

# IMPACTOS DA SUSPENSÃO DA VACINAÇÃO CONTRA FEBRE AFTOSA EM SANTA CATARINA SOBRE AS EXPORTAÇÕES DE CARNE SUÍNA DO ESTADO

ENABER 2019

## Área 06: Globalização e competitividade regional

Luís Alberto Campos Schmidt <sup>1</sup>  
Marcelo José Braga <sup>2</sup>

### Resumo

A febre aftosa é uma doença altamente contagiosa que acomete animais biungulados e provavelmente a mais importante do mundo em termos de impactos econômicos. A sua presença leva a restrições de participação nos mercados internacionais e as despesas públicas e privadas com o controle sanitário são elevadas. Este trabalho investiga os efeitos econômicos do reconhecimento internacional de Santa Catarina como livre da febre aftosa sem vacinação. Foram utilizados os modelos de avaliação de impacto controle sintético e diferenças em diferenças. O estudo analisa se as exportações de carne suína *in natura* de Santa Catarina melhoraram após a suspensão. Os resultados sugerem que não houve impactos significativos tanto na quantidade exportada quanto nos preços de exportação. Esse resultado indica que o *status* adquirido por Santa Catarina é condição necessária, mas não suficiente para se acessar mercados exigentes ou se obter melhores preços.

**Palavras chave:** Febre aftosa; impacto econômico; sanidade animal; economia agrícola; suinocultura.

**Códigos JEL:** F14, Q17, Q18.

### Abstract

Foot-and-mouth disease (FMD) is a highly contagious animal pathology that affects cloven-hoofed animals and probably the most serious livestock disease in the world in terms of economic impact. Its presence imposes severe international trade restrictions and expenses with animal health can be very high, both for public and private institutions. This paper investigates the effects of the international recognition of Santa Catarina as FMD free region not practising vaccination on fresh swine meat. Impact Evaluation techniques such as synthetic control and differences in differences were used. Results suggest that no significant effects occurred due to the recognition, both on prices or quantity exported. Results suggest that such a recognition is a necessary, but not sufficient condition for the region to obtain better prices or access more demanding markets.

**Keywords:** Foot-and-mouth disease; economic impact; animal health economics; agricultural economics; swine breeding.

**JEL Codes:** F14, Q17, Q18.

---

<sup>1</sup>Estudante de mestrado do Programa de Pós Graduação em Economia Aplicada (PPGEA/UFV). E-mail: luis.schmidt@ufv.br. O autor reconhece e agradece o apoio financeiro do *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (CNPq).

<sup>2</sup>Diretor do Instituto de Políticas Públicas e Desenvolvimento Social (IPPDS). Professor do Programa de Pós Graduação em Economia Aplicada (PPGEA/UFV). E-mail: mjbraga@ufv.br.

## 1 Introdução

A febre aftosa é uma doença altamente contagiosa e que acomete animais biungulados, ou seja, animais que possuem casco com duas unhas, como ruminantes domesticados e suínos, além de mais de 70 espécies selvagens (ALEXANDERSEN et al., 2003). É caracterizada por sua baixa mortalidade e elevada morbidade (MORAES; BRISOLA; GONÇALVES, 2017). A doença da febre aftosa é provavelmente a patologia animal mais importante do mundo em termos de impacto econômico. O alcance da doença vai além da redução da produção causada pela morbidade e mortalidade da febre aftosa, mas também está relacionado aos esforços e gastos dos serviços veterinários exigidos pela ocorrência da doença e a restrições ao comércio doméstico e internacional de animais vivos e de seus produtos derivados (JAMES; RUSHTON, 2002).

A patologia foi erradicada em diversos países desenvolvidos, mas ainda é endêmica na maior parte do mundo, sendo que os países com endemia da febre aftosa somam três quartos da população global (KNIGHT-JONES; RUSHTON, 2013). Apesar de a doença acometer todos os animais biungulados, James e Rushton (2002) argumenta que os efeitos da febre aftosa são, em geral, mais pronunciados nos sistemas produtivos de gado bovino e suíno, e que o impacto em rebanhos ovinos e caprinos tende a ser baixo. Além disso, sistemas de produção intensiva são usualmente mais afetados, tanto com impactos imediatos na produção quanto com efeitos prolongados causados pelo abate precoce dos animais infectados (JAMES; RUSHTON, 2002). Ainda, suínos são animais com dificuldades de serem imunizados contra a febre aftosa (OLEKSIEWICZ; DONALDSON; ALEXANDERSEN, 2001) e que apresentam capacidade de multiplicar o vírus rapidamente, e seus produtos derivados apresentam riscos potenciais de introdução da doença em países imunes (FAREZ; MORLEY, 1997).

A presença da febre aftosa leva a uma divisão do mercado internacional em países livres e países endêmicos (EKBOIR et al., 2002). Conforme descrito em Kahn et al. (2002), uma estratégia bem estabelecida para o combate à doença é a vacinação de animais suscetíveis. Entre os livres da ocorrência da doença, a Organização Mundial da Saúde Animal (OIE, 2019) classifica os países nas categorias “com vacinação” e “sem vacinação”, de forma que o país livre sem vacinação adquire um *status* superior. De acordo com Roh et al. (2006), a maioria das estimativas disponíveis sobre os impactos econômicos da febre aftosa se concentrou na ocorrência de surtos e utilizou metodologias como matrizes insumo-produto, modelos de equilíbrio geral, análises de custo-benefício e análise de volatilidades. Alguns trabalhos internacionais se dedicaram a avaliar empiricamente os impactos da não ocorrência da doença, ou seja, os benefícios econômicos da sua erradicação.

Apesar da vasta literatura acerca dos prejuízos causados pela ocorrência de surtos, os efeitos econômicos associados à conquista de novos patamares de sanidade animal não são claros. O estudo de tais efeitos é importante, pois os países que enfrentam a febre aftosa sob caráter endêmico são também os países menos desenvolvidos, em geral. O controle sanitário exige investimentos elevados e de longo prazo de recursos públicos e privados. Por isso, para possibilitar alocações mais eficientes de recursos, é preciso entender como a melhoria no controle sanitário e o reconhecimento de instituições internacionais impactam as economias. Por isso, o objetivo deste trabalho é estimar os impactos econômicos atribuídos à erradicação da febre aftosa no Brasil. Mais especificamente, o presente estudo avalia as exportações de carne suína de Santa Catarina antes e após a aquisição do *status* de estado livre sem vacinação contra febre aftosa. Adicionalmente, esta pesquisa também contribui metodologicamente para a literatura ao aplicar as metodologias de controle sintético e de diferenças em diferenças à economia da saúde animal no Brasil.

Este artigo foi organizado em seis seções, sendo a primeira constituída por esta introdução. A seção 2 traz uma breve descrição da evolução da doença no Brasil desde a sua descoberta até os dias atuais, além de fazer um panorama da suinocultura nacional e global. A seção 3 é dedicada à apresentação da base de dados e à apresentação da metodologia adotada. A seção 4 apresenta e discute os resultados do modelo. Por último, na seção 5 estão as conclusões e comentários finais deste artigo.

