode sobrecarregar a oferta de bens e serviços se a produção não crescer na mesma proporção da demanda. Se há mais procura do que oferta, os preços se elevam, o que é refletido pelo IPCA.

Por outro lado, se a Selic está alta, fica menos vantajoso usar linhas de crédito para consumo, de modo que a demanda arrefece. Com isso, há menos dinheiro em circulação e a pouca demanda por bens e serviços acarreta queda de preços. A taxa de inflação, pois, diminui.

4.2. Dados fiscais e de investimento do Ceará em comparação com outros estados da federação

Nesta seção, faremos uma comparação entre o nível de investimento e de dívida, em relação à Receita Corrente Líquida, do estado do Ceará com os demais estados da federação.

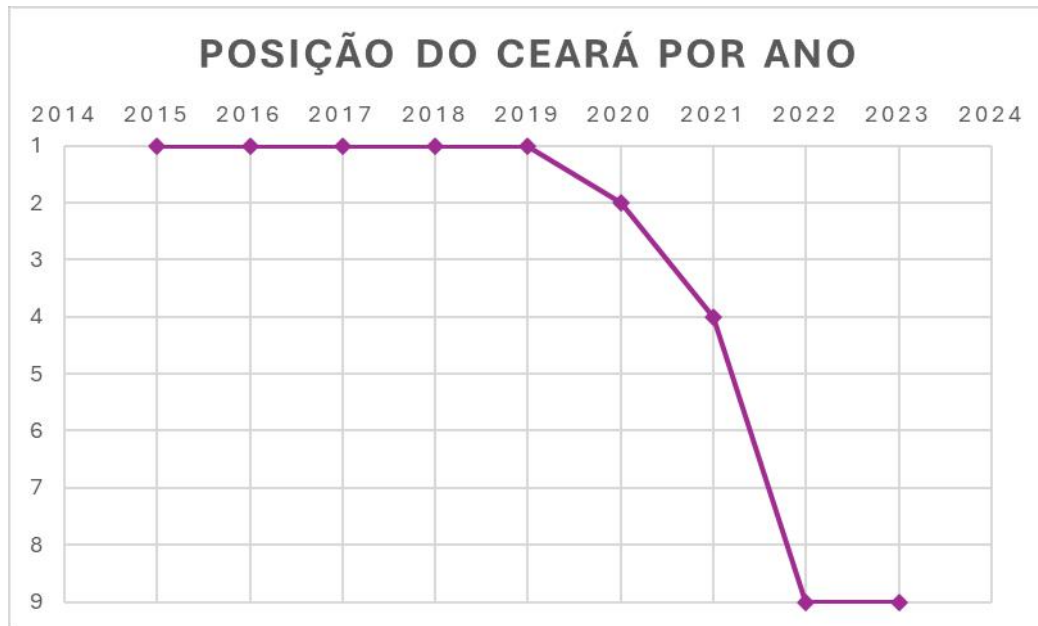
Na Tabela 4, comparamos o investimento de cada ente da federação em relação a sua Receita Corrente Líquida. O Estado do Ceará teve, de 2015 a 2023, os respectivos percentuais de Investimento/RCL: 15%, 11%, 12%, 14%, 9%, 8%, 9%, 11% e 7%.

Isso colocou o Ceará na liderança desse ranking nos anos de 2015 a 2019. Em 2020 o estado ficou em segundo lugar. Em 2021, ocupou a quarta posição. Por fim, em 2022 e em 2023, o Ceará ficou em nono lugar entre os estados que mais investiram em relação às suas receitas correntes líquidas. Esse ranking está ilustrado pelo Gráfico 3.

Os dados obtidos para a elaboração desse gráfico tiveram como fonte o Sinconfi, mais especificamente a Planilha III – Despesas Orçamentárias do Anexo I – Balanço Patrimonial do Relatório Resumido da Execução Orçamentária – RREO; bem como o Anexo III – Receita Corrente Líquida.

Como os dados do RREO são bimestrais, consultamos os dados acumulados do ano até o 6º bimestre, utilizando os investimentos pagos até o último bimestre e fazendo a razão em relação ao total da Receita Corrente Líquida.

Gráfico 3 – Posição do Ceará no Ranking dos Investimento/RCL dos Estados



Fonte: Elaboração própria

Algumas observações importantes sobre o Gráfico 3: aparentemente, o Ceará piorou em termos relativos, mas há ponderações a serem feitas aqui. Em primeiro lugar, o Estado do Ceará tem liquidez, o que é relevante para o dia a dia da gestão pública, inclusive no que se refere a investimentos. Em segundo lugar, há outliers que elevaram os resultados de alguns Estados e que não se repetirão no futuro, como o caso da venda da companhia estadual de saneamento de Alagoas. Por conta desses recursos extraordinários, esse Estado liderou o ranking em 2021. Logicamente, não se pode vender uma empresa monopolista estatal todo ano, de modo que a “queda” do Ceará neste ranking, em certos aspectos, não é necessariamente ruim.

