
ELASTICIDADES DINÂMICAS DO INVESTIMENTO NO CRESCIMENTO DA ECONOMIA CEARENSE: UMA ANÁLISE DO PERÍODO 2003-2019

Dynamic elasticities of investment in the growth of the economy of Ceará: an analysis of the period 2003-2021

Francisco José Silva Tabosa

Economista. Doutor em Economia. Professor do Programa de Pós Graduação em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará. Bolsista produtividade do CNPq. Rua Campus do Pici s/n – Campus do Pici, Bloco 826. Departamento de Economia Agrícola. Fortaleza- Ceará, Brasil. CEP 60.440-554. franzetabosa@ufc.br

Christiano Modesto Penna

Economista. Doutor em Economia. Professor do Programa de Pós Graduação em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará. Pesquisador da Fundação Getúlio Vargas. cmp@caen.ufc.br

Flávio Ataliba Flexa Daltro Barreto

Economista. Doutor em Economia. Professor do Programa de Pós Graduação em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará. Pesquisador da Fundação Getúlio Vargas. Av. da Universidade, 2762 – Benfica, Fortaleza- Ceará. CEP60020-181. flavio.ataliba@fgv.br

Resumo: O presente estudo analisa a sensibilidade da economia cearense aos investimentos públicos e privados realizados no estado e estima suas respectivas elasticidades dinâmicas para o período de 2003 a 2019. A metodologia econométrica utilizada segue Bierens e Martins (2010), que modelam vetores de cointegração variantes no tempo através da introdução de polinômios temporais de Chebyshev. Os resultados revelam que tanto a elasticidade do investimento público quanto do investimento privado são positivas e apresentam rendimentos crescentes de escala, sendo que os investimentos públicos se mostram mais eficientes para promover o crescimento da economia cearense do que o investimento privado. Já a interação entre os investimentos públicos e privados apresentam retornos crescentes de escala até o ano de 2016.

Palavras-chave: elasticidades, dinâmicas, cointegração, investimentos, Ceará.

Abstract: The main objective of this study was to analyze the sensitivity of Ceará's economy to public and private investments in the state, and to estimate their respective dynamic elasticities in the period from 2003 to 2019. The econometric methodology used followed Bierens and Martins (2010), who modeled vectors of time-variant cointegration through the introduction of Chebyshev time polynomials. The results showed that both the elasticity of public and private investment is positive. That is, the investments provided economic growth in the state of Ceará. However, the impact of public investments is more efficient in the growth of Ceará's economy than the private sector. The interaction between public and private investments, on the other hand, show increasing returns to scale until 2016.

Keywords: dynamic, elasticities, cointegration, investments, Ceará.

1 INTRODUÇÃO

Desde o início da década de 2000, a economia brasileira vem crescendo a taxas majoritariamente positivas, de modo que o Produto Interno Bruto (PIB) do País alcançou em 2019 um valor real cerca de 76% maior do que o valor do PIB observado para o ano de 2002 (Uchoa *et al.*, 2021). A Região Nordeste aparece como a terceira com maior participação no PIB brasileiro (média de 13,6%), com o estado da Bahia sendo responsável pela maior taxa de participação no crescimento nacional dentre os demais estados da Região (4%). Entre 2002 e 2019, o Ceará é continuamente o terceiro estado do Nordeste com maior contribuição no PIB nacional (média de 2%) dentre os demais estados da Região (IBGE, 2022), perdendo destaque para Bahia e Pernambuco.

O crescimento da economia cearense segue uma trajetória semelhante ao crescimento da economia brasileira. Em anos como 2007, 2010 e 2014, a taxa de crescimento da economia cearense foi bem superior a nacional; assim como a redução do crescimento em 2016 foi inferior a nacional. O estado do Ceará apresentou taxas de investimento (% PIB) superiores aos demais estados da União e ao Governo Federal, ao longo do período de 2002 a 2019. Nesse período, o investimento público no estado do Ceará oscilou entre 1,2% do PIB (2019) e 3,94% do PIB (2002); mas com uma tendência de queda nos investimentos a partir de 2012 (Uchoa *et al.*, 2021; Bonono *et al.*, 2021).

Entre 2014 e 2019, as receitas orçamentárias do estado do Ceará superaram as despesas orçamentárias em aproximadamente 12%, indicando que o estado tem uma considerável solidez fiscal e que possui orçamento público para ampliar os investimentos governamentais (Cavalcante *et al.*, 2019; Cavalcante *et al.*, 2021; Uchoa *et al.*, 2021; Simonassi, Gomdim Filho e Arraes, 2021).

No entanto, a boa condição fiscal e o montante de investimento público efetuado até o momento não têm sido capazes de gerar ganhos expressivos na participação do PIB cearense frente ao PIB nacional. Em 2002, a participação do PIB do estado do Ceará representava 1,9% do PIB nacional. Já em 2019, essa participação teve um aumento tímido, e passou para 2,2% do PIB nacional (IBGE, 2022).

Abordando um período mais extenso e atentando para o PIB por trabalhador, Penna *et al.* (2020) destacam que a participação da economia cearense passou de 1,6% em 1987 para 2,2% em 2015, com uma taxa de crescimento médio anual de 3,39%, contra 2,32% da economia nacional.