## 2 A relação do Brasil com a febre aftosa o seu papel no mercado de carne suína

De acordo com dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), o Brasil é responsável pela exportação de 20% de toda a carne bovina exportada pelo mundo, configurando-se como o maior exportador mundial desta *commodity*. Em relação à produção deste tipo de carne, o Brasil ocupa a segunda colocação no ranking mundial com 16,0% do total produzido, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, que produz 20,0%. Ainda segundo o USDA, o Brasil é o quarto maior exportador de carne suína, com quase 10% das exportações, tendo à sua frente União Europeia, Estados Unidos e Canadá. O país também ocupa a quarta posição no ranking de produtores mundiais, com cerca de 3,5% do total, atrás da China, União Europeia e Estados Unidos (USDA, 2019).

Em relação à carne bovina, os principais países importadores (Estados Unidos e China) também figuram entre os principais produtores. Situação semelhante acontece com a carne suína, mercado no qual a China é o maior país produtor e também o maior importador. Além destes, Europa e outros países desenvolvidos também apresentam áreas concentradas de produção animal intensiva. Por isso, estes países têm a necessidade de proteger seus territórios da doença, o que pode ser feito por meio de barreiras não tarifárias, como a imposição de fortes restrições no comércio entre os países livres e os países com focos da doença. De fato, além da perda de animais, de eficiência produtiva e de diversidade genética, a ocorrência de surtos de febre aftosa pode resultar em severos prejuízos financeiros devido à interrupção do comércio regional e internacional (PEGA et al., 2015).

No Brasil, conforme relatado em Lyra e Silva (2004), o primeiro registro da doença ocorreu no ano de 1895. Contudo, o início da luta do país contra a febre aftosa teve seu início na década de 1960, na qual foram registrados 2.748 municípios afetados (focos). Nos anos 70, a implementação de um sistema de informação mais apurado revelou um número mais elevado de focos do que na década anterior, 66.114. Já nos anos 80, as melhorias ocorridos nos anos anteriores permitiram a redução dos focos da doença para 25.248 e a caracterização dos ecossistemas e dos sistemas de produção como fatores determinantes para a sua ocorrência. Na década de 90, além da contínua redução dos focos em todo o país, que caíram para 7.550, o Brasil implementou em 1992 uma política de erradicação baseada na regionalização das ações e na meta de se tornar um país livre da doença: o Programa Nacional de Erradicação da Febre Aftosa (PNEFA) (LYRA; SILVA, 2004).

Em relação ao *status* internacional conferido aos países pela OIE, a Tabela 1 detalha o caminho percorrido pelo Brasil desde o reconhecimento de sua primeira zona livre até a erradicação da doença. Após os esforços despendidos durante quase 50 anos, o Brasil conquistou o reconhecimento da sua primeira zona livre de febre aftosa com vacinação em 1998, constituída pelos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. O processo de ampliação da zona livre ocorreu paulatinamente e sofreu com reintroduções pontuais do vírus da febre aftosa no território nacional em 2000, 2001 no Rio Grande do Sul e em 2005 no Mato Grosso do Sul e no Paraná (BRASIL, 2008). As reintroduções da febre aftosa nesses anos, apesar de terem ocorrido em apenas três estados, causaram a suspensão de diversos outros estados, especialmente no surto de 2005. Ainda assim, passados 20 anos do primeiro reconhecimento recebido pela OIE, o Brasil alcançou em maio de 2018 o status de país livre da febre aftosa com vacinação, sendo o Estado de Santa Catarina o único a gozar da condição de zona livre sem vacinação (BRASIL, 2018). De acordo com o Plano Estratégico PNEFA 2017-2026, os objetivos do Programa Nacional de Erradicação e Prevenção da Febre Aftosa para os próximos incluem tornar o país livre de febre aftosa sem vacinação com reconhecimento internacional (BRASIL, 2017).

Tabela 1: Evolução das zonas livres de Febre Aftosa no Brasil

Ano	Tipo da notificação	Estados envolvidos
1998	Reconhecimento de zona livre com vacinação	RS e SC
2000	Reconhecimento de zona livre com vacinação	PR e DF, parte de GO, MT, MG e SP
2000	Suspensão de zona livre com vacinação	RS e SC
2001	Reconhecimento de zona livre com vacinação	BA, ES, MS, RJ, SE, TO e parte de GO, MT, MG e SP

Continua...

Tabela 1 – Continuação.

Ano	Tipo da notificação	Estados envolvidos
2002	Restituição de zona livre com vacinação	RS e SC
2003	Reconhecimento de zona livre com vacinação	RO
2005	Reconhecimento de zona livre com vacinação	AC e parte de AM
2005	Suspensão de zona livre com vacinação	MS, PR, BA, DF, ES, GO, MT, MG, RJ, SP, SE e TO
2007	Reconhecimento de zona livre com vacinação	PA
2007	Reconhecimento de zona livre sem vacinação	SC
2008	Restituição de zona livre com vacinação	Restituição completa das áreas suspensas
2014	Reconhecimento de zona livre com vacinação	AL, CE, MA, PB, PE, PI, RN e parte do PA
2018	Reconhecimento de zona livre com vacinação	AP, RO, AM, PA

Fonte: BRASIL, 2018.

A literatura econômica sobre a febre aftosa é em grande parte dedicada a avaliar as consequências da sua ocorrência sobre variáveis econômicas, como turismo, volatilidade de preços e exportação. Assim, é possível encontrar diversos artigos avaliando o potencial de perda econômica causado pela doença. Otuki, Weydmann e Seabra (2009) investigam a presença de volatilidade dos preços pagos ao produtor da carne suína após o aparecimento da enfermidade em 2005. Por meio de um modelo GARCH, o artigo avalia a evolução do retorno dos preços aos produtores em Chapecó, Santa Catarina e no Brasil. Os resultados do modelo indicam que os focos de aftosa ocorridos no Brasil tiveram impacto no aumento da volatilidade dos preços recebidos pelos produtores da carne suína tanto na série de preços nacional (Brasil) como nos retornos dos preços dos produtores de Chapecó (OTUKI; WEYDMANN; SEABRA, 2009).

Também com relação ao surto de 2005, Faria e Burnquist (2006) avaliam os impactos da febre aftosa no setor de abate de animais por meio de um modelo de Equilíbrio Geral Computável. O choque aplicado no modelo é o de uma redução nas exportações de carne bovina devido aos embargos feitos pelos 52 países após o surgimento da febre aftosa no estado do Mato Grosso do Sul e no Paraná. Os resultados são apresentados com um fechamento de curto prazo (estoque de capital fixo) e de longo prazo para o modelo. No curto prazo, o efeito avaliado foi de redução de 5% nas exportações, o que levou a uma queda de 0,306% na produção do setor de abate de animais e uma queda de 0,749% no emprego setorial. No longo prazo, após choque de mesma magnitude nas exportações, a queda na produção e no emprego do setor foram de 0,388% e 0,384%, respectivamente (FARIA; BURNQUIST et al., 2006). Garcia (2015) faz uma análise qualitativa dos impactos imediatos do reaparecimento da febre aftosa em 2005 nas exportações de carne bovina *in natura* do Brasil e dos estados do Mato Grosso do Sul e do Paraná. O estudo observou que o surto de 2005 não impediu o aumento das exportações brasileiras, mas levou à queda nas exportações dos dois estados diretamente afetados pela doença (GARCIA et al., 2015).