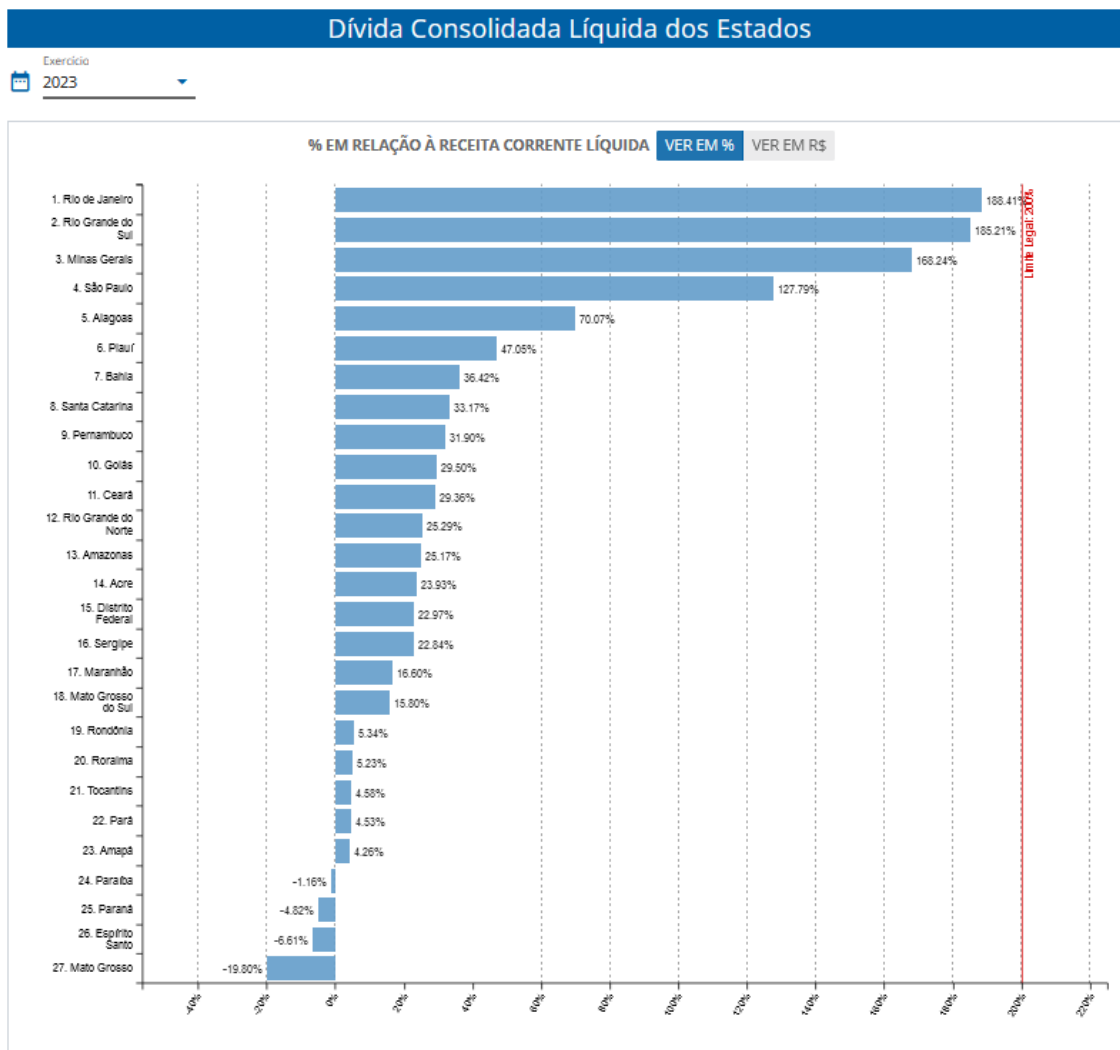
Tabela 4 – Investimento/RCL dos Estados entre 2015 e 2023

