



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO - UFRPE

UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA - UAST

BACHARELADO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

FERNANDA NUNES DA SILVA

**IMPACTO ECONÔMICO DA INTERIORIZAÇÃO DA UFPE NO MUNICÍPIO DE
CARUARU: ANÁLISE SEGUNDO O MÉTODO DE CONTROLE SINTÉTICO**

SERRA TALHADA

2021

FERNANDA NUNES DA SILVA

**IMPACTO ECONÔMICO DA INTERIORIZAÇÃO DA UFPE NO MUNICÍPIO DE
CARUARU: ANÁLISE SEGUNDO O MÉTODO DE CONTROLE SINTÉTICO**

Monografia apresentada como requisito parcial para
obtenção do grau de Bacharel em Ciências
Econômicas da Unidade Acadêmica de Serra
Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco.
Área de concentração: Macroeconomia

Orientador: Prof. Dr. Kleyton José da Silva Pereira
de Siqueira

SERRA TALHADA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F363i Silva, Fernanda Nunes da
Impacto econômico da interiorização da UFPE no município de Caruaru: análise segundo o método de controle sintético / Fernanda Nunes da Silva. - 2021.
49 f. : il.

Orientador: Kleyton Jose da Silva Pereira de Siqueira.
Inclui referências e apêndice(s).

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Ciências Econômicas, Serra Talhada, 2022.

1. interiorização. 2. Caruaru. 3. CAA. I. Siqueira, Kleyton Jose da Silva Pereira de, orient. II. Título

CDD 330

Fernanda Nunes da Silva

Impacto econômico da interiorização da UFPE no município de Caruaru: Análise segundo o
método de controle sintético

Banca Examinadora

Orientador: Prof. Dr. Kleyton José da Silva Pereira de Siqueira
Unidade Acadêmica de Serra Talhada – UFRPE

Examinador: Prof. Dr. Sergiany da Silva Lima
Unidade Acadêmica de Serra Talhada – UFRPE

Examinador: Profa. Lívia Rodrigues de Lima Pires
Unidade Acadêmica de Serra Talhada – UFRPE

Serra Talhada – PE, ____ de _____ de 2021

Dedicatória

Dedico primeiramente a Deus por ser meu apoio em todos os momentos, à toda minha família e meus amigos, e, especialmente, à minha mãe, Alcione Nunes, que tanto me apoiou durante minha trajetória acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, por ter permitido que eu tivesse saúde e determinação para não desanimar durante esses anos de estudo.

Aos meus pais e familiares que sempre estiveram ao meu lado me apoiando ao longo de toda a minha trajetória.

Ao meu namorado, meus amigos e todos aqueles que contribuíram, de alguma forma, para a realização deste trabalho.

Aos meus professores, por todos os ensinamentos ao longo desses anos, em especial, ao meu orientador, Kleyton Siqueira.

*A educação é um processo social, é desenvolvimento. Não é a preparação para a vida,
é a própria vida.*

(John Dewey)

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo examinar o impacto da política de interiorização do Centro Acadêmico do Agreste (CAA) da Universidade Federal Pernambuco (UFPE) sobre o desenvolvimento econômico da cidade de Caruaru no agreste pernambucano. A estratégia empírica empregada foi o Método de Controle Sintético (SCM) no período de 2000-2016 o que possibilita a visualização da trajetória do PIB per capita da cidade antes e depois da execução da política. Os resultados indicam que não se pode confirmar a existência de impacto do CAA sobre o PIB per capita do município de Caruaru.

ABSTRACT

This course conclusion work aims to examine the impact of the interiorization policy of the Agreste Academic Center (CAA) of the Federal University of Pernambuco (UFPE) on the economic development of the city of Caruaru in the rural region of Pernambuco. The empirical strategy used was the Synthetic Control Method (SCM) in the period 2000-2016, which allows for the visualization of the trajectory of the city's PIB per capita before and after the implementation of the policy. The results indicate that the existence of an impact of CAA on PIB per capita in the municipality of Caruaru cannot be confirmed.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Pesos das variáveis do modelo	28
Tabela 2 - Peso dos municípios na formação da Caruaru sintético	29
Tabela 3 - Valores médios das variáveis em Caruaru e Caruaru sintético e Média Amostral .	30
Tabela 4 - Estimativas do impacto da CAA sobre o PIB per capita de Caruaru (Modelo Geral)	32
Tabela 5 - Valores médios das variáveis em Caruaru e Caruaru sintético de 2000 a 2016.....	34
Tabela 6 - Estimativas do impacto do CAA sobre o PIB per capita de Caruaru (Modelo restrito)	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Trajetórias do PIB per capita: Caruaru e de Caruaru sintético (Modelo Geral)	31
Figura 2 - Gaps do PIB per capita entre Caruaru e de Caruaru sintético	32
Figura 3 – Teste Placebo com Municípios de Pernambuco (amostra de 147 municípios) para os gaps do PIB per capita	33
Figura 4 - Trajetórias do PIB per capita: Caruaru x Caruaru sintético (Modelo restrito)	34
Figura 5 – Teste Placebo com Municípios de Pernambuco para os gaps do PIB per capita	36

LISTA DE SIGLAS

CAA	Centro Acadêmico do Agreste
CEFETs	Centros Federais de Educação Tecnológica
DID	Método de Diferenças em Diferenças
IES	Instituições de Ensino Superior
IFs	Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia
MEC	Ministério da Educação e Cultura
MRW	Mankiw, Romer e Weil
MSPE	Minimização do Erro Quadrático Médio
PIB	Produto Interno Bruto
PNE	Plano Nacional de Educação
PSM	Propensity Score Matching
REUNI	Programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais
SCM	Método de Controle Sintético
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1 Modelo Teórico.....	18
3. METODOLOGIA.....	22
3.1 Método de Controle Sintético	25
3.2 Base de dados e variáveis	26
3.2.1 Construção das variáveis.....	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 Análise Geral	28
4.2 Análise Alternativa	34
5. CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS	39
APÊNDICE - Dados e rotinas usadas na estimação dos resultados	42

1. INTRODUÇÃO

A partir do final dos anos 1990 houve uma ampliação de políticas públicas voltadas para a oferta de ensino superior público no Brasil. Visando alcançar o objetivo de ampliar e interiorizar as universidades públicas federais no país estruturou-se o Plano Nacional de Educação (PNE) para o período de 2000 a 2010, e em 2007 foi criado o Programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI) que vigorou de 2007 a 2012 e contribuiu efetivamente para criação de novas universidades federais e *campi* no interior do país (NIQUITO; RIBEIRO; PORTUGAL, 2018).

A interiorização dessas instituições de ensino traz contribuições relevantes relacionadas ao desenvolvimento econômico das regiões onde elas estão inseridas, visto que estas exercem influência sobre a formação de mão de obra profissional e técnica qualificada, promovendo o desenvolvimento e a oferta de serviços qualificados, a geração de tecnologia e técnicas, a difusão de inovações, a adaptação às mudanças econômicas e os padrões de consumo (SCHUTZER; CAMPOS, 2014).

Além disso, quando se fala em cidades do interior do país a renda gerada com a chegada de novos servidores públicos, com a contratação de pessoas para cargos terceirizados e com os investimentos em instalações, mobiliário e etc., pode representar um choque significativo na renda *per capita* local e mudar a trajetória de crescimento dessas localidades que recebem uma universidade ou um *campi* universitário.

No que se refere a interiorização, como exemplo prático, tem-se o caso do Centro Acadêmico do Agreste (CAA), que foi o primeiro campus da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) no interior de Pernambuco, mais precisamente no município de Caruaru, tendo sido inaugurado em março de 2006. Inicialmente, o Centro contou com 5 cursos de graduação: administração, design, economia, engenharia civil e pedagogia, e, posteriormente, passou a ofertar também as licenciaturas em química, física, matemática, bem como os cursos de engenharia de produção, medicina e comunicação social (UFPE, 2017).

Vale destacar que a escolha de Caruaru como município para sua instalação se justificou pela relevância que o mesmo ocupa na região do Agreste, uma vez que o município é considerado um dos mais importantes centros de serviços e negócios e de distribuição de mercadorias do Estado, principalmente nas áreas referentes a confecção e a agroindústria.

Ao salientar quanto a importância das universidades e do capital humano no processo de crescimento e desenvolvimento econômico, é válido o questionamento: a chegada de uma

universidade ou *campi* universitário é capaz de mudar a trajetória de crescimento das cidades que recebem essa política? Além disso, será que esses efeitos (casos existam) são apenas de curto prazo ou confirmam o que a literatura vem trazendo quando trata de efeito gasto e efeito conhecimento?

Baseando-se na instalação da UFPE na cidade de Caruaru é oportuno levantar alguns questionamentos relacionados ao desenvolvimento do município: a interiorização de uma universidade ou *campi* universitário possibilita a mudança da trajetória de crescimento dos municípios que são afetados por essa política? Caso haja essa possibilidade de mudança, a interiorização produz efeitos de curto prazo ou longo prazo? Qual a relevância do impacto gerado na economia da cidade?

Objetivando responder tais questionamentos, o presente trabalho examina a política de interiorização da UFPE no município de Caruaru, mais precisamente, busca avaliar o impacto da instalação do CAA sobre o Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* da cidade acometida por tal política pública. A estimação desse impacto é feita através do Método de Controle Sintético (SCM) no período de 2000-2016 o que possibilita a visualização da trajetória do PIB *per capita* da cidade antes e depois da execução da política, viabilizando a compreensão dos possíveis efeitos causados pela chegada do Centro à região.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O acesso à educação superior pública no Brasil ainda é considerado restrito, entretanto, o aumento expressivo do número de instituições, de cursos de graduação e de vagas ofertadas está entre as consideráveis mudanças ocorridas no âmbito educacional dos últimos anos. Os dados do Censo do Ensino Superior¹ que é realizado anualmente pelo Ministério da Educação (MEC) fornecem o horizonte da expansão do sistema de educação superior do país.

No que se refere ao número de Instituições de Educação Superior no Brasil tem-se que:

O Brasil tinha 296 Instituições de Educação Superior (IES) públicas e 2.152 privadas. As instituições públicas podem ser divididas em estadual, federal e municipal, e correspondiam respectivamente a 41,9%, 36,8% e 21,3% da rede de educação pública superior nesse mesmo ano. Quase 3/5 das IES federais são universidades e 36,7% são Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IFs) e Centros Federais de Educação Tecnológica (Cefets). Essas instituições estão espalhadas pelas 27 unidades

¹O mais completo levantamento estatístico sobre as Instituições de Educação Superior (IES) brasileiras e sua oferta de cursos.

² Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.

federativas, sendo o estado de Minas Gerais o líder em número de universidades federais, com 11 instituições. (INEP², 2018).

De acordo com Vinhais (2013), o acesso da população entre 18 e 24 anos ao ensino superior é bastante baixo quando comparado a diversos países, sejam eles desenvolvidos ou em desenvolvimento. Neste sentido, desde o final dos anos 1990 começou-se a desenvolver diferentes políticas públicas com o objetivo de elevar a oferta de ensino superior no Brasil. Dentre elas, pode-se destacar a expansão e a interiorização das universidades federais ocorrida a partir de 2003.

As oportunidades de acesso à educação superior pública e gratuita no Brasil se ampliaram após a consagração da eficiente contribuição exercida pelas universidades para a transformação social, o desenvolvimento sustentável e inserção do país no contexto internacional. Tal fato impulsionou reivindicações contra à elitização do acesso à educação superior, sendo esta apontada como uma forma de exclusão social (MEC, 2012).