Em contrapartida, apesar de ajudar a evitar os surtos da doença, a vacinação contra a febre aftosa também pode implicar perdas econômicas para a indústria. Além dos custos de manejo sanitário, contratação de veterinários e compra das vacinas, o procedimento pode causar reações granulomatosas e abscessos vacinais e acarretar em prejuízos financeiros para o pecuarista e para o frigorífico, além de resultar em porções cárneas descartadas e impróprias para o consumo. George et al. (1995) realizou uma estimativa das perdas por lesões vacinais nos Estados Unidos e examinou os cortes traseiros de 19.002 carcaças de bovinos. Foi identificada a incidência de 9,74% de lesões e a perda média após a toaleta das carcaças foi de 0,211 kg por animal. No Brasil, alguns estudos encontraram resultados semelhantes. Filho et al. (2006) realizaram coletas de 2.662 bovinos em um frigorífico apto a exportação em Goiás e observaram uma média de 0,231 kg de porções excisadas em decorrência dos abscessos. Assis et al. (2011) realizaram o mesmo estudo com 13.000 carcaças bovinas em um abatedouro apto a exportação da região de Barretos (SP). Os resultados indicaram para uma média de 0,220 kg de músculo descartado pelo frigorífico após a toaleta das carcaças. A perda por abscessos pode ser ainda mais acentuada em situações onde há aplicação de forma inadequada ou ocorrência de

reações granulomatosas exacerbadas às vacinas, situações nas quais a perda média por animal pode chegar a 2,0 kg (LEAL et al., 2014).

### 3 Metodologia

Para estimar as variações das exportações de Santa Catarina que podem ser atribuídas à mudança de *status* sanitário, este trabalho utilizará os modelos de avaliação de impacto de controle sintético e de diferença em diferenças. Antes de apresentar a estratégia empírica, a base de dados será detalhada.

#### 3.1 Base de dados

Para avaliar os impactos nas exportações catarinenses de carne suína *in natura*, foram utilizados dados da Pesquisa Trimestral do Abate de Animais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), estatísticas de comércio exterior do portal Comex Stat do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) e uma série dos preços médios do quilograma do suíno vivo pago aos produtores. No IBGE, foram selecionados os dados de quantidade total de suínos abatidos sob o Sistema de Inspeção Federal (SIF), segundo as Unidades da Federação (UF), de 2000 a 2016. Foram coletados dados dos principais estados produtores sob o SIF no período, quais sejam: Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Paraná, Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso, Goiás e Mato Grosso do Sul, respectivamente. Do portal Comex Stat, foram obtidos o valor FOB, em dólares (US\$), das exportações de carne suína *in natura* e a quantidade exportada em quilogramas por UF de origem e para os países e blocos econômicos de destino. Para a composição da cesta analisada, foram consideradas as nove classes de produtos descritas na Tabela 2. A variável de preço das exportações foi criada a partir destas estatísticas e é apresentada em dólares por quilograma (US\$/kg). A série de preços foi composta a partir de dados obtidos na Associação Catarinense de Criadores de Suínos (ACCS), Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná (SEAB), Associação de Criadores de Suínos do Rio Grande do Sul (ARCSURS). Os preços são em reais pago ao produtor pelo quilograma do suíno vivo. Para os demais Estados, os dados de preço foram gentilmente cedidos pela consultoria Agroceres PIC. A partir dos dados descritos, foi criado um painel mensal por UF para o período de janeiro de 2000 a dezembro de 2016.

Tabela 2: Códigos da Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM)

Código	Descrição
02031100	Carcças e meias-carcças, frescas ou refrigeradas
02031200	Pernas, pás e respectivos pedaços, não desossados, frescas ou refrigeradas
02031900	Outras carnes de suínos, frescas ou refrigeradas
02032100	Carcças e meias-carcças, congeladas
02032200	Pernas, pás e respectivos pedaços, não desossados, congeladas
02032900	Outras carnes de suínos, congeladas
02063000	Miudezas comestíveis de animais da espécie suína, frescas ou refrigeradas
02064100	Fígados da espécie suína, congeladas
02064900	Outras miudezas da espécie suína, congeladas

Fonte: Comex Stat.

As estatísticas descritivas das variáveis selecionadas são apresentadas na Tabela 3 para o período anterior e posterior à mudança de status de Santa Catarina. Foram calculadas a média, a mediana e o desvio padrão de cada variável para cada UF da base de dados. A região Sul se destaca tanto como a maior produtora de suínos quanto como a maior exportadora de carne *in natura* derivada deste animal.

De fato, de acordo com dados do IBGE referentes a 2018, os três Estados do Sul foram responsáveis por 76% do total abates de suínos fiscalizados pelo SIF. A parcela restante destes abates foi realizada pelos estados de Minas Gerais, Mato Grosso e São Paulo. Os dados de abate SIF no Mato Grosso do Sul e Goiás, assim como em estados de menor relevância produtiva, foram omitidos pelo IBGE, pois possui am menos de 3 informantes. A distribuição se mantém para os dados de abates totais (Inspeção Federal, Estadual e Municipal): 66% na região e 32% em Minas Gerais, Mato Grosso, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Goiás. O mesmo acontece com as exportações de carne suína *in natura*, de tal sorte que os três estados do extremo sul do país poderiam ser agrupados em um *cluster* e os 5 estados restantes, em outro.

Tabela 3: Estatísticas descritivas das variáveis nos períodos anterior e posterior à mudança de *status* sanitário.