Estados/Ano	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
1	CE 15%	CE 11%	CE 12%	CE 14%	CE 9%	PA 9%	AL 13%	MS 18%	MS 15%
2	RJ 11%	BA 11%	MS 10%	PA 13%	MS 8%	CE 8%	PA 11%	BA 17%	MT 14%
3	AC 9%	PI 10%	AL 8%	AL 11%	AL 7%	AL 7%	MA 10%	AL 17%	ES 14%
4	PB 9%	MS 8%	BA 8%	MS 11%	BA 6%	ES 7%	CE 9%	PI 16%	PA 14%
5	SC 9%	SC 8%	MA 8%	AM 8%	PA 6%	MS 6%	MS 9%	PA 15%	BA 14%
6	BA 8%	PB 7%	SC 8%	PI 8%	PI 5%	PI 6%	PI 9%	ES 14%	PI 13%
7	PA 8%	AL 7%	PI 8%	AC 8%	MA 5%	BA 6%	ES 8%	MT 13%	AL 12%
8	PI 7%	TO 6%	AC 6%	BA 8%	ES 5%	MA 6%	GO 7%	SC 13%	PB 9%
9	AL 7%	MA 6%	PB 6%	RO 7%	RN 5%	PR 5%	BA 7%	CE 11%	CE 7%
10	SP 7%	AM 6%	TO 6%	RN 7%	PB 4%	SC 5%	MT 7%	MA 11%	MA 7%
11	AM 7%	MT 6%	PA 6%	MA 7%	AM 4%	MT 4%	AM 6%	TO 10%	TO 7%
12	MA 6%	SE 5%	PR 5%	PB 7%	SC 4%	AM 4%	TO 5%	AC 8%	GO 7%
13	MS 6%	AC 5%	MT 5%	SC 6%	MT 4%	TO 4%	AC 5%	SE 8%	SC 6%
14	AP 6%	PA 5%	RO 5%	ES 5%	SP 3%	RO 4%	SC 5%	RO 8%	SP 6%
15	SE 5%	PE 5%	GO 5%	SE 5%	RO 3%	SP 3%	PR 5%	PB 8%	SE 6%
16	MT 5%	RO 5%	SP 4%	PR 4%	DF 3%	AC 3%	MG 5%	PE 8%	RJ 6%
17	GO 5%	SP 4%	PE 4%	GO 4%	TO 3%	RN 3%	PB 4%	AM 8%	AM 5%
18	PE 5%	RJ 4%	AM 4%	TO 4%	SE 3%	PB 3%	SE 4%	MG 8%	RO 5%
19	ES 4%	RN 4%	SE 4%	SP 4%	AC 2%	SE 3%	SP 4%	SP 7%	MG 5%
20	TO 4%	PR 4%	RN 4%	DF 4%	PR 2%	GO 2%	RO 3%	AP 7%	RR 4%
21	RO 4%	ES 4%	ES 4%	MT 4%	AP 2%	DF 2%	PE 3%	RJ 6%	AC 4%
22	RR 4%	RR 3%	DF 3%	PE 3%	PE 2%	PE 2%	RR 3%	PR 5%	PR 4%
23	RN 4%	DF 2%	RR 3%	RS 3%	RJ 1%	AP 2%	AP 3%	RR 5%	DF 4%
24	MG 3%	MG 2%	AP 2%	RR 2%	RR 1%	RR 2%	DF 2%	RN 5%	PE 3%
25	DF 3%	GO 2%	MG 2%	RJ 2%	GO 1%	MG 2%	RN 2%	GO 4%	AP 3%
26	PR 2%	AP 2%	RS 1%	AP 2%	MG 1%	RJ 1%	RJ 2%	RS 4%	RS 2%
27	RS 1%	RS 1%	RJ 1%	MG 1%	RS 1%	RS 1%	RS 2%	DF 4%	RN 2%

Fonte: Elaboração própria, com dados do Sinconfi

Em relação ao resultado primário, não há uniformidade no cálculo entre os estados, o que inviabiliza uma comparação. Apresentamos, no gráfico 4, a relação entre Dívida Consolidada Líquida e Receita Corrente Líquida de 2023, no qual o estado do Ceará aparece em 11º lugar, com o patamar de DCL/RCL de 29,36%.