As políticas de expansão e interiorização das universidades federais atendem a um propósito de desenvolvimento social, cultural, econômico e etc. Alvarez, Kannebley Júnior e Carolo (2013) destacam que o propósito da universidade é incluir toda a sociedade, seja em suas funções de ensino ou em suas iniciativas de extensão e pesquisa de forma a contribuir para o desenvolvimento econômico, tanto no que diz respeito à formação de pessoal qualificado a ser contratado pelo setor produtivo quanto para a pesquisa científica.

A ampliação expressiva do ensino superior no Brasil deu-se em três fases. A fase inicial contou apenas com a ampliação das vagas e dos cursos oferecidos em universidades federais já existentes e o correu entre 1998 e 2002. A partir de 2003 essa ampliação prossegue com o Plano Nacional de Educação (PNE) e com a criação do programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais - REUNI (VINHAIS, 2013).

A segunda fase vigorou entre 2001 e 2010 e tinha como meta a oferta de educação superior para, pelo menos 30% dos jovens na faixa etária de 18 a 24 anos. Com apoio desse projeto, diversas novas universidades federais foram criadas uma vez que sua principal meta era promover a democratização do acesso ao ensino superior público, levando a oferta de diversos cursos ao interior do país.

O Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni) criado a partir do Decreto no 6.096/2007, gerou novas condições para o processo de ampliação do acesso ao ensino superior. A partir dessa normativa, foi possível um melhor aproveitamento das estruturas físicas e dos recursos humanos já existentes. Tal fato

pode ser destacado como marco inicial da terceira e última fase do aumento no número de universidades federais no Brasil (VINHAIS, 2013).

Objetivando alcançar sua principal meta, o REUNI seguiu três dimensões: a social, a geográfica e a de desenvolvimento. Neste sentido, o programa tinha como um dos objetivos principais elevar a renda de cidades do interior em situação de desvantagem relativa por meio do desenvolvimento socioeconômico gerado de forma potencial pelas universidades (MEC, 2011).

Na dimensão social o objetivo foi atender municípios populosos e com percentual elevado de extrema pobreza, os Territórios da Cidadania e ao grupo das 100 cidades brasileiras com mais de 80 mil habitantes e renda *per capita* inferior a R\$ 1 mil. Na dimensão geográfica, priorizou-se municípios com mais de 50.000 habitantes ou microrregiões não atendidas por escolas federais e cujos estados apresentassem oferta de educação superior abaixo da média nacional. Já na dimensão de desenvolvimento, a prioridade foi dada aos municípios com Arranjos Produtivos Locais - APLs identificados e aqueles próximos a grandes investimentos estruturantes.

No que tange aos estudos desenvolvidos nessa área com a possibilidade de lustrar o forte impacto exercido pelas IES no processo de desenvolvimento regional pode-se apontar autores como Albuquerque (1996), Póvoa e Rapini (2009), Rolim e Serra (2009), Albuquerque e Suzigan (2009), Chiarini e Vieira (2012) e Chiarini, Vieira e Zorzini (2012). Ao se proporem a investigar a questão da interiorização de universidades no Brasil, estes demonstraram em seus estudos o papel das universidades e seus impactos positivos sobre desenvolvimento econômico regional.

Neste sentido, é válido destacar que o desenvolvimento de uma região está fortemente relacionado aos investimentos locais que a região recebe com a chegada das universidades ou de seus *campi*. Além disso, o incentivo a educação tem caráter determinante para o desenvolvimento por promover aumento de produtividade dos trabalhadores. Assim, é possível dizer que a universidade pode promover o desenvolvimento local e regional por dois diferentes canais, a saber: i) efeito gasto e ii) efeito conhecimento (FLORAX, 1992).

Segundo Florax (1992), a instalação de uma universidade em uma determinada região é capaz de produzir impactos sobre a economia local que podem ser classificados em efeito-gasto (curto prazo) e efeito-conhecimento (longo prazo), a significância de cada um desses impactos está intrinsecamente ligada à capacidade de absorver os benefícios imediatos e transformá-los em dinamismo econômico por parte dos municípios.

Para que seja possível entender melhor esses mecanismos destacados em Florax (1992) vale enfatizar que a ocorrência do efeito-gasto se dá a partir da elevação de diversas despesas que a instituição, os docentes e discentes geram com a implantação da universidade - os salários pagos aos funcionários e as despesas com insumos e serviços locais para manter a instituição. Além dos gastos citados anteriormente, os gastos de visitantes e de alunos de outras localidades também geram contribuições para o consumo na cidade em que a universidade está instalada, fomentando a economia da região.

Já quando se fala do efeito-conhecimento é destacado o papel da universidade em transferir e criar conhecimento propiciando melhorias no processo tanto de produção quanto no desenvolvimento de novos produtos (PASTOR *et al.* 2013). As atividades de pesquisa, ensino e programas de aperfeiçoamento profissional possibilitam o desenvolvimento da interação entre as universidades e as empresas localizadas na região.

De acordo com Lopes (2003, p. 20) o efeito-conhecimento pode ser desenhado pela formação profissional, atividades culturais e desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico, que acabam gerando incremento do capital humano. Os impactos causados pela acumulação de capital humano podem ser exemplificados por melhorias na produtividade dos indivíduos resultando em retornos mais elevados tanto para quem adquiriu o conhecimento quanto para as empresas que poderão contratar aqueles que o adquiriram, uma vez que estarão contratando colaboradores mais eficientes para suas instituições, promovendo um crescimento econômico significativo no longo prazo. Yusuf e Nabeshima (2007) enfatizam também as parcerias do setor público (instituição) com o setor privado no desenvolvimento de uma localidade.

Conforme é argumentado por Florax (1992), apesar do efeito-gasto ser inicialmente maior que o efeito-conhecimento, com o passar dos anos essa relação se inverte. Os benefícios provenientes do aumento do capital humano através do efeito-conhecimento ultrapassam o impacto causado pelo efeito-gasto, o que torna as firmas mais produtivas sendo capazes de gerar tanto novos negócios quanto novos produtos para a região. Quanto maior e mais diversificado for o mercado local e quanto mais elevado for o número de visitantes e estudantes atraídos pela universidade, maior será a magnitude do efeito-gasto. O efeito-conhecimento segue este mesmo raciocínio e quanto maior for à integração dos egressos ao mercado de trabalho local maior será a significância desse efeito.

Além dos canais acima destacados, vale referir que a migração também pode ter algum efeito na região receptora da política pública. Neste sentido, a falta de opções para ingressar no ensino superior em determinada região faz com que muitos indivíduos que desejam se qualificar

migrem para locais onde a oferta é maior e diversa. Tal fato faz com que os indivíduos muitas vezes decidam continuar morando naquele local fazendo com que a região que o indivíduo migrou tenha uma perda de profissionais com um nível mais alto de qualificação. Por outro lado, na região receptora há um aumento desses profissionais, e, portanto, o ganho comparativo.

No contexto acima exposto, é possível perceber que a interiorização da universidade pública e as políticas de democratização do acesso desenvolvida pelo governo federal são essenciais no combate ao desequilíbrio no desenvolvimento regional. Tal afirmativa é evidenciada pelo fato de que uma aproximação territorial entre oferta e demanda de vagas pode gerar benefícios locais também através da não migração da mão de obra. Assim, muitos estudantes que não possuem condições de se deslocar para outras regiões conseguem ter acesso à qualificação profissional e serão mais produtivos em suas regiões de origem.

De acordo com Goddard (1999), a universidade é um fator ativo para o desenvolvimento regional em diversos aspectos, inclusive econômico. O autor destaca sua inserção de maneira efetiva nas regiões através da atuação no âmbito da educação, da cultura, da saúde, do bem-estar e da economia. No que tange a economia o transbordamento do conhecimento, a formação do capital humano, a interação para a formação de bases industriais regionais, os mecanismos de geração e difusão de inovações e a prestação de serviços à comunidade podem ser algumas das contribuições enumeradas no que se refere ao papel das universidades em determinada região.

2.1 Modelo Teórico

Até a década de 1970, as explicações relacionadas ao crescimento econômico e o padrão de vida dos países e regiões tinham como base os trabalhos realizados por Robert Solow. O modelo de crescimento de Solow considerou uma função de produção neoclássica padrão, com dois fatores de produção, capital (K) e trabalho (L), sujeita a retornos positivos, mas decrescentes para os fatores. A função de produção é determinada pela seguinte equação:

$$Y(t) = K(t)^{\alpha} (A(t)L(t))^{1-\alpha} \quad 0 < \alpha < 1 \quad (1)$$

Onde A é o nível de tecnologia, Y representa a produção total, t denota o tempo e $0 < \alpha < 1$ é a elasticidade do produto em relação ao capital.

Solow (1956; 1957) defendia que o nível de renda *per capita* de longo prazo é determinado pela taxa de poupança (s), do progresso tecnológico e de crescimento populacional

(n) que são consideradas variáveis exógenas em seu modelo. As equações a seguir demonstram como se dá o progresso técnico e o crescimento populacional.

$$L(t) = L(0)e^{nt} \quad (2)$$

$$A(t) = A(0)e^{gt} \quad (3)$$

O modelo admite que uma parte constante do produto é poupada e consequentemente investida (s) para que seja formado e renovado o estoque de capital necessário para a produção e para o crescimento da renda. De forma a simplificar a análise, define-se o estoque de capital por unidade de trabalho efetiva por $k = K/AL$, seguindo a mesma linha do k , defina o nível de produto por unidade de trabalho efetiva é denotado por $y = Y/AL$. A partir dessa simplificação é possível mostrar que a evolução do estoque de k_t ao longo do tempo é dada por:

$$\begin{aligned} \dot{k}(t) &= sy(t) - (n + g + \delta)k(t) \\ &= sk(t)^a - (n + g + \delta)k(t) \end{aligned} \quad (4)$$

Onde n = taxa de crescimento populacional; g = taxa de progresso tecnológico; δ = taxa de depreciação.

Para Solow (1956; 1957), os países atingiriam diferentes estados estacionários visto que as taxas de poupança e de crescimento populacional se diferenciariam de um país para outro. É previsto também pelo modelo que o progresso tecnológico é o fator fundamental para explicar o crescimento da renda *per capita* no longo-prazo, uma vez que a renda *per capita* seria constante no longo prazo na ausência de progresso tecnológico. No estado estacionário, todas as variáveis *per capita* crescem a taxa zero, ou seja, os níveis de capital físico convergem para um nível constante k^* que é definido por:

$$y^* = \left[\frac{s}{(n + g + \delta)} \right]^{\frac{a}{(1-a)}} \quad (5)$$

O produto por trabalhador efetivo também convergirá para um nível y^* dado pela equação a seguir:

$$y^* = \left[\frac{s}{(n + g + \delta)} \right]^{\frac{a}{(1-a)}} \quad (6)$$

Para o autor, os países atingiriam diferentes estados estacionários visto que as taxas de poupança e de crescimento populacional se diferenciariam de um país para outro. O modelo indica que enquanto a poupança produziria um impacto positivo sobre o crescimento econômico, o crescimento populacional produziria um impacto negativo, ou seja, o país será mais rico quanto maior for a sua taxa de poupança e mais pobre quanto maior a taxa de crescimento populacional.