	Antes de mai/2007			Depois de mai/2007		
	Média	Mediana	DP	Média	Mediana	DP
Paraná						
Quantidade de suínos abatidos	277.375	287.654	43.577	490.294	513.254	99.260
Quantidade exportada em kg	4.107.088	3.208.074	2.677.242	4.464.495	4.073.206	1.658.482
Preço em reais do kg do suíno vivo	1,55	1,43	0,46	2,61	2,54	0,64
Preço em dólares do kg da carne suína exportada	1,46	1,42	0,31	2,32	2,35	0,36
Santa Catarina						
Quantidade de suínos abatidos	567.942	567.824	51.585	713.466	696.060	66.711
Quantidade exportada em kg	15.708.507	17.175.336	6.455.937	15.099.323	14.257.688	3.867.261
Preço em reais do kg do suíno vivo	1,53	1,45	0,41	2,40	2,31	0,51
Preço em dólares do kg da carne suína exportada	1,41	1,36	0,29	2,43	2,47	0,45
Rio Grande do Sul						
Quantidade de suínos abatidos	387.632	377.271	70.769	572.840	577.221	44.581
Quantidade exportada em kg	9.861.844	8.613.953	7.283.898	16.123.391	15.334.383	5.052.953
Preço em reais do kg do suíno vivo	1,55	1,50	0,41	2,41	2,30	0,50
Preço em dólares do kg da carne suína exportada	1,59	1,49	0,41	2,56	2,52	0,42
Minas Gerais						
Quantidade de suínos abatidos	146.451	152.301	24.581	284.496	290.085	47.245
Quantidade exportada em kg	1.825.269	1.430.604	1.635.566	2.726.459	2.442.806	1.321.771
Preço em reais do kg do suíno vivo	1,92	1,79	0,52	3,27	3,18	0,72
Preço em dólares do kg da carne suína exportada	1,50	1,43	0,42	2,42	2,33	0,69
São Paulo						
Quantidade de suínos abatidos	91.347	90.609	18.709	130.149	126.221	18.363
Quantidade exportada em kg	199.441	90.323	287.484	176.035	109.709	249.250
Preço em reais do kg do suíno vivo	1,94	1,82	0,53	3,24	3,18	0,75
Preço em dólares do kg da carne suína exportada	1,70	1,28	2,77	2,31	2,36	0,92
Mato Grosso do Sul						
Quantidade de suínos abatidos	17.698	0	28.625	27.368	0	35.708
Quantidade exportada em kg	1.682.538	954.700	1.515.074	1.170.496	1.082.029	527.192
Preço em reais do kg do suíno vivo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Preço em dólares do kg da carne suína exportada	1,36	1,34	0,26	2,32	2,32	0,52
Mato Grosso						
Quantidade de suínos abatidos	27.470	22.676	26.339	133.287	150.458	52.386
Quantidade exportada em kg	305.373	23.734	704.235	1.568.861	1.080.954	1.324.110
Preço em reais do kg do suíno vivo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Preço em dólares do kg da carne suína exportada	0,90	1,06	0,84	2,23	2,13	0,50
Goiás						
Quantidade de suínos abatidos	54.137	77.348	39.791	28.141	0	57.465
Quantidade exportada em kg	1.353.678	1.428.840	961.346	4.123.188	3.922.110	1.573.288
Preço em reais do kg do suíno vivo	1,87	1,76	0,52	3,28	3,17	0,73
Preço em dólares do kg da carne suína exportada	1,24	1,42	0,67	2,54	2,48	0,60

Fonte: Elaboração dos autores com base nos dados da pesquisa.

Comparando as estatísticas entre os estados do Sul para o período anterior ao evento, isto é, de janeiro de 2000 a abril de 2007, a superioridade de Santa Catarina em relação aos dois vizinhos é notável. A média de animais abatidos e da quantidade de carne exportada por SC é quase o dobro da média de Paraná e Rio Grande do Sul. No segundo período, de maio de 2007 a dezembro de 2016, a relação de Santa Catarina e Paraná permanecem semelhantes, mesmo com o avanço pujante da produção paranaense. O estado do RS, no entanto, traçou trajetória única na região: além do elevado crescimento do abate fiscalizado pelo SIF, a quantidade de carne suína gaúcha exportada cresceu e ultrapassou ligeiramente as exportações catarinenses, na média.

Para explorar as semelhanças e diferenças entre os três estados da região sul, optou-se por abrir as exportações por destino. A Tabela 4 mostra a quantidade de carne suína exportada por cada UF, nos períodos anterior e posterior a maio de 2007, e os dez principais compradores de cada uma. Os dez destinos representam cerca de 80% das exportações de cada estado. A participação dos países compradores diminuiu significativamente de um período para o outro, se avaliamos as origens Santa Catarina e Paraná. De fato, a partir do cálculo do grau de concentração de Herfindahl-Hirschman, foi encontrado, para o primeiro período, os valores de 2.238 e 2.187 em Santa Catarina e Paraná, respectivamente. Os índices destes estados passaram para 928 e 945, respectivamente, no segundo período, sugerindo que os destinos foram bastante diversificados. Já em relação ao Rio Grande do Sul, os índices encontrados foram 2.517 e 2.335. Diferente da maior dinamização das economias dos outros estados, Rio Grande do Sul manteve suas exportações com elevado grau de concentração.

Tabela 4: Exportações por destino e participação do país sobre o total exportado.

	Período anterior		Período posterior		
	Quantidade	% do total	Quantidade	% do total	
<b>Santa Catarina</b>					
Rússia	9.197.970	47%	Rússia	3.855.044	21%
Ucrânia	3.026.340	15%	Ucrânia	2.613.437	14%
Hong Kong	1.334.131	7%	Hong Kong	1.857.256	10%
Argentina	923.430	5%	China	1.160.511	6%
Moldávia	785.458	4%	Cingapura	1.084.377	6%
Cingapura	734.085	4%	Angola	927.363	5%
África do Sul	365.527	2%	Venezuela	878.594	5%
Venezuela	238.637	1%	Argentina	819.599	4%
Holanda	213.652	1%	Chile	592.315	3%
Uruguai	202.163	1%	Uruguai	476.363	3%
<b>Rio Grande do Sul</b>					
Rússia	28.636.915	54%	Rússia	10.184.952	45%
Ucrânia	5.988.926	11%	Ucrânia	2.236.624	10%
Venezuela	4.476.798	8%	Hong Kong	1.904.001	8%
Hong Kong	4.283.572	8%	China	1.494.034	7%
China	3.406.059	6%	Venezuela	1.105.685	5%
Cingapura	2.036.740	4%	Cingapura	721.506	3%
Argentina	1.662.302	3%	Angola	547.065	2%
Angola	1.030.420	2%	Argentina	546.361	2%
Uruguai	905.868	2%	Uruguai	343.046	2%
Geórgia	673.501	1%	Geórgia	337.864	2%

Continua...

Tabela 4 – Continuação.

	Período anterior		Período posterior		
	Quantidade	% do total	Quantidade	% do total	
Paraná					
Rússia	3.004.695	48%	Hong Kong	1.525.787	22%
Hong Kong	944.635	15%	Rússia	1.028.491	15%
Ucrânia	214.403	3%	Uruguai	558.158	8%
Uruguai	188.215	3%	Ucrânia	508.074	7%
Cingapura	184.392	3%	Venezuela	366.153	5%
China	179.084	3%	Cingapura	282.629	4%
Lituânia	144.285	2%	Argentina	260.817	4%
Holanda	134.798	2%	Angola	143.210	2%
Omã	124.975	2%	Cazaquistão	140.237	2%
Albânia	110.806	2%	Azerbaijão	117.985	2%

Fonte: Elaboração dos autores com base nos dados da pesquisa.