Gráfico 4 – DCL/RCL dos Estados em 2023



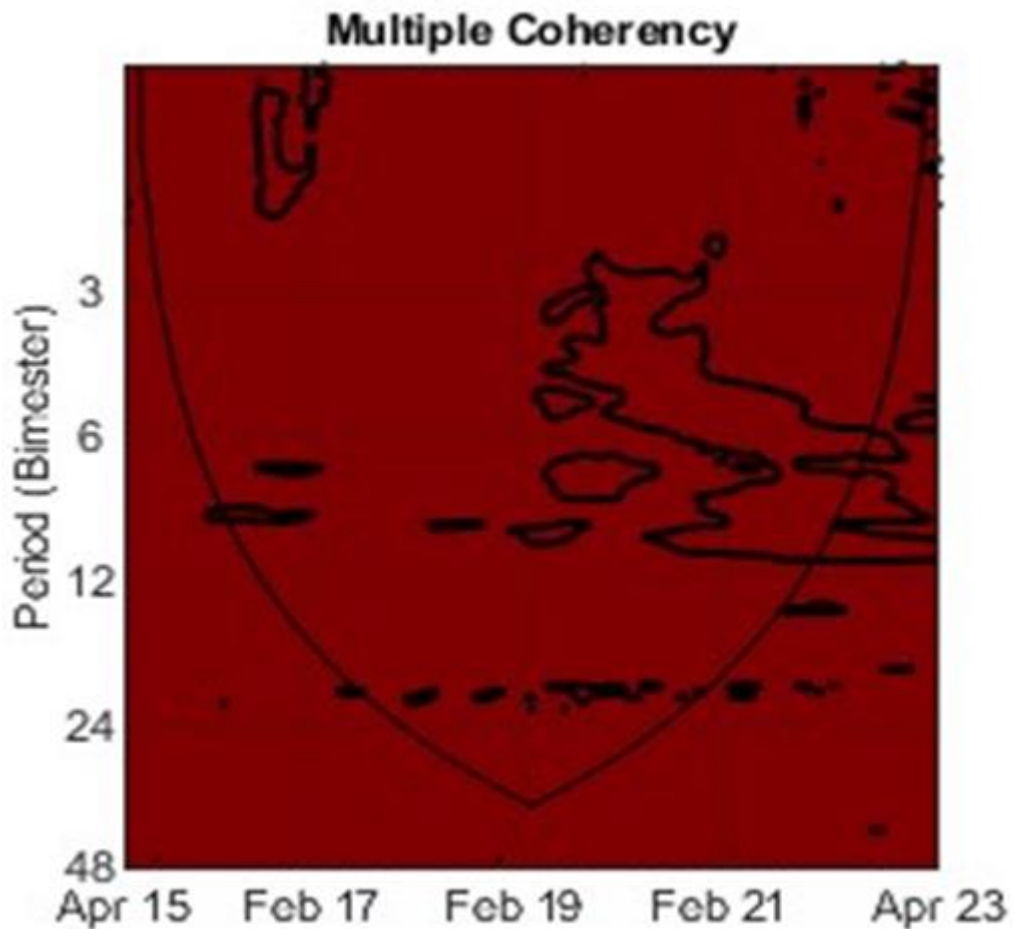
Fonte: Sinconfi

5 RESULTADOS EMPÍRICOS

Como já ressaltado, nosso objetivo é capturar a interdependência condicional ou parcial entre duas séries temporais em um modelo com múltiplas séries temporais. No nosso caso, o crescimento bimestral do estado do Ceará, medido pelo IBCR-CE, é a variável dependente, correspondente ao eixo y; e as variáveis macroeconômicas que escolhemos – resultado primário e investimento – são as variáveis endógenas, correspondentes ao x.

Em primeiro lugar, precisamos olhar o mapa de calor, retratado na Figura 1, que mostra a coerência múltipla do modelo. Para cada área vermelha e significativa identificamos o respectivo período e frequência, o que nos permite mostrar que o fitting, a adequação do modelo, é apropriada.

Figura 1 – Coerência Múltipla *Wavelet*



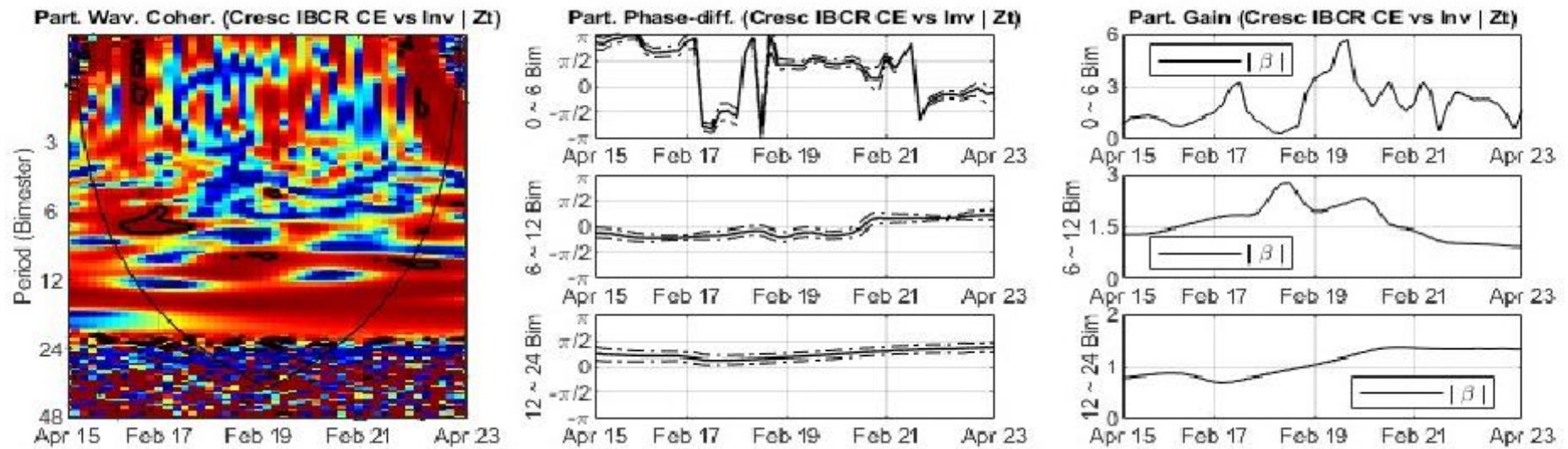
Notas: Os contornos pretos no gráfico Wavelet Power Spectrum (WPS) referem-se a 5% de significância e são obtidos teoricamente considerando um AR (1) como hipótese nula. No mapa de calor, as cores mais frias representam menor potência, enquanto as cores mais quentes representam maior potência. A área sombreada fora do Cone de Influência está sujeita a efeitos de borda.