Nesse modelo a tecnologia é caracterizada como um bem público, ou seja, todos os países do mundo teriam acesso ao mesmo nível tecnológico. É considerado que a tecnologia é fácil de ser reproduzida e que assim não existiriam empecilhos para que a inovação tecnológica fosse difundida por todos os países do mundo. A maneira como a tecnologia é tratada no modelo de Solow faz com que os “hiatos tecnológicos” entre os diversos países do mundo sejam considerados inexistentes. Dessa forma, assumindo que todos os países operam com a mesma tecnologia, as diferenças no estoque de capital *per capita* resultam da existência de propensões a poupar diferenciadas entre os países do mundo.

Segundo Mankiw, Romer & Weill (1992), o modelo original de Solow é incapaz de explicar as diferenças internacionais de renda, essa falha encontrada no modelo de Solow estimulou o trabalho sobre a teoria do crescimento endógeno. Na década de 1980, as pesquisas relacionadas ao crescimento econômico foram retomadas e surgiu assim a chamada Nova Teoria do Crescimento, impulsionada por Romer (1986) e Lucas (1988). Além das variáveis já consideradas por Solow, foram incorporadas outras variáveis na função de produção econômica, após a reformulação do modelo de Solow, a função de produção passou a considerar três insumos: o capital físico (K), o trabalho (L) e o capital humano (H).

No modelo desenvolvido por esses Mankiw, Romer & Weill (1992) a função de produção neoclássica é dada por:

$$Y(t) = K(t)^{\alpha} H(t)^{\beta} (A(t)L(t))^{1-\alpha-\beta} \quad (7)$$

Onde H = estoque de capital humano, K = capital, Y = produção total e L = trabalho.

Ao incluir o capital humano como variável explicativa na função de produção, pode haver alterações na modelagem teórica e empírica da análise de crescimento econômico. Desse modo, o processo de crescimento passou a ser determinado tanto pela acumulação de capital físico, quanto pela acumulação de capital humano.

De forma análoga ao modelo original de Solow, considera-se que uma parte fixa (s_h) da renda total é investida em capital humano e outra parte fixa (s_k) em capital físico. Desse modo, a evolução dos estoques da economia é descrita por:

$$\dot{k}(t) = s_k y(t) - (n + g + \delta)k(t) \quad (8)$$

$$\dot{h}(t) = s_h y(t) - (n + g + \delta)h(t) \quad (9)$$

Onde as quantidades efetivas por trabalhador são descritas por $y=Y/AL$, $k=K/AL$ e $h=H/AL$ convergem para seu estado estacionário definido pelas equações abaixo:

$$k^* = \left[\frac{s_k^{1-\beta} s_h^\beta}{(n + g + \delta)} \right]^{\frac{1}{(1-\alpha-\beta)}} \quad (10)$$

$$h^* = \left[\frac{s_k^\alpha s_h^{1-\alpha}}{(n + g + \delta)} \right]^{\frac{1}{(1-\alpha-\beta)}} \quad (11)$$

O produto de estado estacionário no modelo aumentado de Solow é dado por:

$$y^* = \left[\frac{1}{(n + g + \delta)} \right]^{\frac{\alpha+\beta}{(1-\alpha-\beta)}} * \left[s_k^\alpha s_h^\beta \right]^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}} \quad (12)$$

Ao apontar que ignorar o capital humano poderia levar a conclusões inconsistentes, os autores mostram que o capital humano pode potencialmente alterar o nível de crescimento econômico de uma região.

Para Schultz (1960; 1961), a definição de capital humano é ampla e engloba, a educação formal, a capacitação, a experiência, a própria alimentação, a saúde, a migração, o ambiente familiar, cultural e a sociedade onde se vive um indivíduo. Ou seja, o capital humano refere-se à agregação de valores que um indivíduo pode fazer por si mesmo, de forma a elevar a produtividade e aumentar o retorno do trabalho.

Conforme é defendido por Dias e Dias (1999), a participação do capital humano no crescimento econômico é proveniente tanto da formação de tecnologias mais avançadas, possíveis de desenvolver somente se existir um conhecimento pré-acumulado, como, também, com a existência de mão-de-obra qualificada para trabalhar essas novas tecnologias. Os avanços tecnológicos dos equipamentos e as melhorias dos processos produtivos experimentados, por

exemplo, são possíveis graças aos conhecimentos acumulados ao longo do tempo pelos indivíduos.

Neste contexto, a discussão do modelo teórico aqui apresentada leva a supor que o crescimento econômico seria possível através de uma expansão no nível educacional das pessoas. Tal suposição tem várias implicações na implementação de políticas públicas de forma que, com base nessa teoria, podemos esperar um efeito positivo do estoque de capital humano sobre a taxa de crescimento dos municípios. Assim, as universidades seriam potencializadoras do crescimento de uma cidade ou uma região.

O investimento em educação relaciona-se com o crescimento econômico porque é através de sua intensidade que serão calculados os níveis de produtividade, desenvolvimento tecnológico, instrução e capacitação por parte da população para o mercado de trabalho. Entretanto, vale frisar que ainda falta compreensão de quanto o papel das universidades no processo de desenvolvimento regional e se essas conseguem impactar de forma expressiva os ambientes onde estão inseridas (HUGGINS; JOHNSTON; STEFFENSON, 2008).

Para responder à pergunta deste estudo, usar-se-á a base teórica do modelo de Mankiw, Romer e Weill (1992) no sentido de estimar um exercício empírico de análise de impacto da chegada da UFPE na cidade de Caruaru, buscando entender se este fato foi capaz de mudar a trajetória de crescimento do município. Por fim, vale destacar que o modelo teórico dos autores é de suma importância, uma vez que direciona a modelagem empírica no que se refere a variáveis que devem ser incluídas para avaliar a trajetória de crescimento econômico.

3. METODOLOGIA

Nesta seção indicam-se as bases de dados utilizadas, apresenta-se a delimitação do estudo e descreve-se o método aplicado no presente trabalho. De acordo com o que foi mencionado anteriormente, esse trabalho tem como objetivo avaliar o impacto da interiorização das universidades públicas federais e as políticas de democratização do acesso das mesmas no que diz respeito ao desenvolvimento das economias locais que receberam os novos *campi*. Mais especificamente, busca-se avaliar o impacto da instalação da Universidade Federal Pernambuco (UFPE) na cidade de Caruaru, buscando entender se este fato foi capaz de mudar a trajetória de crescimento do município.

Para alcançar tal objetivo, será utilizado o método de controle sintético. Esse método foi apresentado inicialmente por Abadie e Gardeazabal (2003) e vem sendo aprimorado ao longo

dos anos por outros autores como Abadie, Diamond e Hainmueller (2010; 2011), Ando e Sävje (2013), Firpo e Possebom (2015), Ferman e Pinto (2016), Ferman e Pinto (2017)) e busca solucionar o problema do contrafactual comparando a tendência na região atingida pelo choque ou pela política com a tendência em uma região sintética composta a partir de diversas regiões observadas.

Nesse caso, entende-se que os municípios afetados pela interiorização de universidades públicas federais receberam um tratamento e verifica-se as regiões em duas situações distintas: i) se Caruaru não tivesse recebido a política de interiorização (simulada pelo controle sintético); e, ii) Caruaru tendo recebido a política de interiorização (situação real observada) e em dois momentos diferentes, quais sejam: i) antes da política e ii) depois da política. Neste sentido, a dupla comparação permitiria inferir o impacto da interiorização sobre as economias locais.

Para Meneguín e Freitas (2013, p. 13), diferente do experimento real em que os grupos de tratamento e controle são escolhidos aleatoriamente para impedir viés nas estimativas, os grupos em um experimento natural emergem da forma com que a mudança é efetuada, ou seja, trata-se de um modelo quase-experimental. Para estudarmos as diferenças entre os dois grupos precisamos de dados de antes do evento e de depois do evento para os dois grupos.

De forma mais específica, a amostra é dividida em quatro grupos: (i) o grupo de controle antes da mudança, (ii) o grupo de controle depois da mudança, (iii) o grupo de tratamento antes da mudança e (iv) o grupo de tratamento depois da mudança. As características de ambos os grupos são semelhantes, mas, por estarem separados fisicamente, uns foram beneficiados pelo programa governamental e outros não, assim, o impacto na variável escolhida baseia-se nos dados de ambos os grupos, antes e depois da execução da política pública.

Em relação aos métodos de avaliação de políticas públicas, é válido citar brevemente alguns deles. Como referido acima, a aleatorização (sorteio dos grupos de controle e tratamento) permitiria eliminar o viés ao balancear as características dos participantes e bastaria uma simples diferença de médias para inferir o impacto da política em estudo. Todavia, tal método é pouco aplicado no estudo de políticas públicas uma vez que as ações do governo geralmente não são feitas de forma aleatorizada, já que essa forma de escolha poderia ter elevado custo social e político.

Na impossibilidade de obtenção de dados aleatorizados, os teóricos da inferência causal buscaram alternativas que simulasse esta situação e desenvolveram métodos como o *Propensity Score Matching* (PSM) e método de diferenças em diferenças (DID). O primeiro buscaria um pareamento das observações entre os grupos de controle e tratamento a partir de suas características observáveis e tem como principal pressuposto a ideia de que a escolha para

delinear se uma observação é tratada ou controle foi feita com base em alguma característica observável. Assim, ao usar o pareamento, poderia ser eliminado o viés e novamente seria viável inferir o impacto causado pelo tratamento apenas com a diferença de média entre os grupos.

Já a avaliação de impacto feita com base método de diferenças em diferenças (DID) ou também chamado de “dupla diferença” que estima: (i) Diferença dentro de cada grupo (tratamento e controle) e (ii) Diferença dessas duas médias. Se comparado ao PSM, o método de diferenças em diferenças apresenta algumas vantagens, visto que permite eliminar o viés de características não observáveis que são fixas no tempo, entretanto, ele também requer um pressuposto forte: a suposição de trajetória paralelas pré-tratamento (SIQUEIRA, 2020).

Outra alternativa para avaliar o impacto de políticas públicas seria a combinação de métodos, por exemplo, DID com PSM. Dessa forma, pode-se dizer que o viés de seleção seria eliminado uma vez que o PSM seria capaz de eliminar o viés resultante de características observáveis e o DID seria capaz de eliminar o viés das características não observáveis e fixas no tempo (SIQUEIRA, 2020).

Por fim, pode-se citar também o Método de Controle Sintético (SCM). Neste método, conforme já referido, as observações são separadas entre controle e tratamento (geralmente existe apenas uma unidade tratada) e a partir dos dados das unidades de controle é criado uma unidade sintética que representaria o contrafactual da unidade tratada. Vale destacar ainda que os dados devem ser anteriores e posteriores ao tratamento e que a lógica dessa ferramenta se assemelha a combinação dos métodos de PSM e DID pois ele busca parear a unidade tratada com seu controle sintético nas suas variáveis observáveis, além de buscar uma trajetória paralelas pré-tratamento.

Assim, com base nos métodos mencionados, este estudo propõe estimar o impacto da instalação da UFPE, na cidade de Caruaru, sobre o crescimento econômico do município através do Método de Controle Sintético (SCM). O SCM, permite estimar o efeito médio do tratamento sobre os tratados através do DID.

Utilizando essas metodologias, os três tipos de viés são reduzidos, pois o SCM minimiza os vieses provindos da distribuição de características observáveis e de ausência de suporte comum e o DID reduz o viés de seleção por características não observáveis (BERTRAND *et al.*, 2004; PEIXOTO *et al.*, 2008). Vale ressaltar que o método de controle sintético não necessita de uma grande quantidade de indivíduos tratados, sendo uma atribuição bastante útil para o presente trabalho, já que o mesmo objetiva avaliar apenas uma unidade tratada e não um grupo de tratamento.