### 3.2 Estratégia empírica

Abadie, Diamond e Hainmueller (2010) argumentam que estudos comparativos carregam certo grau de ambiguidade, pois os pesquisadores costumam recorrer à afinidade ou decisões qualitativas para selecionar os indivíduos para a composição de um grupo de comparação. Por isso, advogam pelo uso de procedimentos baseados em dados para a construção de grupos de controle adequados. O método de controle sintético, apresentado pela primeira vez por (??) e desenvolvido em Abadie, Diamond e Hainmueller (2010) e Abadie, Diamond e Hainmueller (2015) avalia e pondera os diversos indivíduos disponíveis para criar um contrafactual para a variável que sofreu uma política ou um choque e cujos impactos se deseja avaliar. Neste trabalho, esta ferramenta será utilizada para a construção de uma Santa Catarina sintética, de modo que seja possível inferir qual seria a trajetória das exportações caso o estado não tivesse alcançado o *status* de livre sem vacinação. Para variáveis cobrindo o intervalo de tempo  $T$  e considerando o início do evento em  $T_0$ , temos que o vetor de valores das variáveis referentes ao grupo impactado pela mudança de *status* sanitário, formado por Santa Catarina, é dado por  $Y_{1t}$ , onde  $t \in \{T_0 + 1, \dots, T\}$ . Analogamente,  $Y_{jt}$  é o vetor de resultados dos indivíduos que não foram afetados pela mudança, formado por Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás. Assim, considerando o vetor de pesos  $w^*$ , o estimador dos efeitos ocasionados pelo evento é:

$$\hat{\alpha}_{1t} = Y_{1t} - \sum_{j=2}^{J+1} w_j^* Y_{jt} \quad (1)$$

Adicionalmente, esta pesquisa fará uso de um modelo de diferença em diferenças. Segundo Cameron e Trivedi (2005), o modelo de diferença em diferenças é composto por um regressor binário  $D_{it}$ , que vale 1 se o indivíduo  $i$  recebe tratamento no período  $t$  e 0 caso contrário, por um regressor de efeito fixo de tempo  $\delta_t$  e por um regressor de efeito fixo de características de indivíduos,  $\gamma_i$ . A seguinte especificação do modelo é utilizada:

$$y_{it} = \alpha + \beta \text{Tratamento}_i \cdot \text{PostOIE} + \omega D_i + \phi \text{Trend}_{it} + \gamma_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

O termo  $y_{it}$  representa cada variável dependente nas diferentes regressões, *Tratamento* é uma variável *dummy* que assume o valor 1 para Santa Catarina e 0 em outro caso, *PostOIE* é uma variável binária



igual a 1, se o período  $t$  foi maior ou igual a maio de 2007 e 0 caso contrário,  $D$  é uma variável *dummy* que assume o valor 1 nos meses em que houve ocorrências de febre aftosa e  $Trend_{it}$  são variáveis de interação entre uma tendência linear e *dummies* de estado, criadas para capturar tendências específicas de cada estado. Os termos  $\gamma_i$  e  $\delta_t$  representam os efeitos fixos de estado e de ano, respectivamente. Por fim,  $\varepsilon_{it}$  é o termo de erro.

O coeficiente  $\beta$  associado à variável  $Tratamento_i \cdot PostOIE$  compara as mudanças na variável dependente  $y$  antes e depois da conquista do novo status de Santa Catarina por parte da OIE.

#### 4 Resultados e discussões

A primeira etapa do trabalho consistiu em construir uma Santa Catarina sintética a partir do método de controle sintético e, em seguida, utilizar esta variável como controle. A segunda parte foi a estimação dos impactos a partir do modelo de diferenças em diferenças. As variáveis foram transformadas para logaritmo natural (ln) antes dos procedimentos empíricos. Dois motivos nos levaram a realizar esta transformação. Primeiramente, o objetivo deste estudo é estimar se as exportações de Santa Catarina sofreram variações que possam ser atribuídas à mudança de *status* sanitário. A transformação para ln permite observar o crescimento das variáveis e, assim, indicar as suas trajetórias de curto prazo. Em segundo lugar, como foi descrito na Tabela 3, os estados apresentam características de produção e de exportação bastante heterogêneas, de forma que a linearização das variáveis suaviza a diferença de nível entre elas e permite uma comparação de curto prazo. Desta forma, considerando a forma funcional logarítmica, o coeficiente  $\beta$  da variável  $Tratamento_i \cdot PostOIE$  é a variação percentual média em  $y_i$  associada à aquisição do *status* de estado livre sem vacinação (WOOLDRIDGE, 2000).

Na Tabela 5 são apresentados os pesos atribuídos pelo modelo para cada UF para compor a variável de controle. A atribuição de praticamente 100% de peso para o Paraná reforça a heterogeneidade entre os estados, mas revela que ela também é presente dentro da região Sul. Como foi visto na seção 3.1, apesar de o Rio Grande do Sul parecer muito próximo de Santa Catarina observando as variáveis em nível, as estatísticas descritivas sugeriram uma trajetória da suinocultura gaúcha diferente da dos demais estados da região. A aparente similaridade de curto prazo entre os estados de Santa Catarina e Paraná foi captada pelo modelo.

Tabela 5: Pesos de cada UF para construção da variável de controle

UFs doadoras	Pesos	
	Preço das exportações	Quantidade exportada
Minas Gerais	0	0
São Paulo	0	0
Paraná	0,951	0,954
Rio Grande do Sul	0	0
Mato Grosso do Sul	0	0
Mato Grosso	0,049	0,046
Goiás	0	0

Fonte: Elaboração dos autores com base nos dados da pesquisa.

O grupo de controle, ou Santa Catarina sintética, foi criado a partir das ponderações acima. Na Tabela 6 são apresentadas as médias em ln de cada variável para os dois grupos, além do resultado do teste  $t$ , que indica se as médias são estatisticamente diferentes entre si.

As colunas (4) e (8) mostram os resultados do teste  $t$  para as médias das variáveis no período anterior e posterior ao evento. O teste indicou que as quantidades médias de suínos abatidos e de carne suína exportada eram diferentes no período anterior ao evento e assim se mantiveram no período pos-

Tabela 6: Teste de média entre a variável tratada e de controle, em ln

	Antes de mai/2007				Depois de mai/2007			
	N (1)	Tratado (2)	Controle (3)	Diff. (4)	N (5)	Tratado (6)	Controle (7)	Diff. (8)
Quantidade de suínos abatidos	88	12,52 -0,018	13,246 -0,01	-0,726***	116	13,081 -0,02	13,474 -0,008	-0,392***
Quantidade exportada em kg	88	15,011 -0,074	16,454 -0,057	-1,442***	116	15,245 -0,034	16,499 -0,023	-1,255***
Preço em reais do kg do suíno vivo	88	0,92 -0,018	0,918 -0,017	0,002	116	1,268 -0,017	1,212 -0,014	0,056**
Preço em dólares do kg da carne suína exportada	88	0,891 -0,013	0,87 -0,013	0,021	116	1,195 -0,01	1,224 -0,012	-0,029*