Na figura 1, áreas vermelhas com linhas pretas dentro do cone significam áreas em que há um poder de explicação significativa do modelo, considerando todas as suas variáveis e instrumentos. Caso faltassem ao modelo variáveis instrumentais ou explicativas com alto poder de explicação, apareceriam áreas azuis no mapa de múltipla coerência. Isso nos permite concluir que escolhemos bem as variáveis, uma vez que o fitting do modelo é adequado.

A partir disso, podemos analisar as Figuras 2 e 3. Como já ressaltado na seção da metodologia, seguindo Matos et al., na primeira região $[\pi/2, \pi]$, temos uma relação antifásica ou negativa, com x liderando y. Na segunda região $[0, \pi/2]$, ambas as séries se movem em fase, com y liderando x. Na terceira região $[-\pi/2, 0]$, x está liderando y na mesma direção. E, por fim, na última região $[-\pi, -\pi/2]$, temos relação antifásica ou negativa, com y liderando x.

Ainda sobre as Figuras 2 e 3, um dado muito interessante e relevante para os resultados: as elasticidades observadas nos ciclos de investimento em relação aos ciclos de crescimento (Figura 2) são significativamente maiores que as observadas nos ciclos de resultado primário em relação aos ciclos de crescimento (Figura 3). Isso sugere que o poder explicativo do nosso modelo, aplicado a investimentos, tem uma potência maior no caso dos investimentos. Isso também será explicitado, de forma mais didática, por meio da Tabela 4.

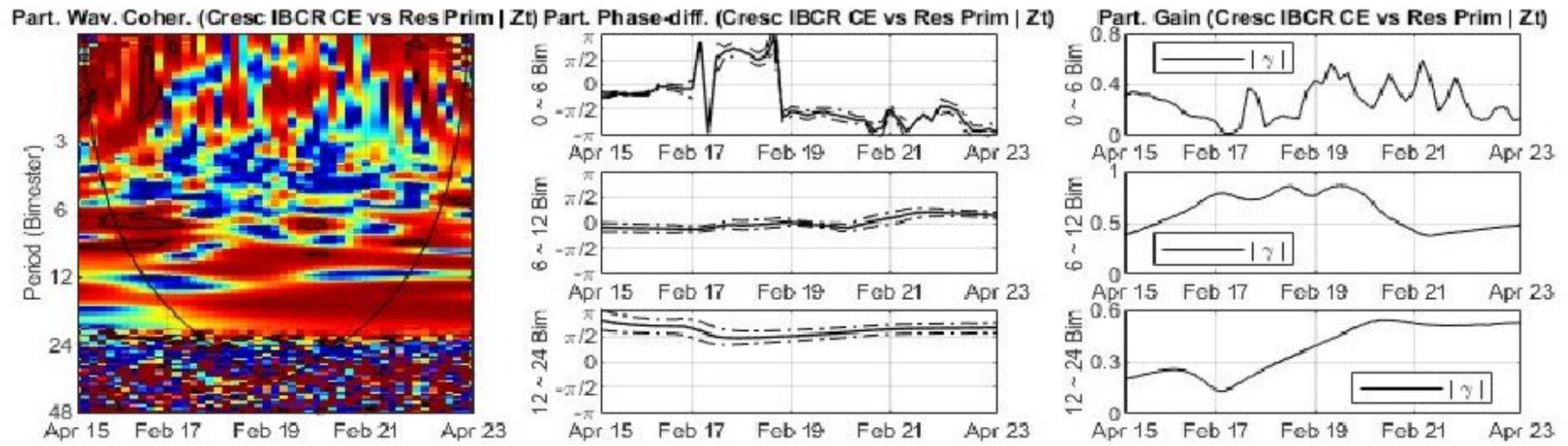
Figura 2. Ciclos de crescimento versus ciclos de investimento
 Coerência *wavelet* (lado esquerdo), Diferença de fase (centro) e Ganho (lado direito)



Nota: Taxa de crescimento (y) vs Investimentos do Estado do Ceará (x) | Controles

Figura 3. Ciclos de crescimento versus ciclos fiscais

Coerência *wavelet* (lado esquerdo), Diferença de fase (centro) e Ganho (lado direito)



Nota: Taxa de crescimento (y) versus Resultado Primário do Estado do Ceará

Assim, nas figuras 2 e 3, olhamos para o mapa de calor à esquerda, o de coerência parcial *wavelet*. Ao identificarmos áreas vermelhas com linhas pretas, com certa extensão – não é significativo para nós se for apenas um ponto – passamos à análise das demais figuras, ao centro e à direita, conforma explicado nos parágrafos a seguir.