O presente trabalho parte da premissa de que essa participação da economia cearense na economia nacional pode estar crescendo devido ao papel dos investimentos públicos realizados pelo estado. Assim, o objetivo deste estudo é analisar o impacto dos investimentos públicos e privados no crescimento econômico do estado do Ceará, por via de elasticidades dinâmicas no tempo. Este estudo apresenta três inovações: primeiramente, aqui se faz uso de uma perspectiva dinâmica não linear, através da análise de cointegração variante no tempo proposta por Bierens e Martins (2010), técnica ainda não empregada em estudos dessa natureza. Em segundo lugar, faz-se uso de uma base de dados inédita utilizada como proxies para esses dois tipos de capital. Por fim, nossos resultados para o estado do Ceará estão em fina consonância com a literatura existente sobre o tema, o que fortalece a validade e a relevância de nossas conclusões.

2 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Esta seção se reserva a apresentar a base de dados e a estratégia econometrífica empregada para estimar as elasticidades dinâmicas da economia cearense em relação aos níveis de investimento público e privado no estado.

2.1 Base de dados

Os dados deste estudo compreendem o período de 2003 a 2019, com a frequência trimestral. As variáveis selecionadas foram¹:

¹ As séries de investimento foram deflacionadas pelo IPCA com base em outubro de 2019.

- **Índice de Atividade Econômica do Ceará (IAE):** representa uma proxy do PIB estadual, coletada junto ao Banco Central do Brasil²;
- **Investimento Público (InvestPúblico):** representa o volume investido pelo estado do Ceará. Dados coletados junto à Secretaria Executiva do Tesouro Estadual e Metas Fiscais;
- **Investimento Privado (InvestPrivado):** representa uma proxy do volume de investimento privado no estado do Ceará. A proxy foi obtida através de uma solicitação pública junto ao Banco do Nordeste de Brasil, com o intuito de obter o volume de crédito contratado no setor privado. Esse volume de investimento incorpora todos os créditos contratados, por parte do setor privado, junto ao Banco do Nordeste do Brasil, incluindo todos os programas de investimentos do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE), tais como: FNE rural (Agronordeste, Agroamigo, Pronaf A, dentre outros), FNE agrorural (FNE Agrin, Pronaf Agroindústria, FNE Agrin inovação, Verde, MPE agroindústria) e FNE industrial (FNE industrial, FNE inovação, Verde, MPE).

A Figura 1 apresenta a evolução do Índice de Atividade Econômica do estado do Ceará. Observa-se, ao longo do período analisado, que a atividade econômica apresentou uma tendência de crescimento, apesar de alguns trimestres apresentarem um recuo. O índice alcança seu maior número no trimestre 2014.4 (161,68), enquanto no trimestre 2003.1, o menor número (93,88).

Figura 1 – Evolução do índice de Atividade Econômica do estado do Ceará

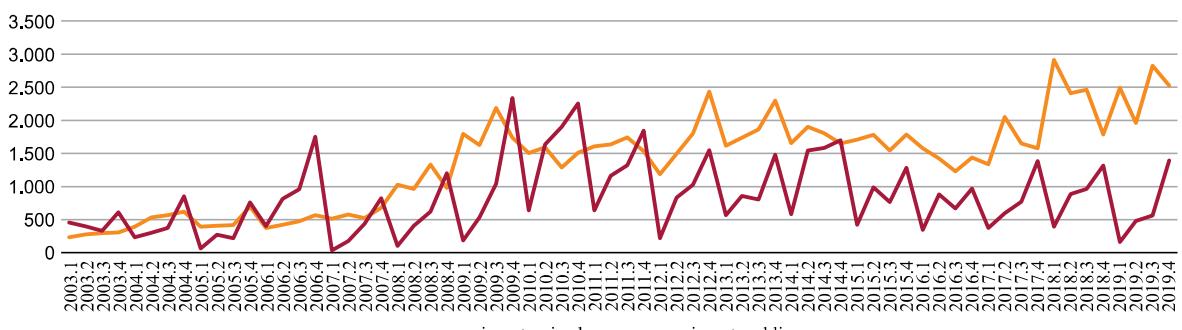


Fonte: Banco Central do Brasil (Bacen). Elaboração dos autores.

A Figura 2 apresenta a evolução dos investimentos públicos (linha laranja) e investimentos privados (linha azul) no estado do Ceará, entre o primeiro trimestre de 2003 e o quarto trimestre de 2019. Observa-se que os valores de investimento privado são crescentes ao longo do período analisado, superando o investimento público a partir de 2012. Em 2007, os investimentos por parte do BNB cresceram no estado do Ceará, junto ao Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE), passando a ser o segundo estado com maior nível de investimento (Monteiro Neto et al., 2023).

Em relação ao investimento público, verifica-se que os maiores picos de investimento ocorrem no quarto trimestre de cada ano. Os maiores níveis ocorreram nos últimos trimestres de 2009 e 2010; seguidos de 2006 e 2011. Outro ponto relevante é que a queda dos investimentos entre os anos 2015 e 2016 evidenciaram o período de recessão econômica no País, com recuperação a partir de 2017.

Figura 2 – Evolução do Investimento (em milhões de reais) PÚBLICO e PRIVADO no estado do Ceará



Fonte: Sefaz/CE e BNB. Elaboração dos autores.

² Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/consultarvalores/telaCvsSelecionarSeries.paint>.