Desse modo, a seção seguinte demonstrará de forma mais aprofundada o método utilizado como ferramenta desse estudo e mostrará a estimação do impacto da política de interiorização do Centro Acadêmico do Agreste (CAA) da Universidade Federal Pernambuco (UFPE) sobre o desenvolvimento econômico da cidade de Caruaru no agreste pernambucano.

3.1 Método de Controle Sintético

Segundo a definição em Abadie e Gardeazabal (2003) e Abadie, Diamond e Hainmueller (2010), a unidade de controle sintético é uma média ponderada das unidades de controle disponíveis que melhor aproxima as características, inclusive de tendência, da variável tratada antes do tratamento. Ou seja, o método de controle sintético consiste em estimar o impacto sobre uma determinada variável de um evento (ou intervenção política ou econômica) que ocorre, a nível agregado, em espaços geográficos ou instituições (GOMES, 2016).

Para colocar em prática o método de controle sintético, seleciona-se um grupo de regiões candidatas a controle, cada uma das quais terá um peso na formação de uma região “sintética”, aproximando-se as características da região sintética no período anterior a intervenção da região de tratamento. No período posterior ao início da intervenção, os pesos são usados para formar a trajetória da variável resultado da região sintética a partir dos valores observados dessa variável nas regiões controle, sendo esta correspondente à estimação do que teria ocorrido na região de tratamento caso a intervenção não houvesse acontecido (GOMES, 2016).

A modelagem a seguir foi obtida em Abadie *et al.* (2015). Estabelece-se Y_{it}^N como o resultado que teria sido observado para a região i no tempo t na ausência da intervenção (natural), para as regiões $i = 1, \dots, J + 1$, e períodos $t = 1, \dots, T$. Define-se também T_0 como o número de períodos anteriores a intervenção, com $1 \leq T_0 \leq T$. Y_{it}^1 consiste no resultado observado para a região i no tempo t se a região i é exposta ao tratamento nos períodos $T_0 + 1$ a T . Dessa forma, o modelo de controle sintético é uma maneira formal de identificar:

$$\alpha_{it} = Y_{it}^1 - Y_{it}^N \quad (13)$$

Para estimar o impacto α_{it} , pode-se reescrever a equação (14) na forma de uma função linear onde Y_{it}^1 é uma variável dependente de uma intervenção e do resultado natural que obteria sem intervenção.

$$Y_{it}^1 = Y_{it}^N + \alpha_{it}D_{it} \quad (14)$$

Onde D_{it} é uma variável *dummy* assumindo os valores 1 se a unidade i é exposta à intervenção no tempo t ou 0, caso contrário; e Y_{it}^1 é o resultado observado para a unidade i no tempo t . Ou seja, até a intervenção acontecer (caso aconteça) o valor observado (Y_{it}^1) é exatamente igual ou valor natural (Y_{it}^N), porém a partir da intervenção o valor do resultado observado é dado pela soma do resultado sem intervenção acrescido de α_{it} . Assim, a estimação de α_{it} consiste em estimar Y_{it}^N e em obter a diferença no resultado observado.

Neste sentido, para se obter primeiramente uma estimativa do resultado sem intervenção Y_{it}^N , é preciso construir a unidade de controle sintética, que se dá a partir da determinação de um vetor de pesos W (pesos dos controles potenciais) de forma que $\hat{Y}_{it}^N = \sum_{i=2}^{J+1} w^*_i Y_{it}$, onde Y_{it} com $i=2, \dots, J+1$ é o resultado observado das unidades de controle. Ou seja, define-se um vetor de pesos $W = (w_2, w_3, \dots, w_{J+1})$ para as regiões $i = 2, \dots, J+1$ e supõe-se que a região $i = 1$ sofreu o tratamento. Dessa forma, pode-se estimar o impacto do tratamento como segue:

$$\hat{\alpha}_{it} = Y_{it}^1 - \sum_{i=2}^{J+1} w^*_i Y_{it} \quad (15)$$

Onde Y_{it}^1 é o resultado da unidade tratada, Y_{it} (com $i \neq 1$) são os resultados das unidades de controles potenciais e w^*_i são os pesos dados a cada unidade na construção da unidade sintética. Além disso, é preciso também estimar um pareamento entre unidade tratada e unidade sintética no que se refere as variáveis observadas. Para tanto, é preciso encontrar o vetor de pesos V , que nos dá a importância relativa de cada variável do modelo (pesos das variáveis), o que permite encontrar as unidades no controle que mais se aproximariam da unidade tratada. Assim, seria possível encontrar os pesos ótimos w^*_i de cada unidade de controle sintético e estimar corretamente o impacto dado pela equação (16).

3.2 Base de dados e variáveis

Abaixo segue a descrição das variáveis utilizadas para a construção da base de dados destacando que a variável dependente é o PIB *per capita* do município (2000 - 2016) e que os preditores são: taxa de investimento, capital humano e taxas de crescimento. Essas variáveis foram observadas durante o período de 2000 a 2005. Além disso, observa-se também um conjunto de preditores especiais no período anterior à política (2000 a 2005), estes correspondem ao PIB defasado e à composição setorial do PIB também defasada.

3.2.1 Construção das variáveis

- **Taxa de investimento** – Para construir esta variável foi seguida a estratégia adotada por Abbadie, Diamond e Hainmueller (2010). Conforme descrito por Siqueira (2019), para se construir a taxa de investimento, primeiro calcula-se o capital do município i no tempo t que é dado pelo somatório dos PIBs setoriais (serviços, indústria e agropecuária) ponderados pela participação do capital nesses setores conforme pode ser verificado em Spollador (2018). Assim:

$$K_{it} = \alpha^S Y_{it}^S + \alpha^I Y_{it}^I + \alpha^A Y_{it}^A \quad (16)$$

Em seguida, é necessário calcular a taxa de crescimento do capital que é dada pela relação entre a diferença do capital em t e $t-1$ e o capital em $t-1$, conforme segue:

$$g_K = \frac{K_{it} - K_{i(t-1)}}{K_{i(t-1)}} \quad (17)$$

Assim, a taxa de investimento é definida pela seguinte equação:

$$s_{it} = \frac{(g_K + \delta)K_{it}}{Y_{it}} \quad (18)$$

Adota-se a ideia defendida pelo modelo teórico MRW (1992) que as economias são estudadas em seu estado estacionário e que esse estado é caracterizado pelo não crescimento do estoque de capital, ou seja, $g_K = 0$. Assim, a equação anterior pode ser reescrita como:

$$s_{it} = \frac{\delta K_{it}}{Y_{it}} \quad (19)$$

Onde, δ é a taxa de depreciação constante, α^S , α^I e α^A são, respectivamente, a participação do capital no setor de serviços, participação do capital no setor industrial e a participação do capital no setor agrícola.

- **Capital Humano** – Essa variável foi construída como base nos dados coletados na RAIS, fornecida pelo Ministério da Economia e é composta por pessoas Analfabetas, com Ensino Fundamental, Ensino Médio e Ensino Superior empregadas no mercado de trabalho formal, ou seja, essa variável é constituída por trabalhadores de acordo com seu grau de escolaridade.

- **Taxa de crescimento** - A variável taxa de crescimento foi calculada tendo como base o somatório da taxa de crescimento tecnológico (g), o crescimento populacional do município (n) e a depreciação (d). A depreciação é uma variável fixa definida e encontrada na base de dados fornecida pelo instituto de Geografia e Estatística (IBGE).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise Geral

Essa seção utiliza-se de uma severa análise estatística e tem como objetivo identificar se houve ou não impacto da interiorização do Centro Acadêmico do Agreste (CAA) da Universidade Federal Pernambuco (UFPE) sobre o desenvolvimento econômico da cidade de Caruaru no agreste pernambucano. Em caso afirmativo, busca também analisar de quanto seria a magnitude desse efeito. É válido ressaltar a possibilidade de produzir impactos tanto de longo quanto de curto prazo na região acometida pela interiorização de universidades federais se dá basicamente a partir de dois mecanismos: i) efeito-gasto (curto prazo); e ii) efeito-conhecimento (longo prazo).

Conforme já foi mencionado anteriormente, o presente trabalho utiliza-se do Método de Controle Sintético (SCM) para realizar a estimação desse impacto. Dessa forma, construiu-se um Caruaru sintético através de uma média ponderada dos municípios de controle em potencial, tais municípios apresentam pesos definidos de modo a contribuir para a minimização do erro quadrático médio (MSPE) assegurando um bom ajuste.

Tabela 1 - Pesos das variáveis do modelo

Variáveis	Pesos
Taxa de Trabalhadores Analfabetos	0,03490880
Taxa de Trabalhadores com Ensino Fundamental	0,36568243
Taxa de Trabalhadores com Ensino Médio	0,46901788
Taxa de Trabalhadores com Ensino Superior	0,13039093
Taxa de Investimento	0,03386805
Crescimento populacional, tecnológico e taxa de depreciação	0,10127137
PIB <i>per capita</i> Defasado	2,97358217
PIB <i>per capita</i> Agrícola	0,03089392
PIB <i>per capita</i> Industrial	0,35212535
PIB <i>per capita</i> Serviços	2,06916600

Fonte: Elaboração própria

A Tabela 1 acima apresenta de forma quantitativa o nível de importância relativa ocupada por cada variável no modelo através dos pesos das mesmas, sendo as taxas de trabalhadores com Ensino Médio e Ensino Fundamental com os pesos mais significativos no grupo das variáveis da educação, correspondendo respectivamente a 0,46901788 e 0,36568243. Vale ressaltar que o peso das variáveis é usado para melhor definir quais municípios são mais adequados na construção do controle sintético de Caruaru. Essas variáveis e seus pesos entram no algoritmo de minimização do MSPE para definir os pesos dos municípios que serão vistos na tabela abaixo.

Na Tabela 2 são apresentados os pesos dos municípios do grupo de controle que construíram Caruaru sintético, são eles: Bezerros, Cupira, Ipojuca, Olinda, Recife, Salgueiro e Toritama, sendo Toritama e Recife os municípios com maiores pesos para construir Caruaru Sintético. Note que a amostra de controles potenciais contou com 147 municípios, dos quais 140 tiveram pesos nulos. Assim, pode-se dizer que foi possível construir um contrafactual para o município de Caruaru a partir da combinação das características dos sete municípios com pesos não nulos. Ou seja, a trajetória estimada de Caruaru se ele não tivesse recebido o CAA pôde ser obtida a partir de Caruaru Sintético, que por sua vez foi construído a partir das características dos municípios com pesos diferentes de zero.

Tabela 2 - Peso dos municípios na formação da Caruaru sintético

Municípios	Pesos
Bezerros	0,114
Cupira	0,200
Ipojuca	0,004
Olinda	0,007
Recife	0,257
Salgueiro	0,047
Toritama	0,372
Demais municípios (140 municípios)	0,000

Fonte: Elaboração própria

Para mostrar a adequação do contrafactual aqui utilizado (Caruaru Sintético), a tabela 3 abaixo apresenta o balanceamento entre Caruaru e seu Sintético no período pré-tratamento (antes da chegada do CAA) para as variáveis do modelo (inspiradas no modelo teórico de MRW (1992) apresentado nas seções anteriores e no trabalho de Abaddie *et. al.* (2003)). Além disso, a tabela 3 mostra também uma comparação do balanceamento com os valores obtidos por uma média simples com os 147 municípios da amostra.