Olhando cada uma dessas áreas, caso ela esteja verticalmente de 0 a 6 bimestres, o próximo passo é olhar para o primeiro gráfico da fase parcial (gráfico superior) da diferença de fase (ao centro das figuras 2 e 3). Caso a área vermelha esteja entre 6 e 12 bimestres, olhamos para o segundo gráfico da fase parcial (gráfico intermediário). Por fim, e entre 12 e 24 bimestres, observamos o terceiro e último gráfico da fase parcial (gráfico inferior).

Este mesmo procedimento descrito acima vale para os gráficos de ganho parcial reportados (lado direito das figuras), nos quais podemos observar a intensidade do coeficiente de regressão.

Ao identificar uma área que fica, por exemplo, entre 0 a 6 bimestres, olhamos as linhas dos gráficos superiores. No gráfico de fase parcial, a linha reta é o que importa, sendo as linhas tracejadas as margens de confiança. Se a linha reta e as linhas tracejadas estão muito bem definidas e não chegam a tocar a primeira região (entre $\pi/2$ e π), então temos que a variável explicativa (o “x”) antecipa negativamente a variável endógena (o “y”), que é o crescimento econômico.

Ainda no gráfico de fase parcial, se as linhas e as respectivas margens estão bem definidas entre 0 e $-\pi/2$ a interpretação é a inversa, ou seja, a variável explicativa antecipa positivamente a atividade econômica.

Quando a linha passa entre 0 e $\pi/2$, invertemos a interpretação, de modo que é o y que antecipa o x positivamente, isto é, a atividade econômica antecipa positivamente a variável explicativa.

Já entre $-\pi/2$ e 0, é o x que antecipa, também positivamente. Logo, entre $-\pi/2$ e $\pi/2$, ou o x ou o y está liderando, mas em ambos os casos de forma fásica, positiva. Quando a linha passa em cima do 0, temos um comovimento fásico sem liderança, porém sabemos que é positivo.

Percebemos, assim, que entre $\pi/2$ e π há uma antecipação antifásica, negativa, com liderança de x. Da mesma forma, quando a linha vai para a quarta região, entre $-\pi/2$ e $-\pi$, também há comovimentos antifásicos. Neste caso, o y antecipa negativamente o x.

Portanto, se a linha passar exatamente em cima de $\pi/2$ (assim como seria no caso de a linha tocar $-\pi/2$) o resultado não é conclusivo, já que esses são os limites em que há mudança de fase.

Por fim, se a linha chegar a tocar nos limites do gráfico, π ou $-\pi$, a interpretação é análoga à quando o toque é no 0. Temos, da mesma forma, um comovimento sem liderança, porém neste caso, antifásico, negativo.

Seguindo na análise, apenas quando identificamos que há um comovimento fásico ou antifásico com uma liderança definida, faz sentido olhar os gráficos do lado direito, os de ganho parcial. Esses gráficos mostram a elasticidade, com seus respectivos intervalos. As figuras no MATLAB, o programa utilizado para gerá-las, permitem identificar os valores mínimos e máximos dessas elasticidades no período considerado.

Da mesma forma, como já ressaltamos, caso a área vermelha esteja em outros intervalos, olhamos os demais gráficos, isto é: entre 6 e 12 bimestres, visamos o segundo gráfico da fase parcial (gráfico intermediário); e entre 12 e 24 bimestres, observamos o terceiro e último gráfico da fase parcial (gráfico inferior).

A seguir, apresentamos uma tabela que resume os principais resultados obtidos por meio da análise *wavelet* dos dados selecionados em nosso trabalho, conforme a interpretação explicada nos parágrafos anteriores.

Tabela 4 - Principais resultados da análise *wavelet*

Período	Frequência (bimestre)	Comovimento	Elasticidade
Ciclos de crescimento (y) versus ciclos de Investimento (x) - Principais resultados conclusivos			
2015 b3 - 2015 b5	0 - 1	Comovimento antifásico sem liderança definida	-
2016 b4 - 2016 b6	0 - 2	Ciclos de investimento antecipam ciclos de crescimento na direção contrária	0,87 - 1,31
2016 b2 - 2017 b6	6 - 8	Ciclos de investimento antecipam ciclos de crescimento na mesma direção	1,44 - 1,87
2018 b4 - 2019 b3	10	Ciclos de investimento antecipam ciclos de crescimento na mesma direção	1,93 - 2,75
2021 b6 - 2022 b3	0 - 2	Ciclos de investimento antecipam ciclos de crescimento na mesma direção	2,26 - 2,66
2021 b3 - 2022 b1	10	Ciclos de crescimento antecipam ciclos de investimento na mesma direção	1,00 - 1,18
Ciclos de crescimento (y) versus ciclos de Investimento (x) - Resultados inconclusivos			
2019 b2 - 2019 b4	5	Inconclusivo	-
Ciclos de crescimento (y) versus ciclos de Resultado Primário (x) - Principais resultados conclusivos			
2016 b3 - 2016 b5	0 - 2	Comovimento fásico sem liderança definida	-
2016 b5 - 2016 b6	0 - 2	Ciclos de resultado primário antecipam ciclos de crescimento na mesma direção	0,14 - 0,15
2017 b1 - 2017 b2	0 - 1	Comovimento fásico sem liderança definida	-
2015 b6 - 2017 b3	6 - 7	Ciclos de resultado primário antecipam ciclos de crescimento na mesma direção	0,02 - 0,29
2016 b2 - 2017 b2	9	Ciclos de resultado primário antecipam ciclos de crescimento na mesma direção	0,02 - 0,25
2019 b5 - 2020 b2	7 - 8	Comovimento fásico sem liderança definida	-
2019 b5 - 2020 b2	9 - 10	Comovimento fásico sem liderança definida	-
2021 b4 - 2022 b2	8 - 9	Ciclos de crescimento antecipam ciclos de resultado primário na mesma direção	0,39 - 0,43
Ciclos de crescimento (y) versus ciclos de Resultado Primário (x) - Resultados inconclusivos			
2021 b6 - 2022 b2	0 - 2	Inconclusivo	-