A Tabela 1 apresenta a estatística descritiva das variáveis que embasaram o estudo. O Índice de Atividade Econômica (IAE) apresentou uma média de 130,80 por trimestre, variando de 93,88 (trimestre 2003.1) a 161,68 (trimestre 2014.4). Em relação aos investimentos público (Invest. Público) e privado (Invest. Privado), ambas apresentaram médias positivas. Isso indica que, em média, cresceram os níveis de investimento no estado. O nível médio de investimento público foi de R\$829 milhões de reais por trimestre, o que indica que o estado foi capaz de investir um volume expressivo de recursos na economia cearense, provavelmente devido à sua solidez fiscal (Uchoa *et al.*, 2021). Já o investimento privado médio foi de R\$1.369,94 milhões por trimestre. O estado do Ceará é o segundo na Região Nordeste em valores contratados, ficando atrás apenas do estado da Bahia.

Tabela 1 – Estatística Descritiva das variáveis

Variáveis	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
IAE	130,80	17,70	93,88	161,68
Invest.Público	829,07*	545,54	36,07	2.332,89
Invest.Privado	1.369,94*	700,77	234,23	2.910,82

Fonte: Bacen, SEFAZ/CE e BNB. * em milhões de reais. Elaboração dos autores.

2.2 Estratégia Econométrica: Cointegração Variante no Tempo

Nossa estratégia econométrica visa oferecer elasticidades, portanto, todas as séries foram log-linearizadas. O Quadro 1 apresenta as variáveis.

Quadro 1 – Descrição das variáveis utilizadas

Variável	Proxy utilizada	Período da série (Trimestral)	Fonte dos dados
y_t	Logaritmo natural do Índice de Atividade Econômica do Ceará	01/2003 – 04/2019	Bacen
x_{t-1}^g	Logaritmo natural do Investimento Público no estado do Ceará	01/2003 – 04/2019	SEFAZ-CE
x_{t-1}^p	Logaritmo natural do Investimento Privado no estado do Ceará	01/2003 – 04/2019	BNB

Fonte: Elaboração dos autores.

A literatura que trata de investigar os efeitos dos investimentos públicos/privados no processo de crescimento o faz, basicamente, de duas maneiras distintas: uma primeira, que, a partir de uma função de produção (usualmente uma Cobb-Douglas), avalia o efeito da evolução dos estoques de capital *per capita* no crescimento do PIB *per capita*; A segunda proposta é menos teórica e visa analisar o efeito do log do investimento no log do PIB.³

Para aferir os efeitos dos investimentos sobre a produção cearense, a análise foi baseada na segunda proposta, e utilizou-se o modelo empírico do Índice de Atividade Econômica do estado do Ceará (y_t), como função do investimento público (x_{t-1}^g) e do investimento privado (x_{t-1}^p) ; ou seja:

$$yt = \alpha + \beta_1 x_{t-1}^g + \beta_2 x_{t-1}^p + \varepsilon_t \quad (1)$$

Em que: y_t é o logaritmo natural do Índice de Atividade Econômica; x_{t-1}^g é o logaritmo natural do investimento público, defasado em um trimestre; x_{t-1}^p é o logaritmo natural do investimento privado, defasado em um trimestre; e ε_t é o termo de erro. As variáveis de investimentos público e privado entram no modelo de forma defasada em virtude do tempo em que se obtém uma resposta desse investimento no índice de atividade econômica do estado do Ceará, que é a proxy para o PIB.

Os métodos de cointegração empregados neste estudo não seguem a abordagem tradicional de Johansen (1988), que presume que o vetor de cointegração é constante ao longo do tempo. Aqui se faz uso da metodologia de Bierens e Martins (2010), que propõe uma abordagem de cointegração que permite que as relações de longo prazo variem suavemente no tempo através de polinômios ortogonais de Chebyshev.

³ Note-se que, ao se trabalhar com uma regressão propositalmente especificada do tipo log-log, os parâmetros estimados dessa regressão seriam entendidos prontamente como elasticidades.

Bierens e Martins (2010) propõem uma modelagem de correção de erros em que a relação de cointegração varia suavemente no tempo (VECM-TV). Faça $Y_t = [y_p \ x^g_{t-1} \ x^p_{t-1}]$, assim, a representação do VECM-TV pode ser expressa como:

$$\Delta Y_t = \Pi'_t Y_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \Gamma_j' \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (2)$$

Em que $Y_t \in R^k$, $\varepsilon_t \sim i.i.d N_k[0, \Omega]$. A proposta dos autores é testar a hipótese nula de cointegração invariante no tempo (TI), $\Pi'_t = \Pi' = \alpha \beta'$; onde α e β são fixas, contra a hipótese de cointegração variante no tempo (TV), do tipo $\Pi'_t = \alpha \beta_1'$, com posto (Π'_t) = $r < k$, para $t=1, \dots, T$, onde α é fixo, mas os β_1' s são matrizes $k \times r$ variantes no tempo com posto constante r .