Neste sentido, é possível perceber, a partir dos dados da tabela 3 que, de modo geral, Caruaru Sintético reproduz de forma muito aproximada os valores reais de Caruaru antes da implantação do Centro Acadêmico do Agreste (CAA), visto que os valores estimados se igualam com os reais em alguns casos (taxas de investimento e crescimento) e apresentam diferenças que podem ser consideradas pequenas em outros. Vale salientar que em geral a estimativa descrita através do modelo se aproxima mais do valor real do que da média encontrada na amostra, mostrando assim que o uso da média ponderada é mais adequado para o bom balanceamento do contrafactual do que o uso de todas as observações disponíveis.

Tabela 3 - Valores médios das variáveis em Caruaru e Caruaru sintético e Média Amostral

Variáveis	Caruaru	Caruaru Sintética	Média Amostral
Taxa de Trabalhadores Analfabetos	0,0350	0,0700	0,1300
Taxa de Trabalhadores com Ensino Fundamental	0,3660	0,4140	0,2980
Taxa de Trabalhadores com Ensino Médio	0,4690	0,3840	0,4340
Taxa de Trabalhadores com Ensino Superior	0,1300	0,1310	0,1380
Taxa de Investimento	0,0340	0,0340	0,0370
Taxas de Crescimento	0,1010	0,1010	0,0940
PIB <i>per capita</i> Defasado	2,9740	3,0090	1,9620
PIB <i>per capita</i> Agrícola	0,0310	0,0330	0,2220
PIB <i>per capita</i> Industrial	0,3520	0,3790	0,3830
PIB <i>per capita</i> Serviços	2,0690	2,0330	1,2470

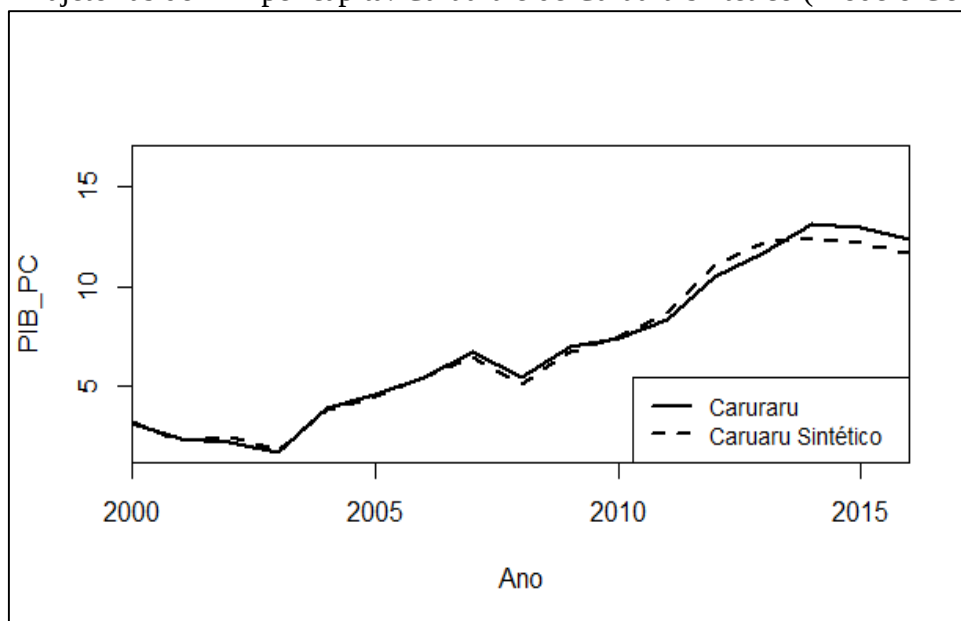
Fonte: Elaboração própria

A Figura 1 abaixo mostra as trajetórias do PIB *per capita* em Caruaru e de Caruaru sintético. Combinando essa trajetória com os dados da tabela 3, é possível notar que Caruaru sintético fornece uma boa representação de Caruaru tanto em características quanto em trajetória no período pré-tratamento (2000 - 2005). Tal fato permite dizer que o contrafactual aqui utilizado apresenta tanto a um bom balanceamento em características observáveis quanto a trajetórias paralelas com a unidade tratada no período pré-tratamento.

Assim, pode-se dizer que o viés da estimativa de impacto está sendo bem controlado ao combinar, a partir do Método de Controle Sintético, características de modelos de Pareamento e de Diferenças em Diferenças. Outra informação que vale destaque é o MSPE do modelo estimado, conforme mencionado anteriormente essa medida indicar o ajuste do modelo. No caso dos resultados aqui apresentados o MSPE estimado foi de 0,012433, mostrando um baixo erro de medição entre os valores do PIB *per capita* de Caruaru e os estimados a partir de seu Sintético no período pré-tratamento.

Ainda em relação a Figura 1, é possível perceber que a partir de 2006 verifica-se um pequeno afastamento das trajetórias real e estimada do PIB *per capita*, mas que não alcança uma distância grande o suficiente para que se possa garantir a existência de um efeito. Ou seja, apesar de inicialmente parecer que as trajetórias poderiam se afastar a partir do ano da implantação do CAA em Caruaru (2006), esse resultado não se verificou ao longo do tempo de modo que a priori o CAA não parece ter causado impacto significativo no PIB *per capita* do município de Caruaru.

Figura 1 - Trajetórias do PIB per capita: Caruaru e de Caruaru sintético (Modelo Geral)



Fonte: Elaboração própria.

A tabela 4 abaixo apresenta a distância entre as curvas, ou seja, as estimativas do impacto do CAA sobre a economia de Caruaru no período de 2006-2016 (*gap* do PIB *per capita* de Caruaru e Caruaru Sintético). Os dados mostram que houve um ligeiro aumento do PIB *per capita* em Caruaru no período em que o CAA/UFPE se instalou e que esse aumento perdura até o ano 2009. Entretanto, em seguida esse valor passa a ser negativo até 2013, passando a ser novamente positivo de 2014 a 2016. Como pode ser visto os valores estimados apresentam instabilidade em relação ao sinal e a magnitude, como já observado na figura 1, e por tanto sugerem a ausência de efeito significativo do tratamento sobre a trajetória do PIB *per capita* do município aqui analisado.

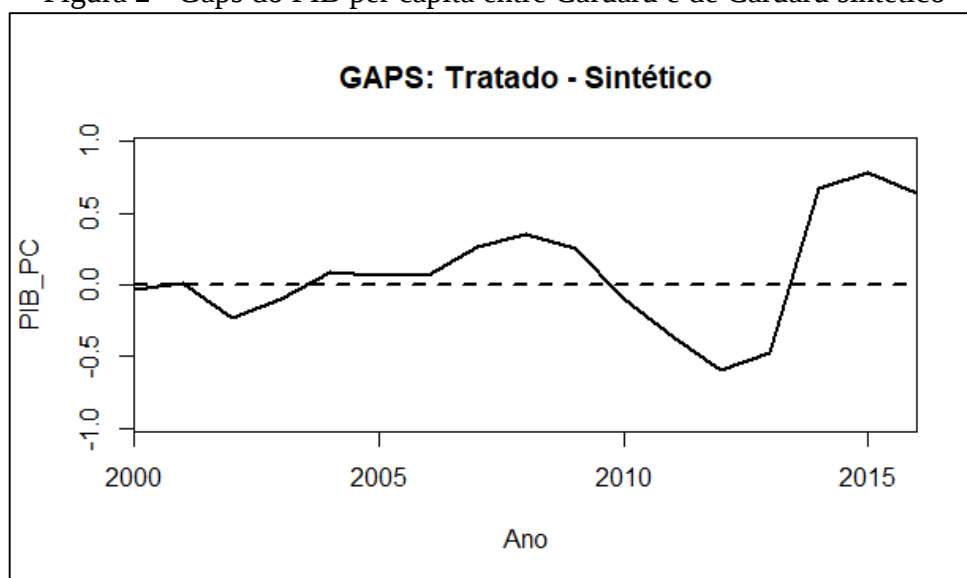
Tabela 4 - Estimativas do impacto da CAA sobre o PIB per capita de Caruaru (Modelo Geral)

Anos	Gap (1.000 R\$)
2006	0,066678885
2007	0,263154807
2008	0,348280329
2009	0,249439441
2010	-0,104637616
2011	-0,369766156
2012	-0,598737131
2013	-0,475958821
2014	0,669744808
2015	0,786478232
2016	0,635637259

Fonte: Elaboração própria

A figura 2 abaixo ilustra os *gaps* do PIB *per capita* de Caruaru e de Caruaru Sintético. Os resultados ilustrados mostram visualmente como os efeitos estimados são discretos, estando todos num intervalo bem restrito. Como pode ser visto na tabela 4 e na figura 2 os efeitos nunca chegam sequer ao patamar de R\$ 800,00 reais *per capita*. Todavia, o mais importante é que a figura 2 ilustra a instabilidade do efeito encontrado e por tanto ilustra a possibilidade de ausência de efeito do CAA sobre PIB *per capita* de Caruaru.

Figura 2 - Gaps do PIB per capita entre Caruaru e de Caruaru sintético



Fonte: elaboração própria

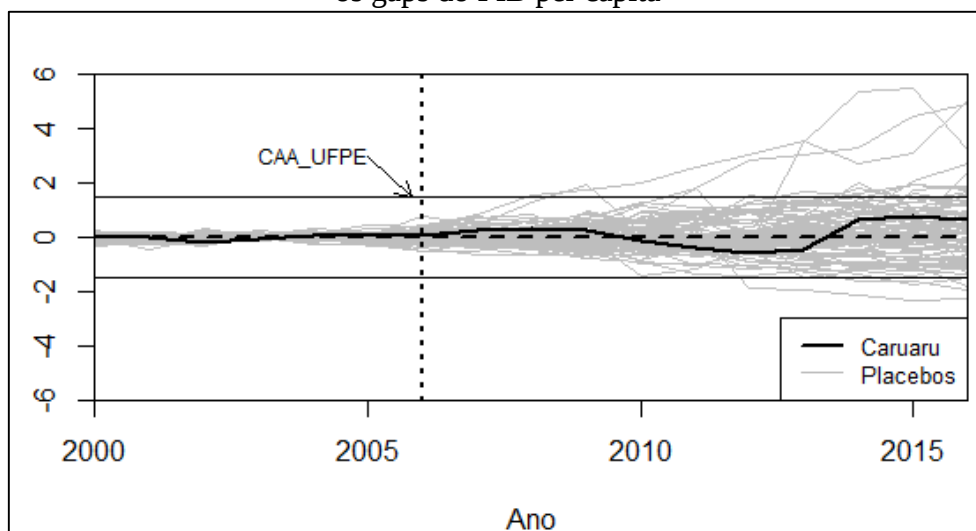
Para finalizar esta primeira análise, é feito o teste de placebo para os 147 municípios da amostra, toda via, os resultados aqui apresentados seguem a sugestão de Abbadie *et. al.* (2011) no sentido de considerar apenas os resultados que apresentam bom ajuste pré-tratamento. Em

investigação recente Ferman e. Pinto (2021) mostram que a recomendação de Abbadie *et. at.* (2011) está correta e que este procedimento minimiza o viés da análise. Assim, para cada município da amostra que teve um Sintético com MSPE não superior a 5 vezes o valor de Caruaru Sintético (antes do tratamento) foi calculado o *gap* supondo que aquele município havia recebido o tratamento.

Neste sentido, a suposição de tratamento para aqueles municípios que não receberam de fato o CAA constitui um placebo e todos os placebos em conjunto mostram uma espécie de intervalos de confiança não paramétrico para avaliar se as estimativas dos *gaps* estimadas para Caruaru estão fora ou dentro desse intervalo e confirmar ou refutar a presença de impacto. A partir desse teste de placebos, pode-se perceber que os resultados de Caruaru estão dentro da variação dos resultados dos placebos, ratificando a inexistência de efeito da chegada do CAA sobre a trajetória do PIB *per capita* da cidade.