Fonte: Elaboração própria

A análise da Tabela 4 nos permite afirmar que há influências positivas no médio prazo, seja em relação ao investimento, seja ao resultado primário.

Os principais resultados conclusivos da relação dos ciclos de crescimento (y) versus ciclos de Investimento (x) foram: Ciclos de investimento antecipam ciclos de crescimento na direção contrária entre o quarto e o sexto bimestre de 2016; e na mesma direção entre o segundo bimestre de 2016 e o sexto bimestre de 2017, entre o quarto bimestre de 2017 ao terceiro de 2019, e entre o último bimestre de 2021 ao terceiro bimestre de 2022.

No que tange à relação dos ciclos de crescimento (y) versus ciclos de Resultado Primário (x), temos como principais resultados conclusivos: ciclos de resultado primário antecipam ciclos de crescimento na mesma direção entre o quinto e o sexto bimestre de 2016; entre o último bimestre de 2015 e o terceiro de 2017, e entre os segundos bimestres de 2016 e 2017.

Os demais períodos analisados ou apresentaram comovimentos fásicos ou antifásicos sem liderança definida, ou tiveram resultados inconclusivos. Vale lembrar que a metodologia utilizada é aplicada em geral no médio prazo. No curto prazo, pode ocorrer pontualmente de a taxa de investimento antecipar de forma antifásica o ciclo de crescimento, o que observamos apenas uma vez em nossa amostra, entre o quarto e o sexto bimestre de 2016.

Por outro lado, a metodologia também não se mostra adequada a explicar movimentos de longuíssimo prazo, e até por isso escolhemos um horizonte temporal de 24 bimestres para nossa análise *wavelet*. Considerando a curta amostra utilizada (49 observações), consideramos os resultados fortes, com bom *fitting* e adequado uso de instrumentos.

Ressaltamos, por fim, a questão das elasticidades. Na Tabela 4, fica claro que os principais resultados conclusivos no caso de ciclos de crescimento versus ciclos de Investimento possuem maior elasticidade, o que sugere um maior poder explicativo do modelo neste caso.

6 CONCLUSÃO

Nosso objetivo neste trabalho é contribuir para a literatura sobre a dinâmica dos ciclos de crescimento, esclarecendo a influência dos efeitos das políticas fiscal, monetária e de crédito no Ceará entre 2015 e 2023. Usando a metodologia wavelet, constatamos em que situações a dívida, o resultado primário e o investimento terão maior probabilidade de influenciar positiva ou negativamente os ciclos de crescimento do estado do Ceará.

Mais especificamente, descobrimos que há influências positivas no médio prazo, seja em relação ao investimento, seja ao resultado primário. Logo, maiores taxas de investimento e resultados primários colaboram, em geral, para a atividade econômica do estado do Ceará. No caso dos investimentos, o modelo utilizado neste trabalho se mostrou mais potente para explicar seu comovimento com o crescimento econômico, ainda que o resultado primário também tenha sido significativo.

Sobre os instrumentos monetários nacionais, nossos resultados mostram intuitivamente e corroboram a literatura anterior: a inflação e as taxas de juro elevadas podem antecipar ciclos de crescimento econômico na direção oposta no curto prazo, enquanto o resultado primário lidera o crescimento na mesma direção.

Nossas principais conclusões podem ser úteis para antecipar e projetar o comportamento do crescimento econômico cearense e, na prática, nossos resultados são relevantes para propor insights para a condução da política fiscal do estado, colaborando com o cumprimento das metas estabelecidas no Plano Plurianual e na Lei de Diretrizes Orçamentárias e da execução dos programas de Governo e dos orçamentos do Estado.

Nossos resultados podem ser úteis para a melhor gestão da arrecadação e gestão das receitas, bem como das renúncias e dos incentivos fiscais, além de direcionar investimentos e da eficiência do controle interno e da racionalização dos gastos públicos.

Acreditamos, também, que nossas conclusões podem colaborar na condução de políticas públicas em outros entes da federação, como Municípios, Estados e mesmo o Governo Federal.