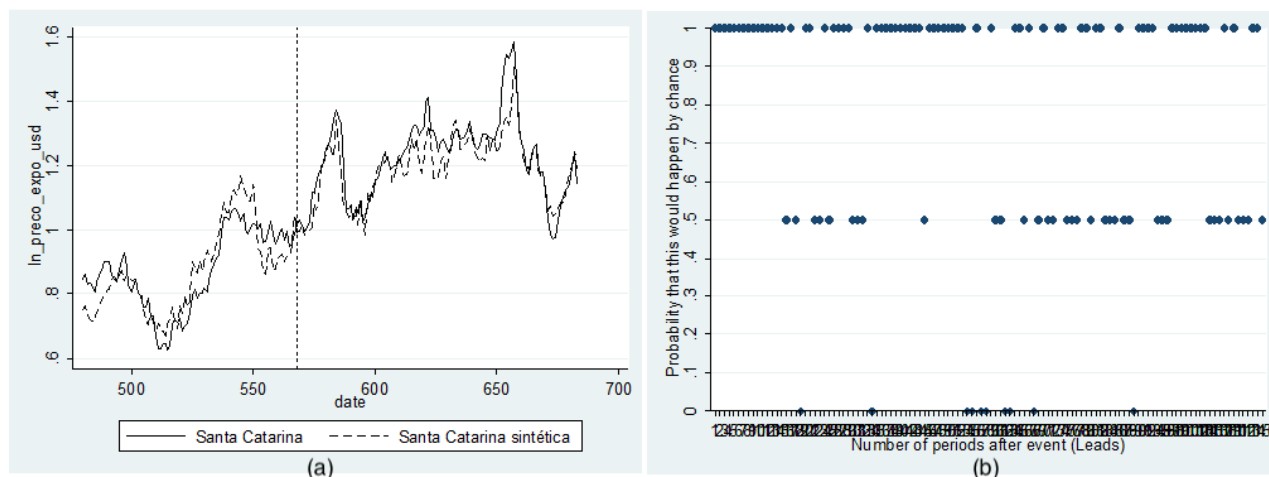
Fonte: Elaboração dos autores com base nos dados da pesquisa.

Obs.: \*\*\*, \*\*, e \* =  $p < 0.01$ ,  $p < 0.05$  e  $p < 0.1$ , respectivamente.

terior. Os preços médios do suíno vivo e das exportações, por outro lado, não foram estatisticamente diferentes no primeiro período, mas suas médias passaram a ser diferentes após a mudança de *status*.

Os resultados do controle sintético para o efeito sobre as exportações podem ser vistos na Figura 1. No gráfico da esquerda está a evolução dos preços médios, em ln, de Santa Catarina e Santa Catarina sintética. A análise visual do gráfico não é clara sobre a existência de um diferencial no crescimento do preço médio das exportações que possa ser atribuído à mudança de *status*, pois a trajetória das duas variáveis é bastante ajustada durante todo o período deste estudo. O gráfico da direita apresenta a significância estatística do diferencial de preços entre os dois grupos, mês a mês, após maio de 2007. Pode-se verificar que o diferencial dos preços atribuído à ocorrência do evento é altamente significativo em diversos pontos.

Figura 1: Efeito médio da mudança de *status* sobre o preço das exportações, controle sintético

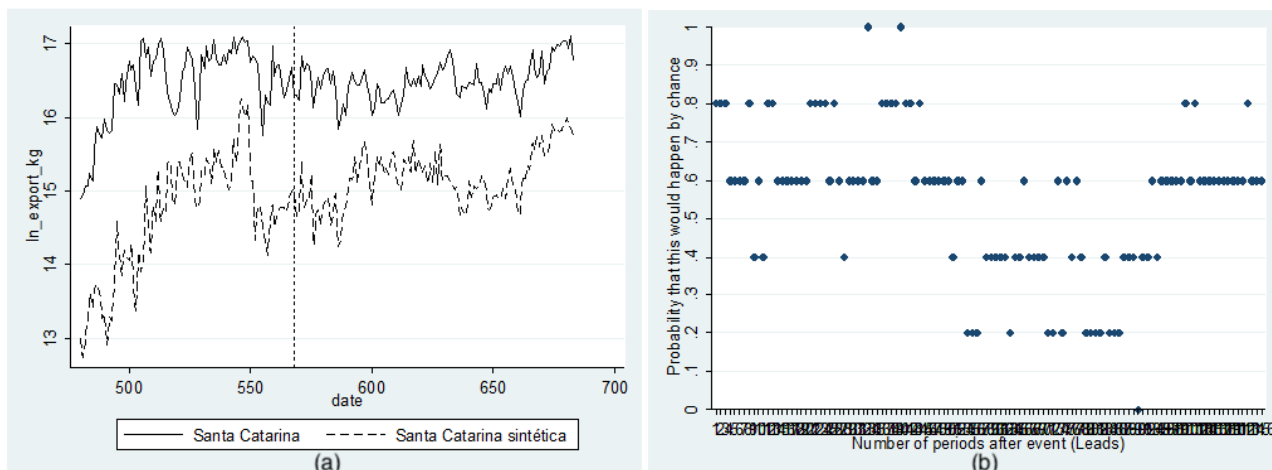


Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa.

A estimação dos efeitos sobre a quantidade de carne exportada está representada graficamente na Figura 2. Santa Catarina sintética apresenta uma trajetória semelhante à UF tratada, mas a minimização dos erros quadráticos médios no período pré tratamento não ocorreu de forma a construir uma variável de controle tão ajustada como no caso dos preços, como na parte (a). No gráfico (b), de significância do diferencial em cada período, diferentemente do comparativo entre os preços médios, indica que todas as variações ocorridas na quantidade de carne suína exportada por Santa Catarina teriam acontecido mesmo na ausência da mudança do *status* sanitário.

Para buscar uma validação do resultados, ou seja, para avaliar se os períodos significativos identificados pelo controle sintético foram capazes de alterar sistematicamente a trajetória dos preços, foi

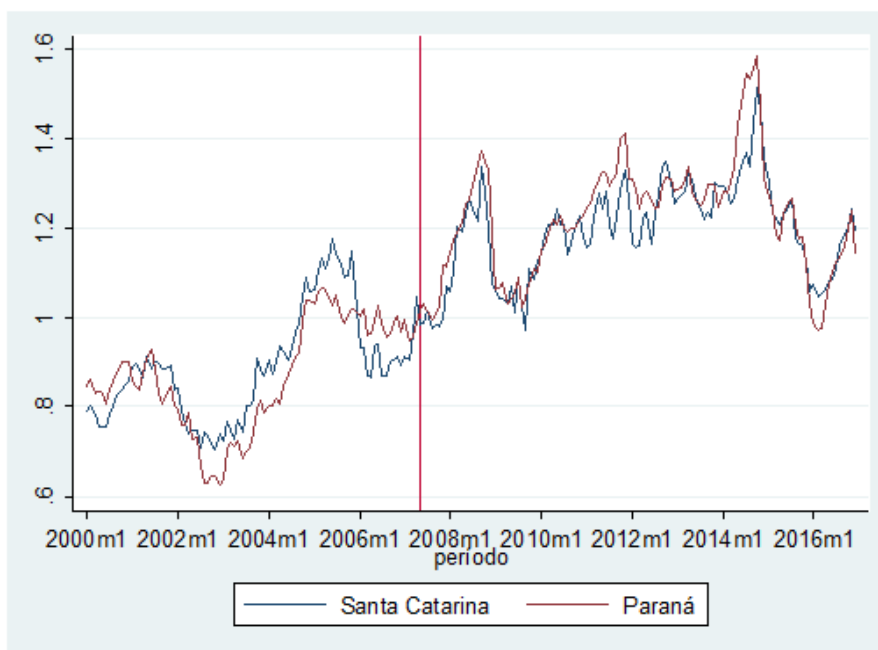
Figura 2: Efeito médio da mudança de *status* sobre a quantidade das exportações de carne, controle sintético



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa.