Desse modo, pode-se conjecturar que o fato não haver efeitos significativamente grandes para se garantir o impacto do CAA pode estar associado a diversos fatores, tais como: o abandono precoce de alunos ingressantes nos cursos (o que leva a não inserção de indivíduos qualificado na instituição no mercado de trabalho local), a falta de fiscalização de recursos destinados a implementação do *campi* na região, a escala econômica e produtiva do município, a importância relativa do setor de educação na economia local, o multiplicador do setor de educação e ao curto período analisado por exemplo. Tais fatores e outros mais que se possa conjecturar podem ser alvos de estudos futuros que esclareçam os por menores dos resultados aqui reportados.

Figura 3 – Teste Placebo com Municípios de Pernambuco (amostra de 147 municípios) para os gaps do PIB *per capita*



Fonte: Elaboração própria.

4.2 Análise Alternativa

De forma a analisar garantir a robustez dos resultados aqui apresentados foi feita uma segunda análise usando apenas os municípios efetivamente doadores como potenciais controles. Assim, busca-se confirmar os resultados apresentados acima restringindo as possibilidades de combinação para a estimação de Caruaru Sintético. Dessa Forma, foi realizado com a nova amostra outra estimação de Caruaru Sintético, tendo, neste caso, um erro médio quadrático (MSPE) igual a 0.0153173. Esse modelo pode ser considera um modelo bem ajustado visto que apresenta um MSPE relativamente pequeno.

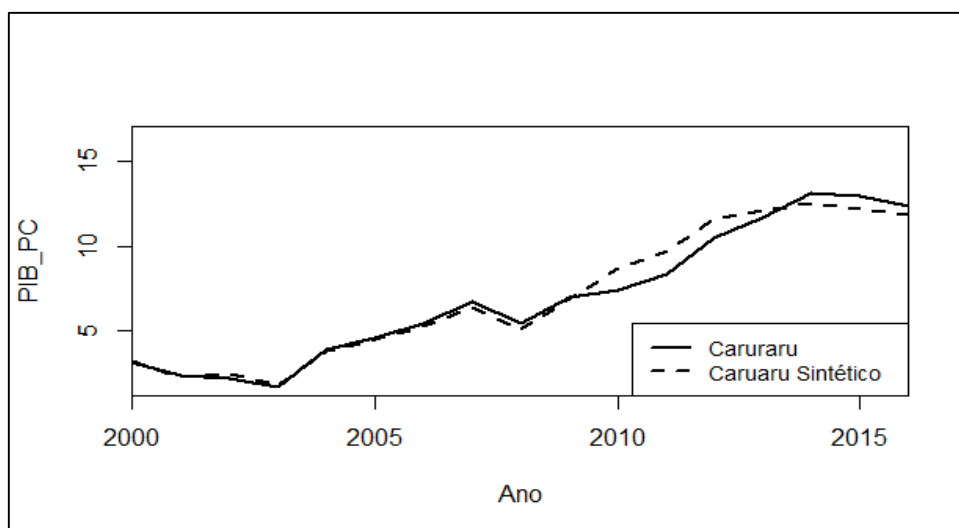
Tabela 5 - Valores médios das variáveis em Caruaru e Caruaru sintético de 2000 a 2016

Variáveis	Caruaru	Caruaru Sintética	Média Amostral
Taxa de Trabalhadores Analfabetos	0,0350	0,0710	0,0860
Taxa de Trabalhadores com Ensino Fundamental	0,3660	0,3660	0,3680
Taxa de Trabalhadores com Ensino Médio	0,4690	0,4180	0,4140
Taxa de Trabalhadores com Ensino Superior	0,1300	0,1450	0,1320
Taxa de Investimento	0,0340	0,0340	0,0390
Taxas de Crescimento	0,1010	0,1010	0,0980
PIB <i>per capita</i> Defasado	2,9740	2,9860	4,2900
PIB <i>per capita</i> Agrícola	0,0310	0,0440	0,0690
PIB <i>per capita</i> Industrial	0,3520	0,3770	0,8470
PIB <i>per capita</i> Serviços	2,0690	2,0140	3,7680

Fonte: Elaboração própria

A tabela 5 acima demonstra os valores médios das variáveis utilizadas para estimação do modelo considerando os municípios doadores. Como pode ser visto a construção de um contrafactual baseado na média ponderada dos municípios apresenta melhores resultados do que a média simples, mesmo quando se considera apenas os municípios que efetivamente contribuíram para a construção da unidade Sintética. Estes resultados estão alinhados com os resultados apresentados na seção anterior.

Figura 4 - Trajetórias do PIB per capita: Caruaru x Caruaru sintético (Modelo restrito)



Fonte: Elaboração própria

A figura 4 ilustra a trajetória comparada do PIB *per capita* de Caruaru e seu Sintético, e conforme pode ser visto no modelo aqui estimado os resultados são bastante semelhantes aos encontrados no modelo mais geral. Assim, as evidências aqui apresentadas mostram mais uma vez a inexistência de impacto da chegada do CAA no município. Note que igualmente ao modelo geral, Caruaru Sintético tem bom pareamento das variáveis explicativas e trajetória paralelas na variável de interesse no período pré-tratamento, o que confirma que a estimativa da unidade sintética fornece um bom contrafactual para os valores efetivamente observados.

Na tabela 6 as estimativas do *gap* entre o PIB *per capita* de Caruaru e Caruaru Sintético seguem o mesmo padrão das apresentadas na tabela 4 (modelo geral). Ou seja, é possível notar uma instabilidade do sinal do efeito ao longo do tempo. Nos primeiros quatro anos após a chegada do CAA o efeito estimado é positivo, seguindo mais quatro anos de efeitos estimados negativos e finalizando com três anos de efeitos estimados positivos novamente.

Tabela 6 - Estimativas do impacto do CAA sobre o PIB per capita de Caruaru (Modelo restrito)

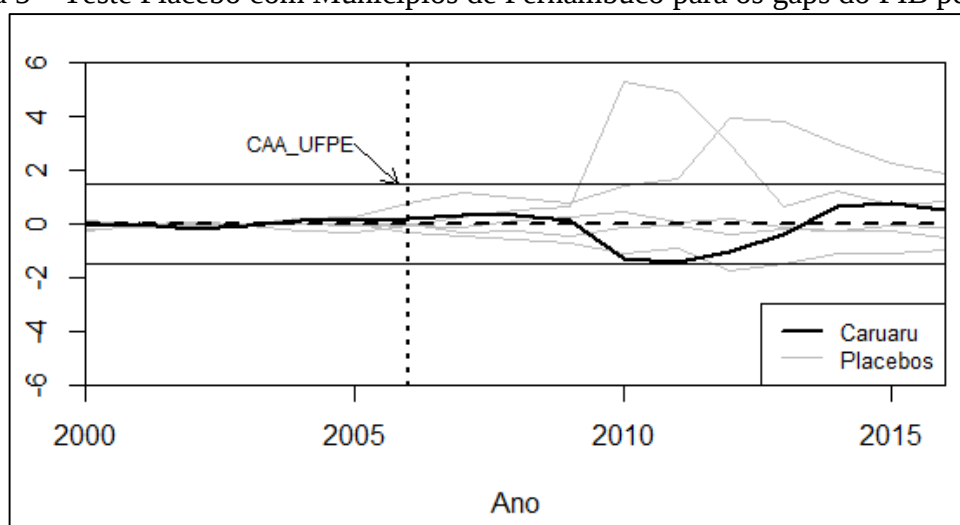
Anos	Gap (1.000 R\$)
2006	0,1705691
2007	0,3102471
2008	0,3061916
2009	0,1447551
2010	-1,3002817
2011	-1,4286019
2012	-1,0631882
2013	-0,3653258
2014	0,6114893
2015	0,7641785
2016	0,5239398

Fonte: Elaboração própria

Apesar das estimativas mostrarem muita semelhança entre os dois modelos descritos no decorrer do trabalho, o que propiciando confiança nos resultados obtidos, é importante finalizar esta última análise com o teste de placebo e mostrar que o efeito encontrado para Caruaru de fato não se diferencia significativamente do obtido em outras cidades que não receberam a interiorização e concluir, por tanto, pela inexistência de impacto da chegada do CAA ao município (ABADIE e GARDEAZABAL, 2003; ABADIE *et al.*, 2011).

Neste sentido, a figura 5 descreve “intervalo de confiança” para os resultados obtidos através da estimação pelo SCM para a amostra dos municípios doadores e ilustra os *gaps* aferidos em cada uma das estimações. No que se refere aos anos anteriores a implantação do CAA pode-se dizer que há um bom ajuste em todos os modelos apresentados.

Figura 5 – Teste Placebo com Municípios de Pernambuco para os gaps do PIB per capita



Fonte: Elaboração própria

Já em relação aos resultados encontrados pelos placebos, a partir de 2006 pode-se perceber que mesmo quando se constrói o teste apenas com doadores os *gaps* do PIB *per capita* de Caruaru em relação ao seu Sintético não são grandes o suficiente para superar o que “intervalos de confiança dos placebos”. Assim, como por definição o efeito placebo não é um efeito causal, não se pode confirmar a existência de impacto do CAA sobre o PIB *per capita* do município de Caruaru. Por fim, vale referir que ambos os modelos mostram esta mesma evidência, o que torna os resultados aqui apresentados mais plausíveis.

5. CONCLUSÃO

Este estudo proporcionou um panorama da política de expansão do ensino superior no Brasil, mostrando que a primeira década dos anos 2000 foi marcada pela ampliação da oferta de vagas nesta modalidade ensino. Tal ampliação foi inicialmente marcada pela expansão das instituições privadas de ensino, mas posteriormente foi associada a programas e políticas públicas que visavam fomentar a ampliação e interiorização do ensino superior público, e em particular, das universidades federais.

Este trabalho também mostra o papel central do REUNI no processo de interiorização das universidades federais destacando que através deste programa foram criadas novas universidades federais no interior do Brasil, como é o caso do CAA no município de Caruaru no ano de 2006. Além disso, através do trabalho aqui desenvolvido, foi possível avaliar a política de interiorização das universidades federais a partir do estudo de caso da cidade de Caruaru. Em particular, este trabalho esteve focou em estimar o impacto da chegada do CAA/UFPE sobre o PIB *per capita* da cidade de Caruaru, entendendo que existem dois mecanismos principais que levariam implementação da política de interiorização da UFPE na cidade a afetar a trajetória de crescimento do município: efeito gasto (curto prazo) e efeito conhecimento (longo prazo).

Para que fosse possível estimar a influência da implementação do Centro Acadêmico do Agreste – CAA da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE sobre o resultado econômico do município de Caruaru, este estudo tomou como principais bases teóricas o trabalho de Abadie e Gardeazabal (2003) e o modelo de crescimento com capital humano de Mankiw *et. al.* (1992). Além disso, por se tratar de um estudo de caso, o método de análise empregado foi o Método de Controle Sintético, pois, como referido anteriormente, permite trabalhar com casos em que existe apenas um beneficiário de uma política pública sem que seja preciso abrir mão do rigor metodológico necessário para as inferências causais. Tal método permitiu construir um

contrafactual para o município de Caruaru (Caruaru Sintético) possibilitando simular a situação hipotética da cidade não receber a política de interiorização.