Por fim, como extensão deste trabalho, é possível identificar outras agendas de investigação diferentes, mas relacionadas, com o objetivo de estudar o papel dos ciclos de outras variáveis, relacionadas com o mercado de trabalho, capital humano, ou quaisquer outras variáveis cujos ciclos se influenciam mutuamente no tempo-frequência.

REFERÊNCIAS

- ADRIAN, T., ESTRELLA, A., SHIN, H. **Monetary Cycles, Financial Cycles, and the Business Cycle**. Federal Reserve Bank of New York Staff Reports, no. 421. https://www.newyorkfed.org/medialibrary/media/research/staff_reports/sr421.pdf. 2010.
- AGUIAR-CONRARIA, L. SOARES, M. Business cycle synchronization and the Euro: A wavelet analysis. **Journal of Macroeconomics**, 33, 477–489. <https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2011.02.005>. 2011.
- AGUIAR-CONRARIA, L., MARTINS, M., SOARES, M. Estimating the Taylor rule in the time-frequency domain. **Journal of Macroeconomics**, 57, 122–137. <https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2018.05.008>. 2018.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Histórico das metas para inflação**. Brasil, 2024. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/historicometas>. Acesso em 31 de janeiro de 2024.
- BARRO, Robert J., SALA-I-MARTIN, Xavier, **Public Finance in Models of Economic Growth**. Discussion Papers. 648. <https://elischolar.library.yale.edu/egcenter-discussion-paper-series/648>, 1991.
- CONTROLADORIA E OUVIDORIA GERAL DO ESTADO DO CEARÁ. **Ceará Transparente**. Ceará, 2023. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/historicometas>. Acesso em 20 de dezembro de 2023.
- COCHRANE, J., **A Teoria Fiscal do Nível de Preços**. Imprensa da Universidade de Princeton. 2023.
- DWECK, E., ROSSI, P., OLIVEIRA, A., ARANTES, F. **Impacto da austeridade sobre o crescimento e a desigualdade no Brasil**. Anais do XXIII ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA POLÍTICA, 2018.
- DOMINGUES et al. Explorando a transformada wavelet contínua. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 38, nº 3, e3314, DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0019>. 2016.
- FERREIRA, J. et al. Análise da Sustentabilidade e dos Impactos Macroeconômicos da Política de Investimentos do Governo do Estado do Ceará. **Revista Cadernos de Finanças Públicas**, Brasília, Edição 03|22, p. 1-72, 2022.
- GIAMBIAGI, F. **Uma agenda fiscal para 2007/2010**. Planejamento e Políticas Públicas, Ipea, n. 26, 2006.
- IN, F., KIM, S. **An introduction to wavelet theory in finance: a wavelet multiscale approach**. World scientific. 2013.

LILLY, J. M., OLHEDE, S., 2009. **Bivariate instantaneous frequency and bandwidth**. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 58, 591-603. <https://doi.org/10.1109/TSP.2009.2031729>.

MATOS, P. et al, 2021. Credit, default, financial system and development. **The Quarterly Review of Economic and Finance**, 79, 281–289. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2020.07.001>

MATOS, P., DA SILVA, C., COSTA, A., 2022. **Analyzing U.S. GDP-Debt-Inflation Linkages in The Time-Frequency Domain**. *Annals of World Finance and Banking Symposium*, Miami.

MATOS, P., ALVES, D., MONTEIRO, V. 2023. **On the Time-Frequency Dynamics of Growth Cycles in Brazil**. *Research in International Business and Finance*.

REINHART, C., ROGOFF, K. 2010. **Growth in time of debt**. *American Economic Review: Pampers & Proceedings*. 573-578. <https://doi.org/10.1257/aer.100.2.573>

REINHART, C., ROGOFF, K. SAVASTANO, M. (2003). **Debt Intolerance**. *Brookings Papers on Economic Activity* (1), ed. William C. Brainard and George L. Perry, 1–62. https://mpira.ub.uni-muenchen.de/13932/1/MPRA_paper_13932.pdf

ROCHA, K., MOREIRA, A. O Impacto da Política Fiscal nos Spreads dos Países Emergentes. **Revista Brasileira de Finanças**, v. 10, n. 1, p. 31–48, 2012.

SIGA BRASIL – **Painel do Cidadão. Enfrentamento da Pandemia de Covid-19**. Brasil, 2023. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/orcamento/sigabrasil>. Acesso em 31 de janeiro de 2024.

SECRETARIA DO TESOUREIRO NACIONAL. **Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro – Siconfi**. Disponível em: <https://siconfi.tesouro.gov.br/siconfi/index.jsf>. Acesso em 19 de dezembro de 2023.

TORRENCE, C., COMPO, G., 1998. A Practical Guide to Wavelet Analysis. **Bulletin of the American Meteorological Society**, 79, 61 – 78. [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(1998\)079<0061:APGTWA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1998)079<0061:APGTWA>2.0.CO;2)