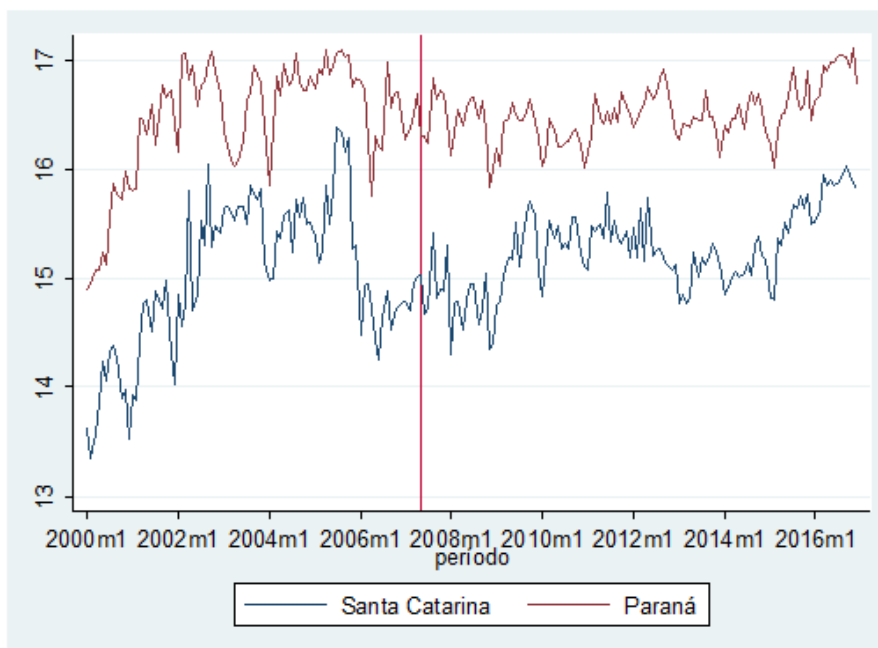
aplicado um modelo de diferenças em diferenças. Tendo em vista que o estado do Paraná foi categorizado pelo controle sintético como praticamente o único doador para a construção da variável sintética, a regressão de diferenças em diferenças considerou esta UF como a variável de controle. De acordo com Greene (2012), a estratégia desta ferramenta é compor o grupo de controle com indivíduos que não tenham sido afetados pelo tratamento, mas que apresentem uma tendência paralela ao grupo tratado no período anterior ao evento. Assim, os dois grupos podem ser comparados sob o pressuposto de que a diferença entre eles se deve à intervenção. Na Figura 3 está a evolução do preço médio das exportações com origem de Santa Catarina e do Paraná e, na Figura 4, a trajetória da quantidade exportada dos mesmos estados. Como já observado anteriormente, os gráficos não apresentam indícios visuais de que houve qualquer alteração na evolução das variáveis dependentes que possam ser associados ao evento.

Figura 3: Evolução do preço médio de exportação da carne suína *in natura*



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa.

Figura 4: Evolução da quantidade exportada de carne suína *in natura*



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa.

A Tabela 7 apresenta as estimações da equação 2. O painel A exibe as estimações do efeito da mudança de *status* sobre o log do preços de exportação e o painel B mostra os resultados para o log da quantidade exportada. A coluna (1) controla as estimações pelos efeitos fixos de UF e de meses. A coluna (2) inclui a variável *Trend*, que controla os resultados por tendências específicas de cada UF.

Tabela 7: Efeito da mudança de *status* sobre o preço das exportações por diferenças em diferenças

	(1)	(2)
Painel A: log do preço da carne suína exportada		
Tratamento · PostOIE	-0,049*** (0,009)	0,078*** (0,002)
R <sup>2</sup>	0,98	0,98
Número de observações	408	408
Painel B: log da quantidade da carne suína exportada		
Tratamento · PostOIE	-0,187*** (0,054)	-0,052 (0,104)
R <sup>2</sup>	0,95	0,95
Número de observações	408	408
Efeito fixo de UF	Sim	Sim
Efeito fixo de tempo	Sim	Sim
Tendência linear específica de UF	Não	Sim

Fonte: Elaboração dos autores com base nos dados da pesquisa.

Obs.: \*\*\*, \*\*, e \* = p<0.01, p<0.05 e p<0.1, respectivamente.

Os resultados da primeira coluna do painel A indicam uma variação negativa e significativa de 0,049% nos preços de exportação associada ao novo *status* sanitário. Na coluna (2), a inclusão de uma tendência linear específica de cada UF resultou na estimação de um efeito de 0,078% nos preços da carne exportada. A inclusão da nova variável levou a uma estimação mais precisa, pois houve uma ligeira redução no desvio padrão. Apesar da alteração no sinal de  $\beta$  de uma especificação para a outra, os coeficientes de ambos os modelos se localizam muito próximos de zero e possuem desvio padrão muito baixo. Assim, o efeito sob os preços, mesmo sendo significativo a 1%, foi de menos de 0,01%.

Os resultados do painel B mostram os impactos do evento sobre a quantidade das exportações. Na coluna (1), a estimação sugere um impacto negativo e significativo nas exportações. Mais especificamente, as exportações teriam recuado 0,187% no período posterior em relação ao anterior ao evento. Contudo, quando uma tendência linear para cada UF é adicionada como controle adicional ao modelo, o resultado deixa de ser significativo. Assim, os resultados indicam para a ausência de efeito do evento sobre a quantidade de carne exportada por Santa Catarina.

## 5 Conclusões

Por meio dos métodos de controle sintético e de diferenças em diferenças, avaliou-se o impacto da conquista do *status* de região livre de febre aftosa sem vacinação sobre o preço e a quantidade das exportações de carne suína *in natura* de Santa Catarina. O estado foi o primeiro do Brasil a conquistar este *status* sanitário, em 2007. A dinâmica do comércio internacional sugere que países ou regiões detentoras deste *status* têm acesso a mercados importadores mais exigentes e se beneficiam com o impulsionamento de suas exportações. Contudo, os resultados apresentados neste estudo indicam que a elevação no *status* sanitário catarinense não foi responsável por qualquer efeito no preço ou na quantidade exportada de carne suína *in natura*. Adicionalmente, após análise dos principais países e grupos econômicos importadores, bem como do grau de concentração dos países de destino, não foi possível identificar mudanças relevantes entre os principais importadores. Estes resultados sugerem que a conquista de *status* superiores de sanidade animal é um fator necessário, mas não suficiente para o acesso a mercados exigentes ou para melhorias significativas nas estatísticas de comércio exterior.