Os autores propõem o uso de polinômios temporais de Chebyshev (CTP) para modelar as matrizes β_1' , sob a hipótese de que estes variam suavemente ao longo do tempo. Polinômios dessa natureza, $P_{i,T}(t)$, podem ser escritos como:

$$P_{0,T}(t) = 1, \quad P_{i,T}(t) = \sqrt{2} \cos\left(i\pi \frac{(t-0,5)}{T}\right) \quad (3)$$

$$t = 1, \dots, T, \quad i = 1, 2, 3, \dots$$

Em que i representa o elemento da amostra, t o período, e T o total de períodos. Dada a propriedade de ortonormalidade dos polinômios de Chebyshev, qualquer função de tempo discreto pode ser representada por:

$$g(t) = \sum_{i=0}^{T-1} \xi_{i,T} P_{i,T}(t), \text{ em que } \xi_{i,T} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T g(t) P_{i,T}(t) \quad (4)$$

Onde $g(t)$ é decomposta em componentes suaves de $\xi_{i,T} P_{i,T}(t)$ e, portanto, pode ser aproximada por:

$$g_{m,T}(t) = \sum_{i=0}^m \xi_{i,T} P_{i,T}(t) \quad (5)$$

Para algum número natural fixado $m < T-1$.

Portanto, a cointegração variante no tempo através de polinômios temporais de Chebyshev é estimada de forma similar ao procedimento de máxima verossimilhança de Johansen (1988), a partir de uma combinação entre modelos de cointegração e os polinômios temporais de Chebychev; ou seja, substituindo $\Pi'_t = \alpha \beta'_t = \alpha (\sum_{i=0}^m \xi_{i,T} P_{i,T}(t))'$ na equação (2), tem-se:

$$\Delta Y_t = \alpha \left(\sum_{i=0}^m \xi_{i,T} P_{i,T}(t) \right)' Y_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \Gamma_j' \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (6)$$

Que pode ser convenientemente reescrita como:

$$\Delta Y_t = \alpha \xi' Y_{t-1}^{(m)} + \sum_{j=1}^{p-1} \Gamma_j' Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (7)$$

Onde, $\xi' = (\xi'_0 + \xi'_1, \dots, \xi'_m)$ é uma matriz $n \times (m+1)k$ de posto r e $Y_{t-1}^{(m)} = (Y_{t-1}', P_{1,T}(t)Y_{t-1}', P_{2,T}(t)Y_{t-1}', \dots, P_{m,T}(t)Y_{t-1}')'$.

Assim, os autores propõem um teste de razão de verossimilhança (LR) a partir da equação (6), sob hipótese nula de cointegração invariante no tempo, ou que os parâmetros no VECM relacionados aos polinômios temporais de Chebyshev são conjuntamente iguais a zero; contra a alternativa, de que um (ou mais) vetores de cointegração são combinações lineares de polinômios temporais Chebychev (TVC); ou seja, dados m e r , a estatística de teste (LR) assume a forma:

$$\Delta LR_T^{tvc} = -2 [\hat{l}_T(r, 0) - \hat{l}_T(r, m)] = T \sum_{j=1}^r \ln \frac{1 - \hat{\lambda}_{0,j}}{1 - \hat{\lambda}_{m,j}} \quad (8)$$

Esse teste segue uma distribuição qui-quadrado com graus de liberdade que dependem de um parâmetro κ , dos polinômios temporais de Chebychev, e de α e β , parâmetros do modelo usual. Os valores críticos do teste estão disponíveis em Bierens e Martins (2010).

Em suma, pode-se resumir a técnica empregada da seguinte forma: inicialmente analisa-se a ordem de integração das séries. Caso as séries se mostrem não estacionárias, procede-se a análise de cointegração sugerida por Johansen (1988) via testes do traço e do máximo autovalor. Verificada a existência de cointegração, emprega-se o teste de razão de verossimilhança para cointegração variante no tempo proposta por Bierens e Martins (2010). Caso a hipótese nula seja rejeitada, ou seja, se for constatado que há cointegração variante no tempo, procede-se a estimativa das elasticidades dinâmicas/variantes no tempo sugeridas neste estudo.

Inicialmente, o presente estudo usou os passos usuais dos estudos de cointegração. A ordem de integração das séries foi investigada através de testes de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) e de Kwiatkowski, Phillips, Schmidt e Shin (KPSS) e, posteriormente, foi analisada a existência de cointegração entre elas, através do teste de Cointegração de Johansen (1988). Após essa análise preliminar, empregou-se o teste de razão de verossimilhança para cointegração variante no tempo proposta por Bierens e Martins (2010). Por fim, como foi verificada a existência de cointegração variante no tempo, realizou-se a estimativa das elasticidades dinâmicas do índice de atividade econômica em relação à taxa de investimento público e à taxa de investimento privado no estado do Ceará.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme já mencionado, inicialmente analisou-se a ordem de integração das séries através dos testes de raiz unitária ADF e KPSS. Vale ressaltar que os testes ADF e KPSS se completam, já que o primeiro teste tem como hipótese alternativa a estacionariedade da série em questão, enquanto, no segundo teste, a hipótese nula é de estacionariedade. Os resultados estão dispostos na Tabela 2 e indicam que todas as séries são integradas de ordem 1, I(1), considerando 5% de significância. Como as séries se mostraram estacionárias em primeira diferença, o teste de cointegração de Johansen (1988) foi realizado, a fim de analisar a integração e viabilidade do método de Bierens e Martins (2010).