Os resultados aqui apresentados mostraram a boa adequação do método de controle sintético para a estimação do efeito causal em casos em que apenas uma unidade observada recebe um tratamento, seja esse tratamento uma política pública ou um evento suficientemente importante para impactar algum resultado de interesse. Além disso, os resultados mostram também que o método de controle sintético foi capaz de conciliar de forma muito precisa as propriedades desejáveis de outros métodos de inferência causal, como por exemplo o pareamento de tratado e controle pré-tratamento e também a suposição de trajetórias paralelas. Em particular, os resultados mostram que a trajetória pré-tratamento da unidade tratada e da unidade de controle sintético são minimamente diferentes, ou seja, que é garantida uma condição de trajetória comum, algo mais forte que a condição de trajetórias paralelas.

Do Ponto de vista dos resultados da política de interiorização sobre a economia, foi possível perceber que a chegada de uma universidade federal em Caruaru não causou uma mudança significativa no dinamismo econômico da cidade de forma a mudar a trajetória de crescimento do seu PIB *per capita*. Neste contexto, vale destacar apesar deste trabalho não encontrar efeito da implementação de uma universidade sobre o resultado econômico da cidade beneficiada no caso de Caruaru não se pode generalizar tais resultados para toda a política de expansão/interiorização das universidades federais, cabendo aqui algumas ressalvas.

Em Primeiro lugar, o método de controle sintético é um método de inferência causal competente em relação a validade interna, mas que não têm grande validade externa, ou seja, permite inferir corretamente o resultado da política no contexto específico em que ela foi implementada, mas não garante que o resultado seria o mesmo em contextos diferentes. Em segundo lugar, os resultados aqui observados dão conta de um espaço temporal pós-tratamento ainda pequeno (2006 a 2016) e ainda menor se considerarmos que a primeira turma do CAA só se formou no mínimo quatro anos após sua implementação da política (2010).

A partir das ressalvas acima postas, é possível supor que o volume de recursos destinados a implementação do *campi*, a escala econômica e produtiva do município (tamanho da economia e dinamismo econômico), a importância relativa do setor de educação na economia local e o multiplicador do setor de educação podem ter papel relevante para entender por que a implementação da política não teve um efeito suficientemente grande para deslocar a trajetória de crescimento do PIB *per capita* do município. Além disso, é plausível supor que os resultados aqui encontrados estão capturando apenas um dos canais de transmissão da política de

interiorização das universidades sobre a trajetória de crescimento do PIB *per capita* dos municípios beneficiados, o canal de curto prazo (efeito gasto).

Assim, é necessário que outros estudos sejam feitos para investigar quais fatores específicos da cidade de Caruaru estariam mais relacionados aos resultados encontrados, bem como estudos que possam acompanhar os resultados econômicos de Caruaru (pós-tratamento) por mais tempo e capturar o efeito conhecimento (longo prazo) e de fato entender se a implementação do CAA teve ou não efeito sobre a trajetória de crescimento do PIB *per capita* da cidade. Além disso, é preciso destacar que a chegada do CAA pode ter impactado outros indicadores econômicos (desemprego, qualidade do emprego e etc.) que não foram alvo de investigação deste trabalho, abrindo mais um leque de trabalhos futuros que possa contribuir com a discussão aqui apresentada.

Assim, é possível afirmar que este trabalho contribui com a discussão sobre impacto da interiorização das universidades federais mostrando um caminho metodológico para a análise dos resultados da política de interiorização das universidades federais nas realidades específicas dos estudos de caso. Além de mostrar que o gasto público empregado nesta política pode não ser suficiente para mudar o dinamismo econômico das cidades beneficiadas por ela, principalmente em economias com outras atividades bem consolidadas como Caruaru e setor têxtil.

Por fim, quando se associa as evidências aqui apresentadas com as evidências de outros trabalhos (PASTOR *et. al.*, 2013; LUNVALL *et. al.*, 2011) pode concluir que o efeito gasto tende a ser mais significativo em economias pequenas e que nas economias médias e grandes não tem tanta repercussão (volume relativo de recursos). Além disso, este estudo também sugere que o efeito conhecimento ainda não é suficientemente detectável, reforçando a necessidade de acompanhamento da política no longo prazo, além de reforçar a necessidade de um olhar para outras variáveis de resultado que a política de interiorização das universidades pode afetar.

REFERÊNCIAS

ABADIE, A.; GARDEAZABAL, J., **The Economic Costs of Conflict: A Case Study of the Basque Country**, American Economic Review, 2003, 93 (1), 113–132.

BARBOSA, M. P.; PETTERINI, F. C.; FERREIRA, R. T. Avaliação do impacto da política de expansão das universidades federais sobre as economias municipais. In: XLIII Encontro Nacional de Economia – ANPEC. **Anais...** 2016.

CALDARELLI, Carlos E.; CAMARA, Marcia R. G.; PERDIGÃO, Claudia. INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO: O CASO DAS UNIVERSIDADES ESTADUAIS PARANAENSES. **Planejamento e Políticas Públicas**. n. 44. jan./jun. 2015. Disponível em: <
http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/4144/1/PPP_n44_Instituicoes.pdf>. Acesso em: 11 maio 2021.

COELHO, S. S.; VASCONCELOS, M. C. C. **A CRIAÇÃO DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR NO BRASIL: O DESAFIO TARDIO NA AMÉRICA LATINA**. IX Colóquio Internacional sobre Gestão Universitária na América do Sul. p. 1-13. Florianópolis. 25 a 27 nov. 2009. Disponível em: <
<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/37012/A%20cria%C3%A7%C3%A3o%20das%20institu%C3%A7%C3%B5es%20de%20ensino%20superior%20no%20Brasil%20O%20desafio%20tardio%20na%20Am%C3%A9rica%20Latina.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 01 maio 2021.

ELLERY, Roberto; NASCIMENTO, Antônio; SACHSIDA, Adolfo. CONTROLE SINTÉTICO COMO FERRAMENTA PARA AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS. **Políticas Públicas: avaliando mais de meio trilhão de reais em gastos públicos**. Cap. 2. P. 375-397. Disponível em: <
https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/181009_politicas_publicas_no_brasil_cap12.pdf>. Acesso em: 11 maio 2021.

Ferman, B.; Pinto, C., **Synthetic Controls with Imperfect Pre-Treatment Fit**, Disponível em: <https://qeconomics.org/ojs/forth/1596/1596-3.pdf>, Acesso em: 20/11/2021.

GOMES, E. S. **CONTROLE SINTÉTICO: UMA APLICAÇÃO NO ESTUDO CONTRFACTUAL DO MERCOSUL**. TCC (Bacharel em Economia) – UFRGS. Porto Alegre. 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>. Acesso em: 11 maio 2021.

MANKIW, N. Gregory; ROMER, David; WEIL, David N. Uma contribuição para os empíricos do crescimento econômico. **Revista trimestral de economia**, v. 107, n. 2. 1992.

Ministério da Educação – MEC. **Análise sobre a Expansão das Universidades Federais 2003 a 2012**. Brasília, 2012. Disponível em: <

http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=12386-analise-expansao-universidade-federais-2003-2012-pdf&Itemid=30192 >. Acesso em: 01 maio 2021.

Ministério da Educação – MEC. **Expansão da educação superior e profissional e tecnológica: mais formação e oportunidades para os brasileiros.** 2011.

NIQUITO, Thais W.; RIBEIRO, Felipe G.; PORTUGAL, Marcelo S. IMPACTO DA CRIAÇÃO DAS NOVAS UNIVERSIDADES FEDERAIS SOBRE AS ECONOMIAS LOCAIS. **Planejamento e Políticas Públicas.** n. 51. jul./dez. 2018. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9898/1/ppp_n51_Impacto.pdf>. Acesso em: 11 maio 2021.

PAOLINI, Rafael. **Análise do Modelo de Solow e Aplicações Macroeconômicas.** TCC (Bacharel em Economia) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2015.

SIQUEIRA, Kleyton. **Impacto econômico da interiorização da UFRPE na cidade de Serra Talhada.** 2019.

SOUZA, Nali de Jesus. **MODELOS NEOCLÁSSICOS DE CRESCIMENTO ECONÔMICO. Desenvolvimento Econômico.** 5a ed. São Paulo: Atlas, 2005.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO. **Sobre o CAA.** 2017. Disponível em: <<https://www.ufpe.br/caa/sobre-o-caa>>. Acesso em: 01 maio 2021.

VINHAIS, H. E. F. **Estudo sobre o impacto da expansão das universidades federais.** 2013. 234f. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade de São Paulo, 2013.

APÊNDICE:

Dados e rotinas usadas na estimação dos resultados

Por uma questão de transparência e replicabilidade dos resultados esta seção disponibiliza os dados e as rotinas utilizadas no trabalho²³.

```
# Limpando a memoria
```

```
rm(list=ls(all=T))
```

```
# Abrindo o pacote de funções do controle sint?tico
```

```
#install.packages("Synth")
```

```
library("Synth")
```

```
#Abrindo os dados e nomeando como "dados"
```

```
dados<-readRDS("SCM_CAA.rds")
```

```
#Preparando os dados
```

```
dataprep.out<-
```

```
dataprep(
```

```
  foo = dados,
```

```
  predictors = c("hanalfabeto", "hfundamental", "hmedio", "hsuperior", "s_EE", "ngd"),
```

```
  predictors.op = "mean",
```

```
  time.predictors.prior = 2000:2005,
```

```
  special.predictors = list( list("pibdefla_pc", 2000:2005, "mean"),
```

```
                             list("agrodefla_pc", 2000:2005, "mean"),
```

```
                             list("inddefla_pc", 2000:2005, "mean"),
```

```
                             list("servdefla_pc", 2000:2005, "mean")),
```

```
  dependent = "pibdefla_pc",
```

```
  unit.variable = "Id2",
```

```
  unit.names.variable = "id",
```

```
  time.variable = "ano",
```

```
  treatment.identifier = 41,
```

```
  controls.identifier = c(2:11,13:40,42:57,59:72,74:131,134:154),
```

```
  time.optimize.ssr = 2000:2005,
```

```
  time.plot = 2000:2016
```

```
)
```

```
#Rodar o controle Sintético
```

```
synth.out <- synth(data.prep.obj = dataprep.out,
```

```
  method = "BFGS")
```

```
#Retornar os valores das explicativas pré-tratamento do tratado
```

```
dataprep.out$X1
```

²Dados: <https://drive.google.com/file/d/173incVOXxINuuXNiq0eNS-ifph0gCzwi/view?usp=sharing>

³ Dados: https://drive.google.com/file/d/1CUE4KQ-6SimtheKmq_CrgBjv1F8rsc-h/view?usp=sharing

```

#Criando objeto para exporta
media_exp_pre<-dataprep.out$X1

#Retornar os valores da Dependente Pré-tratamento do tratado
dataprep.out$Z1

#criando objeto para exporta
pib_pc_pre<-dataprep.out$Z1

#Criando os GAPS
gaps<-dataprep.out$Y1plot-(dataprep.out$Y0plot%*%synth.out$solution.w)

#vizualizando os gaps
gaps

#criando o gráfico dos gaps
gaps.plot(synth.res = synth.out,
          dataprep.res =dataprep.out,
          Ylab = "PIB_PC",
          Xlab = "Ano",
          Main = c("GAPS: Tratado - Sint?tico"),
          Z.plot = FALSE
)
#gerando as tabelas de balabceamento e pesos
synth.tables <- synth.tab(dataprep.res = dataprep.out, synth.res = synth.out)

#visualizando o balanceamento
synth.tables$tab.pred

#criando objeto para exporta
balace_pre<-synth.tables$tab.pred

#vizualizando os pesos
synth.tables$tab.w

#criando objeto para exportar
pesos<-synth.tables$tab.w

#craindo o gráfico das trajetórias
path.plot(synth.res = synth.out,
          dataprep.res = dataprep.out,
          Ylab = "PIB_PC",
          Xlab = "Ano",
          Legend = c("Caruraru", "Caruaru Sint?tico"),
          Legend.position = "bottomright"
)

#exportando os resultados para Excel