Tabela 2 – Resultado para os Testes de Raiz Unitária

Variável		ADF	KPSS	
y_t	Nível	-2,26	0.12	I(1)
	1ª Diferença	[-3.47] -7,29 [-4,11]	[0.10] 0.05 [0.14]	
	Nível	-3.39	0.13	
x_{t-1}^g	Nível	-3.39	0.13	I(1)
	1ª Diferença	[-3.47] -5,18 [-4,11]	[0.10] 0.09 [0.14]	
	Nível	-3.12	0.12	
x_{t-1}^p	Nível	-3.12	0.12	I(1)
	1ª Diferença	[-3.47] -6,89 [-4,11]	[0.10] 0.07 [0.14]	
	Nível	-3.12	0.12	

Fonte: Elaboração dos autores. Valores críticos do teste ao nível de significância 5% expressos entre colchetes.

A análise da existência de cointegração proposta no trabalho foi investigada através dos testes do traço e do máximo autovalor. Os resultados estão expostos na Tabela 3. Ambos os testes apontam para a existência de pelo menos um vetor de cointegração entre as variáveis.

Tabela 3 – Resultado do teste de Cointegração de Johansen

Estatística do Traço				
Hipóteses No. de CE(s)	Valor Eigen	Estatística Traço	0.05 Valor Crítico	Prob
Nula	0.3761	35.2549	29.7970	0.0106
No máximo 1	0.0855	8.36127	15.4947	0.4276
No máximo 2	0.0556	4.2663	6.84146	0.1707
Estatística do Traço Máximo				
Hypothesized No. of CE(s)	Valor Eigen	Estatística Max-Eigen	0.05 Valor Crítico	Prob
Nula	0.3761	26.8936	21.1316	0.0069
No máximo 1	0.0855	5.0949	14.2646	0.7298
No máximo 2	0.0556	4.2663	6.9541	0.1875

Fonte: Dados da pesquisa. Elaboração dos autores.

Após identificar uma relação de cointegração, empregou-se a metodologia proposta por Bierens e Martins (2010) para investigar se a hipótese de cointegração variante no tempo é válida. O teste de razão de verossimilhança tem como hipótese nula a cointegração invariante no tempo, contra a hipótese alternativa de que o vetor varia no tempo, isto é, de que o vetor é uma combinação linear de m polinômios temporais de Chebyshev. Segundo Bierens e Martins (2010), o poder do teste depende da escolha da ordem m do polinômio; quando m é igual a zero há um caso padrão de cointegração. Portanto, realizaram-se várias simulações e testes com p e m variando de 1 a 6. O modelo selecionado emprega $m=4$ e $p=3$.⁴ A tabela 4 sintetiza os resultados.

Tabela 4 – Teste de Bierens e Martins (2010) para cointegração variante no tempo

Estatística da Razão de Verossimilhança	P Valor	Ordem do Polinômio de Chebyshev (m)
6,08	0,01	4

Fonte: Dados da pesquisa. Elaboração dos autores.

Assim, o resultado do teste de Bierens e Martins (2010) aponta para a significância estatística da cointegração variante no tempo. Posto isso, procedeu-se à estimativa e análise das elasticidades dinâmicas estimadas. Os resultados estão disponíveis no Gráfico 1.

Observa-se que tanto a elasticidade do investimento público quanto a do investimento privado mostram-se positivas. Ou seja, os investimentos proporcionaram o crescimento econômico no estado do Ceará. Segundo, verifica-se, ao longo do período analisado, que a elasticidade do investimento público é maior do que a do investimento privado.

Entre os trimestres 2004.1 e 2014.4, a elasticidade do investimento privado apresentou uma trajetória crescente, que se estende de forma mais elástica a partir de 2009. A elasticidade acompanhou o aumento dos investimentos no estado. Esse resultado ocorreu devido ao elevado nível de investimento privado no estado. Monteiro Neto *et al.* (2023) mostraram que, no período de 2005 a 2009, os valores contratados do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE) no estado do Ceará superaram a quantia de 8 bilhões de reais, só perdendo em volume contratado para o estado da Bahia (15 bilhões de reais). Segundo os autores, o estado do Ceará é o segundo em captação dos recursos do FNE, com 14,2% dos recursos (41 bilhões de reais, entre 1995 e 2019).

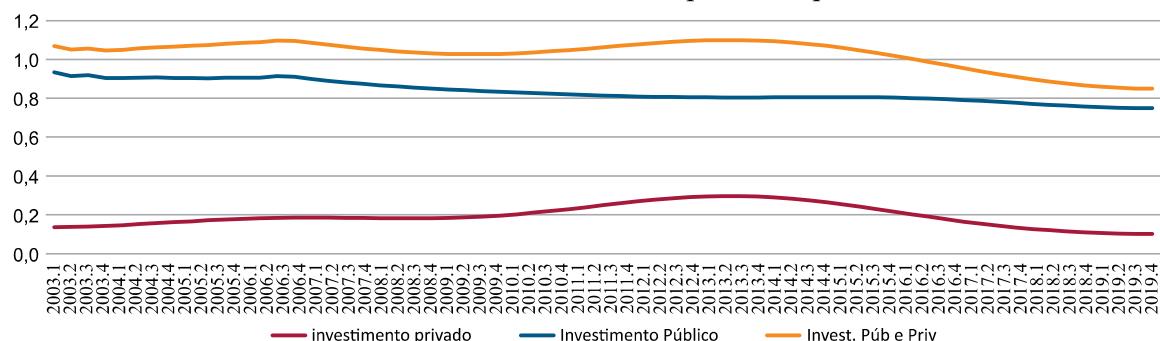
Inicialmente, a elasticidade do crescimento em relação ao investimento público se mantém relativamente constante, mas, a partir de 2006, observa-se uma trajetória suavemente decrescente. Apesar desse decréscimo, é importante observar que a elasticidade do investimento público ainda se mantém num patamar bastante elevado ao longo de todo período amostral. Uchoa *et al.* (2021) destacam que a sustentabilidade dos investimentos públicos no estado do Ceará é fruto da solvência das dívidas externas