```

```

write.table(pesos, "pesos_CAA.xls", sep="\t")
write.table(balace_pre, "balance_pre_CAA.xls", sep="\t")
write.table(gaps, "GAPS_CAA.xls", sep="\t")
write.table(pib_pc_pre, "PIB_PC_CAA.xls", sep="\t")
write.table(media_exp_pre, "media_exp_pre_CAA.xls", sep="\t")

#Teste de Placebo

#Criando uma matriz com tamanho de linhas igual ao intervalo de
# anos de 2000:2016 e com 157 colunas. As linha também foram preenchidas com NA.
store <- matrix(NA,length(2000:2016),157)

#Renomeando as Colunas. Criando uma única coluna para cada valor
# da variável id no banco "dados".
colnames(store) <- unique(dados$id)

# Rodando o teste de placebo

#identificando o grupo de controles que gera o melhor modelo
id2<-c(2:11,13:40,42:57,59:72,74:131,134:154) #controles melhor modelo

#identificando o grupo de placebos e incluindo o tratado
id<-c(2:5,7:11,14,16:25,27:29,31,34:36,39,40:43,
      45:47,49,50,52,53,55:57,61:68,70,72,74,77,
      79,82:89,91,93,94,96,97,100:107,109:112,115,
      117:119,121:123,126:128,134:136,138,139,141:143,145,151,152,154)

#Automatizando por loop a estimação dos resultados para cada
#um dos municípios em id e salvando os resultados em store.
for (i in id)
{
  dataprep.out <-
  dataprep(foo = dados,
    predictors = c("hanalfabeto", "hfundamental", "hmedio", "hsuperior", "s_EE","ngd") ,
    predictors.op = "mean" ,
    time.predictors.prior = 2000:2005 ,
    special.predictors = list( list("pibdefla_pc", 2000:2005, "mean"),
                              list("agrodefla_pc", 2000:2005, "mean"),
                              list("inddefla_pc", 2000:2005, "mean"),
                              list("servdefla_pc", 2000:2005, "mean")),
    dependent = "pibdefla_pc",
    unit.variable = "Id2",
    unit.names.variable = "id",
    time.variable = "ano",
    treatment.identifier = i,
    controls.identifier = id2[which(id2!=i)],
    time.optimize.ssr = 2000:2005,
    time.plot = 2000:2016
  )
}

```

```

synth.out <- synth(
  data.prep.obj = dataprep.out,
  method = "BFGS"
)

store[,i] <- dataprep.out$Y1plot - (dataprep.out$Y0plot %*% synth.out$solution.w)
}

store[,i]

# Nova figura
#definindo store como novo banco de dados
data <- store

#Renomeando as linhas no novo conjunto de dados
rownames(data) <- 2000:2016

#saveRDS(data,"SCM_CAA_Placebo.rds") Salvando o banco dos placebos

#Abrindo o banco de dados do Placebo (para não precisar rodar sempre)
data<-readRDS("SCM_CAA_Placebo.rds")

# Definindo os limites nos dados de GAP
gap.start <- 1
gap.end <- nrow(data)
Anos <- 2000:2016
gap.end.pre <- which(rownames(data)== "2005")

# MSPE Pré-Tratamento
pre.mspe <- apply(data[ gap.start:gap.end.pre,]^2,2,mean)
caruaru.mspe <- as.numeric(pre.mspe[41])

# Excluindo controles com ajuste ruim
data <- data[,pre.mspe<5*caruaru.mspe]
Cex.set <- .75

# Plotando o gráfico que vai mostrar os GAPS
plot(Anos,data[gap.start:gap.end,which(colnames(data)== "260410")],
  ylim=c(-6,6),xlab="Ano",
  xlim=c(2000,2016),ylab="Teste de Permuta??o-Gap PIC_PC",
  type="l",lwd=2,col="black",
  xaxs="i",yaxs="i")

# Adicionando linhas para os controles
for (i in 1:ncol(data)) { lines(Anos,data[gap.start:gap.end,i],col="gray") }

## Adicionando linha para o tratado
lines(Anos,data[gap.start:gap.end,which(colnames(data)== "260410")],
  lwd=2,col="black")

```

```

# Adicionando algumas configurações ao gráfico
abline(v=2006,lty="dotted",lwd=2)
abline(h=0,lty="dashed",lwd=2)
legend("bottomright",legend=c("Caruaru","Placebos"),
      lty=c(1,1),col=c("black","gray"),lwd=c(2,1),cex=.8)
arrows(2005,3,2005.8,1.5,col="black",length=.1)
text(2004.0,3,"CAA_UFPE",cex=Cex.set)
abline(v=2000)
abline(v=2016)
abline(h=-1.5)
abline(h=1.5)

#####
###

#Modelo doadores

dataprep.out<-
dataprep(
  foo = dados,
  predictors = c("hanalfabeto", "hfundamental", "hmedio", "hsuperior", "s_EE","ngd"),
  predictors.op = "mean",
  time.predictors.prior = 2000:2005,
  special.predictors = list( list("pibdefla_pc", 2000:2005, "mean"),
                             list("agrodefla_pc", 2000:2005, "mean"),
                             list("inddefla_pc", 2000:2005, "mean"),
                             list("servdefla_pc", 2000:2005, "mean")),
  dependent = "pibdefla_pc",
  unit.variable = "Id2",
  unit.names.variable = "id",
  time.variable = "ano",
  treatment.identifier = 41,
  controls.identifier = c(13,48,66,92,110,116,146),
  time.optimize.ssr = 2000:2005,
  time.plot = 2000:2016
)

#Rodar o controle Sintético
synth.out <- synth(data.prep.obj = dataprep.out,
  method = "BFGS")

#Retornar os valores das explicativas pré-tratamento do tratado

dataprep.out$X1

#criando objeto para exportar
media_exp_pre<-dataprep.out$X1

```

```

#Retornar os valores da Dependente Pré-tratamento do tratado

dataprep.out$Z1

#criando objeto para exportar
pib_pc_pre<-dataprep.out$Z1

#Criando os GAPS
gaps<-dataprep.out$Y1plot-(dataprep.out$Y0plot%*%synth.out$solution.w)

#Vizualizando os gaps
gaps

#gerando o gráfico dos gaps
gaps.plot(synth.res = synth.out,
          dataprep.res =dataprep.out,
          Ylab = "PIB_PC",
          Xlab = "Ano",
          Main = c("GAPS: Tratado - Sint?tico"),
          Z.plot = FALSE
)

#gerando as tabelas de balabceamento e pesos
synth.tables <- synth.tab(dataprep.res = dataprep.out, synth.res = synth.out)

#vizualizando o balanceamento
synth.tables$tab.pred

#criando objeto para exportar
balace_pre<-synth.tables$tab.pred

#vizualizando os pesos
synth.tables$tab.w

#criando objeto para exportar
pesos<-synth.tables$tab.w

#criando o gráfico das trajetórias
path.plot(synth.res = synth.out,
          dataprep.res = dataprep.out,
          Ylab = "PIB_PC",
          Xlab = "Ano",
          Legend = c("Caruraru","Caruaru Sint?tico"),
          Legend.position = "bottomright"
)

#exportando os resultados para Excel

write.table(pesos, "pesos_CAA.xls", sep="\t")
write.table(balace_pre, "balance_pre_CAA.xls", sep="\t")

```

```

write.table(gaps, "GAPS_CAA.xls", sep="\t")
write.table(pib_pc_pre, "PIB_PC_CAA.xls", sep="\t")
write.table(media_exp_pre, "media_exp_pre_CAA.xls", sep="\t")

#Placebos

#craindo uma matriz
store_doadores <- matrix(NA,length(2000:2016),157)

#renomeando as colunas
colnames(store_doadores) <- unique(dados$id)

# Rodando o teste de placebo

id<-c(13,41,48,66,92,110,116,146) #tratado e placebos
id2<-c(13,48,66,92,110,116,146) #controles doadores

#automatizando o modelo
for (i in id)
{
  dataprep.out<-
  dataprep(
    foo = dados,
    predictors = c("hanalfabeto", "hfundamental", "hmedio", "hsuperior", "s_EE","ngd"),
    predictors.op = "mean",
    time.predictors.prior = 2000:2005,
    special.predictors = list( list("pibdefla_pc", 2000:2005, "mean"),
                               list("agrodefla_pc", 2000:2005, "mean"),
                               list("inddefla_pc", 2000:2005, "mean"),
                               list("servdefla_pc", 2000:2005, "mean")),
    dependent = "pibdefla_pc",
    unit.variable = "Id2",
    unit.names.variable = "id",
    time.variable = "ano",
    treatment.identifier = i,
    controls.identifier = id2[which(id2!=i)],
    time.optimize.ssr = 2000:2005,
    time.plot = 2000:2016
  )

  synth.out <- synth(
    data.prep.obj = dataprep.out,
    method = "BFGS"
  )

  store_doadores[,i] <- dataprep.out$Y1plot - (dataprep.out$Y0plot %*%
  synth.out$solution.w)
}

store_doadores[,i]

```

```

# Novo conjunto de dados
data_doadores <- store_doadores
rownames(data_doadores) <- 2000:2016

#data_doadores<-readRDS("SCM_CAA_Placebo_doadores.rds")

# Definindo os limites nos dados de GAP
gap.start <- 1
gap.end <- nrow(data_doadores)
Anos <- 2000:2016
gap.end.pre <- which(rownames(data_doadores)=="2005")

# MSPE Pré-Tratamento
pre.mspe <- apply(data_doadores[, gap.start:gap.end.pre,]^2,2,mean)
caruaru.mspe <- as.numeric(pre.mspe[41])

# Excluindo controles com ajuste ruim
data_doadores <- data_doadores[,pre.mspe<5*caruaru.mspe]
Cex.set <- .75

# Plotando o gráfico que vai mostrar os GAPS
plot(Anos,data_doadores[gap.start:gap.end,which(colnames(data_doadores)=="260410")],
     ylim=c(-6,6),xlab="Ano",
     xlim=c(2000,2016),ylab="Teste de Permuta??o-Gap PIC_PC",
     type="l",lwd=2,col="black",
     xaxs="i",yaxs="i")

# Adicionando linhas para os controles
for (i in 1:ncol(data_doadores)) { lines(Anos,data_doadores[gap.start:gap.end,i],col="gray") }

## Adicionando linha para o tratado
lines(Anos,data_doadores[gap.start:gap.end,which(colnames(data_doadores)=="260410")],
     lwd=2,col="black")

# Adicionando algumas configurações ao gráfico
abline(v=2006,lty="dotted",lwd=2)
abline(h=0,lty="dashed",lwd=2)
legend("bottomright",legend=c("Caruaru", "Placebos"),
     lty=c(1,1),col=c("black", "gray"),lwd=c(2,1),cex=.8)
arrows(2005,3,2005.8,1.5,col="black",length=.1)
text(2004.0,3,"CAA_UFPE",cex=Cex.set)
abline(v=2000)
abline(v=2016)
abline(h=-1.5)
abline(h=1.5)

```