⁴ Tal como visto em Bierens e Martins (2010), um valor pequeno de m impõe um comportamento suave para o vetor β_t se aproximando do caso invariante no tempo. Cabe aqui uma ressalva sobre a seleção da ordem m do polinômio de Chebyshev. No qual Bierens e Martins (2010) sugerem que os critérios de informação usuais possam ser utilizados, o procedimento de seleção não é claramente descrito na literatura econometria relacionada a modelos que usam tais polinômios temporais.

e internas, e de uma forte estrutura de capacidade de investimento, pelas quais o estado se destaca no ranking de competitividade dos estados, ocupando a primeira colocação (Uchoa *et al.*, 2021).

Observa-se também que a interação entre as elasticidades do investimento público e privado apresenta retornos crescentes de escala até o terceiro trimestre de 2016. Na verdade, a redução dos retornos já é observada a partir de 2015, em virtude do período de recessão econômica no estado, como pode ser observado na Figura 2, referente ao comportamento do Índice de Atividade Econômica do estado do Ceará. Outro ponto de destaque foi a forte queda da elasticidade dos investimentos privados, já comentado acima.

Gráfico 1 – Elasticidades dinâmicas dos investimentos público e privado no estado do Ceará



Fonte: Elaboração dos autores.

Com o intuito de sistematizar os resultados, realizou-se uma análise descritiva das elasticidades calculadas através das medidas usuais de tendência central e de dispersão. Os resultados são expressos na Tabela 5.

Observa-se que a elasticidade do investimento público no crescimento cearense foi, em média, 0,834. Isso indica que um aumento na taxa de investimento público de 1% proporciona um aumento do crescimento econômico no estado do Ceará em 0,83%. O desvio-padrão apresenta um valor igual a 0,0453, com o coeficiente de variação (CV) igual a 5,43%. Isso mostra que a elasticidade do investimento público apresenta um valor médio positivo, com pouca variação ao longo do tempo. O que representa uma situação estável. Vale ressaltar que muitos dos investimentos públicos foram destinados a setores como educação e saúde, que geram retornos apenas em médio e longo prazo.

Em relação à elasticidade do investimento privado no crescimento cearense, esta apresentou um valor médio igual a 0,194. Ou seja, um aumento de 1% na taxa de investimento privado proporciona um aumento do crescimento econômico no estado do Ceará em 0,19%. O que chamou atenção foi o elevado desvio-padrão e, consequentemente, o coeficiente de variação (28,86%). Isso comprova a volatilidade da elasticidade no crescimento econômico em relação ao investimento privado no estado do Ceará, em decorrência do período de 2011 a 2014, com os valores contratados do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE).

Em geral, observa-se que a elasticidade do investimento público apresenta um valor médio maior do que a elasticidade do investimento privado. Ou seja, seu impacto é mais eficiente no crescimento econômico do que o setor privado. Além disso, a elasticidade do setor público é mais estável e constante. Outro ponto relevante é que muitos dos contratos realizados no setor privado podem não ter sido direcionados para a atividade econômica, mas para cobrir perdas, renegociações de dívidas e investimentos de médio e longo prazo, que não proporcionam um retorno direto na atividade econômica do estado. Todavia, seria necessária uma desagregação da série de investimento privado, o que não foi possível.

Outro ponto interessante é que a elasticidade da interação entre os investimentos públicos e privados apresentou um valor médio igual a 1,028. Assim, pode-se dizer que um aumento de 1% nos investimentos no estado proporciona um aumento em torno de 1,03% no crescimento da economia cearense. Isso implica que os investimentos estão apresentando rendimentos crescentes de escala.

Tabela 5 – Estatísticas descritivas das elasticidades dinâmicas estimadas

Variáveis	Média	Desvio-Padrão	CV (%)	Amplitude	
				Mínimo	Máximo
Investimento Público	0.834	0.0453	5,43	0,712	0,933
Investimento Privado	0,194	0,0567	28,86	1,01	0,295
Total (Inv. Púb+Priv)	1,028	0,0731	3,01	0,849	1,10

Fonte: Elaboração dos autores.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da sensibilidade da economia cearense aos investimentos públicos e privados é de extrema relevância para compreender os mecanismos que impulsionam o desenvolvimento econômico estadual. Os investimentos, tanto públicos como privados, desempenham um papel crucial na promoção do crescimento econômico. Assim, compreender o impacto dos investimentos ajuda a identificar setores influentes e capazes de contribuir para o desenvolvimento regional.

Ademais, a análise do impacto dos investimentos pode informar decisões políticas, tais como alocação de recursos, incentivos fiscais, programas de desenvolvimento regional e investimentos em infraestruturas.

As empresas e os investidores privados podem utilizar os resultados para orientar estrategicamente os seus investimentos, identificando oportunidades de mercado e áreas de crescimento potencial. Além disso, a análise auxilia na previsão das necessidades de mão de obra e na gestão do mercado de trabalho.

Com isso em vista, o presente estudo teve como objetivo analisar a sensibilidade da economia cearense aos investimentos públicos e privados no estado, e estimar suas respectivas elasticidades dinâmicas no período de 2003 a 2019. A metodologia econométrica utilizada seguiu Bierens e Martins (2010), que modelaram vetores de cointegração variantes no tempo através da introdução de polinômios temporais de Chebyshev.

Uma série de fatores econômicos e teóricos pode contribuir para a variação das elasticidades de investimento público e privado ao longo do tempo. Dentre esses fatores, podem-se citar a dinâmica natural dos ciclos econômicos, a implementação de políticas públicas (incentivos fiscais, subsídios ou programas de estímulo), avanços tecnológicos e inovações, flutuações nas taxas de juros e câmbio, mudanças estruturais (ascensão de novos setores e o declínio de setores mais tradicionais), alterações nas preferências de consumo, ampliação de riscos sistêmicos e incertezas, a integração econômica global, a demografia e mudanças sociais, dentre outros.

Essa complexidade ressalta a importância de análises empíricas e reforça a necessidade de se fazer uso de modelos econômétricos que possam captar essas mudanças e fornecer percepções mais precisas sobre como a relação entre diferentes tipos de investimentos e crescimento econômico veio evoluindo ao longo dos anos.

Posto que as elasticidades de investimento público e privado podem alterar-se ao longo do tempo, foi utilizada a metodologia de Bierens e Martins (2010) para se buscar captar essa possível variação. A hipótese nula do teste, de que as elasticidades desses investimentos ao longo prazo no crescimento da economia cearense são fixas, foi então rejeitada.

Observou-se que tanto a elasticidade do investimento público quanto a do investimento são positivas, ou seja, ambos os tipos de investimento proporcionaram o crescimento econômico no estado do Ceará. Segundo, verificou-se que a volatilidade da elasticidade do investimento privado no crescimento cearense é bem superior ao público. Isso mostra uma instabilidade do impacto dos investimentos privados no Ceará; instabilidade essa que é menos acentuada para o caso do investimento público.

A elasticidade do investimento público no crescimento econômico cearense foi, em média, 0,834. Já em relação à elasticidade do investimento privado, esta apresentou um valor médio igual a 0,194, além de uma volatilidade mais elevada. Esses achados destacam a complexidade das interações entre investimentos

e crescimento econômico e sugerem que políticas e estratégias vindouras deveriam levar em consideração a dinâmica variável dos investimentos privados, além de buscar maneiras de promover uma estabilidade mais consistente do setor privado para impulsionar o crescimento econômico de forma sustentável.

Os limites do estudo se dão pelo fato do não acesso aos dados desagregados do investimento. Por exemplo, os valores destinados para agricultura, indústria, para educação e saúde. Isso pode ser objeto de estudos futuros por parte dos pesquisadores que buscam entender o crescimento econômico no estado.

Esses resultados sugerem que os impactos dos investimentos públicos são mais eficientes para a promoção do crescimento da economia cearense quando comparados aos do setor privado, pois cada unidade monetária adicional de investimento no setor público tende a gerar um efeito sobre o crescimento quatro vezes maior do que a mesma injeção de recursos no setor privado. Outro ponto importante é que os investimentos público e privado são importantes para promover o crescimento econômico no estado, haja vista que quanto maior o investimento, maior é o índice de atividade econômica no estado.

Além disso, nossos achados revelam que a interação entre os investimentos públicos e privados ocasionou rendimentos crescentes de escala até o ano de 2016. Isso indica que a combinação desses investimentos gera um impacto maior do que a simples soma de suas partes, o que também pode estar indicando um efeito “*crowding-in*”.⁵

O efeito “*crowding-in*” do investimento público no investimento privado refere-se ao fenômeno em que o aumento dos investimentos do setor público estimula e atrai maiores investimentos do setor privado. Em outras palavras, em vez de haver competição entre os dois tipos de investimento, há uma complementaridade que resulta em um impulso positivo para o investimento privado quando o investimento público é aumentado.

Esse efeito ocorre porque os investimentos públicos muitas vezes criam infraestrutura, melhoram o ambiente de negócios, aumentam a confiança dos investidores e estimulam a demanda interna. Isso pode criar um ambiente favorável para as empresas privadas investirem, uma vez que se beneficiam da infraestrutura aprimorada, de mercados mais robustos e de um clima econômico mais estável.

Em termos práticos, nosso estudo aponta evidências desse efeito, pois é notável a elevação da elasticidade do investimento privado no período que antecede a Copa do Mundo de 2014, assim como seu declínio após esse evento. Nesse esteio, Góis (2013) argumenta que o setor imobiliário se aproveitou da oportunidade do evento para lançar seus produtos próximos às áreas beneficiadas pelas obras da Copa. Esse é um de diversos exemplos tácitos de como a provisão de infraestrutura (turística e estruturante, nesse caso) torna-se capaz de potencializar os investimentos privados.

As principais recomendações de políticas derivadas deste estudo enfatizam a necessidade de estabelecer uma política robusta (voltada diretamente para promover o crescimento econômico) de investimentos no estado do Ceará e que coordene os setores público e privado de modo a impulsionar a economia. Quando há efetividade (ou seja, quando se busca investir no crescimento, e esse resultado acontece) de tal política e da coordenação estratégica, aliada a uma base fiscal sólida, então abre-se espaço para um ambiente propício para investimentos, tanto públicos quanto privados, os quais são capazes de promover uma atratividade ainda maior para os investidores privados.

REFERÊNCIAS

ARROW, K; KURZ, M. **Public Investment, the Rate of Return and Optimal Fiscal Policy.** Baltimore, Md: Johns Hopkins Press, 1970.

ASCHAUER, D. A. Is public expenditure productive? **Journal of Monetary Economics**, v. 23, p. 177-200, 1989.

⁵ Em vez de uma substituição entre investimentos público e privado (conhecida como “*crowding-out*”), ocorre uma complementaridade que amplifica o impacto total dos investimentos na economia.

BAJO, O. A further generalization of the Solow model: the role of the public sector. **Economics Letters**, 68: 79-84. 2000.

BARRO, R. J. Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth. **Journal of Political Economic**, v. 98, 1990.

BARRO, R.; SALA-i-MARTIN, X. Public finance in models os economic growth. **NBER Working paper**, nº 3362, 1990.

BIERENS, H. J.; MARTINS, L. F. Time varying cointegration. **Econometric Theory**, p. 1453-1490, 2010.

BONONO, M.; FRISCHTAK, C.; RIBEIRO, P. Public investment and fiscal crisis in Brazil: finding culprits and solutions. **IDB Working Paper Series nº IDB-WP 1184**, 2021.

CARVALHO, J. M. de. **Sustentabilidade fiscal do investimento público para os estados brasileiros**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Mestrado Profissional em Economia do Setor Público, Fortaleza, p. 38. 2017.

CASHIN, P. Government spending, taxes, and economic growth. **International Monetary Fund Staff Papers**, 42, p. 237-269, 1995.

CAVALCANTE, L. A.; MAIA, A. C. L.; SULIANO, D.; PAIVA, W. L.; TROMPIERI NETO, N.; PONTES, P. A.; LIMA, C.; FREIRE JÚNIOR, J.; SOARES, R. **Indicadores Econômicos do Ceará 2019**. Fortaleza - CE: IPECE,2019.

CAVALCANTE, L. A.; MAIA, A. C. L.; SULIANO, D.; PAIVA, W. L.; TROMPIERI NETO, N.; PONTES, P. A.; LIMA, C.; SOARES, R. **Indicadores Econômicos do Ceará 2021**. Fortaleza – CE: IPECE,2021.

DORAN, H. E. Constraining Kalman filter and smoothing estimates to satisfy time-varying restrictions. **The Review of Economics and Statistics**, p. 568-572, 1992.

ENGLE, R. F.; GRANGER, C. W. J. Cointegration and error correction: Representation, estimation and testing. **Econometrica** 55, p. 251-276, 1987.

GÓIS, R. A. D. A metrópole e os mega-eventos. Implicações socioespaciais da copa do mundo de 2014 em Fortaleza. 2013. 179 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

GRANGER, C. W. J. Developments in the Study of Cointegrated Economic Variables. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, 48, p. 213-218, 1987.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produto Interno Bruto dos Municípios. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5938>. Acesso em: 10 maio 2022.

JOHANSEN, S. Statistical analysis of cointegrating vectors. **Journal of Economic Dynamics and Control**, v. 12, p. 231-254, 1988.

MERA, K. Regional Production Functions and Social Overhead Capital: An Analysis of the Japanese Case. **Regional and Urban Economics**, v. 3, n. 2, p. 157-185, 1973.

MONTEIRO NETO, A.; MACEDO, F. C.; SILVA, R. O. O BNB e o desenvolvimento do Nordeste Brasileiro: velhas e novas missões para uma economia em mudança. **Texto para discussão 2837 - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**. Brasília, Rio de Janeiro: Ipea, 2023. 50 p.

PENNA, C. M.; AMARAL FILHO, J.; BASTOS, F. S.; MOREIRA, B. L. Decomposição do crescimento da economia do Ceará: análise dos fatores e dos setores (1987-2015). **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 51, n. 4, p. 9-30, out./dez., 2020.

RATNER, J. B. Government Capital and the Production Function for U.S. Private Output. **Economics Letters**, v. 13, p. 213-217, North-Holland, 1983.

RONCI, M. V. Uma nota sobre a especificação da função de investimento agregado para países em desenvolvimento. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 2, abr./jun., 1988, p. 179-194.

SILVA, P. B. Parceria público-privada: desafios e oportunidades. **Revista do TCU**, n. 104, p. 23-26, 2005.

SIMONASSI, A. G.; GONDIM FILHO, J. G.; ARRAES, R. de A. Endividamento e investimentos dos governos subnacionais no Brasil: uma análise via funções de reação. **Nova Economia**, v. 31, p. 783-807, 2022.

STOKEY, N. L.; REBELO, S. **Growth effects of flat-rate taxes**. Chicago: University of Chicago, 1993.

UCHOA, J.; SANTOS, F.; SILVA, C.; MATOS, P. Análise de Sustentabilidade e dos Impactos Macroeconômicos da Política de Investimentos do Governo do Estado do Ceará. **CAEN: Séries Estudos Econômicos 44**. Fortaleza, dez. 2021.