O resultado desta pesquisa é relevante para auxiliar na definição de cronogramas de programas de sanidade animal e na melhor alocação de recursos de políticas públicas. A suspensão da vacinação contra febre aftosa é importante para reduzir custos veterinários e perdas financeiras e sociais por abscessos vacinais, mas a justificativa de se perseguir este *status* para eliminar uma barreira não tarifária e usufruir melhores condições no mercado internacional não se mostrou fundamentada pelos dados. Por isso, a definição dos cronogramas de suspensão da vacinação deve ser realizada com cautela, pois o reconhecimento internacional do novo *status* não garante impactos significativo nas exportações, ao passo que a proibição antecipada da vacinação traz consigo riscos de reinserção da doença. Algumas limitações se apresentaram no decorrer deste estudo. A disponibilidade de dados mensais para o período foi uma delas. É possível que os modelos possam ser melhorados pela obtenção de mais variáveis de controle ao se utilizar dados anuais, assim como mais UF poderiam ser consideradas na construção do grupo de controle. Para futuras pesquisas, sugere-se aplicar metodologia semelhante às exportações de carne bovina de Santa Catarina. Sugere-se, também, estimar os impactos econômicos da mudança do *status* sanitário de regiões endêmicas para regiões livres de febre aftosa com vacinação.

## References

ABADIE, A.; DIAMOND, A.; HAINMUELLER, J. Synthetic control methods for comparative case studies: Estimating the effect of california's tobacco control program. **Journal of the American Statistical Association**, v. 105, n. 490, p. 493–505, 2010.

\_\_\_\_\_. Comparative politics and the synthetic control method. **American Journal of Political Science**, v. 59, n. 2, p. 495–510, 2015.

ALEXANDERSEN, S.; ZHANG, Z.; DONALDSON, A.; GARLAND, A. The pathogenesis and diagnosis of foot-and-mouth disease. **Journal of comparative pathology**, Elsevier, v. 129, n. 1, p. 1–36, 2003.

ASSIS, D. R.; REZENDE-LAGO, N. C. M.; MARCHI, P. G. F.; D'AMATO, C. C. Perdas diretas ocasionadas por abscessos e hematomas em carcaças de bovinos. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 106, n. 577-580, p. 47–51, 2011.

BRASIL. **Relatório Anual do Programa Nacional de Erradicação e Prevenção da Febre Aftosa - PNEFA**. [S.l.], 2008.

\_\_\_\_\_. **Plano Estratégico PNEFA 2017-2026**. [S.l.], 2017.

\_\_\_\_\_. **Evolução das zonas livres de Febre Aftosa no Brasil**. 2018.

CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. **Microeconometrics, Methods and applications**. [S.l.]: Cambridge University Press, 2005.

EKBOIR, J.; JARVIS, L. S.; SUMNER, D. A.; BERVEJILLO, J. E.; SUTTON, W. R. Changes in foot and mouth disease status and evolving world beef markets. **Agribusiness: An International Journal**, Wiley Online Library, v. 18, n. 2, p. 213–229, 2002.

FAREZ, S.; MORLEY, R. Potential animal health hazards of pork and pork products. **Revue scientifique et technique-Office international des Epizooties**, Organização Mundial para a Saúde Animal (OIE), v. 16, p. 65–78, 1997.

FARIA, R. N. d.; BURNQUIST, H. L. et al. Impactos da febre aftosa no setor de abate de animais: Uma análise de equilíbrio geral. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL (SOBER). **44th Congress, July 23-27, 2006, Fortaleza, Ceará, Brazil**. [S.l.], 2006.

FILHO, A.; ALVES, G. Guimarães; MESQUITA, A.; CHIQUETTO, C. E.; BUENO, C. P.; OLIVEIRA, A. S. C. Perdas econômicas por abscessos vacinais e/ou medicamentosos em carcaças de bovinos abatidos no estado de goiás. **Ciência Animal Brasileira**, v. 7, p. 93–96, 10 2006.

GARCIA, D. C. C.; SÁ, C. V. G. C. de; MCMANUS, C. M.; MELO, C. B. de. Impactos do surto de febre aftosa de 2005 sobre as exportações de carne bovina brasileira. **Ciência Animal Brasileira**, v. 16, n. 4, p. 525–537, 2015.

GEORGE, M. H.; MORGAN, J. B.; GLOCK, R. D.; TATUM, J. D.; SCHMIDT, G. R.; SOFOS, J. N.; COWMAN, G. L.; SMITH, G. C. Injection-site lesions: incidence, tissue histology, collagen concentration, and muscle tenderness in beef rounds. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 12, p. 3510–3518, 12 1995.

GREENE, W. **Econometric Analysis**. 7. ed. [S.l.]: Prentice Hall, 2012.

JAMES, A. D.; RUSHTON, J. The economics of foot and mouth disease. **Revue scientifique et technique-office international des epizooties**, Organização Mundial para a Saúde Animal (OIE), v. 21, n. 3, p. 637–641, 2002.

KAHN, S.; GEALE, D. W.; KITCHING, P. R.; BOUFFARD, A.; ALLARD, D. G.; DUNCAN, J. R. Vaccination against foot-and-mouth disease: the implications for Canada. **The Canadian Veterinary Journal**, Canadian Veterinary Medical Association, v. 43, n. 5, p. 349, 2002.

KNIGHT-JONES, T.; RUSHTON, J. The economic impacts of foot and mouth disease—what are they, how big are they and where do they occur? **Preventive veterinary medicine**, Elsevier, v. 112, n. 3-4, p. 161–173, 2013.

LEAL, P.; PUPIN, R.; SANTOS, A. C.; FACCIN, T.; SURDI, E.; LEAL, C.; BRUMATTI, R.; LEMOS, R. Estimativas de perdas econômicas causadas por reação granulomatosa local após uso de vacina oleosa contra febre aftosa em bovinos de mato grosso do sul. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 34, p. 738–742, 08 2014.

LYRA, T. d. P.; SILVA, J. The foot-and-mouth disease in brazil, 1960-2002. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n. 5, p. 565–576, 2004.

MORAES, G. M. de; BRISOLA, M. V.; GONÇALVES, V. S. P. a. Os circuitos pecuários e a febre aftosa no brasil: uma análise histórico-institucional. **Savannah Journal of Research and Development**, v. 1, n. 1, p. 39–47, 2017.

OIE. **Organização Mundial da Saúde Animal**. [S.l.], 2019.

OLEKSIEWICZ, M. B.; DONALDSON, A. I.; ALEXANDERSEN, S. Development of a novel real-time rt-pcr assay for quantitation of foot-and-mouth disease virus in diverse porcine tissues. **Journal of virological methods**, Elsevier, v. 92, n. 1, p. 23–35, 2001.

OTUKI, T. F.; WEYDMANN, C. L.; SEABRA, F. Febre aftosa e volatilidade dos preços do produtor de carne suína. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 7, n. 2, 2009.

PEGA, J.; GIACOMO, S. D.; BUCAFUSCO, D.; SCHAMMAS, J. M.; MALACARI, D.; BARRIONUEVO, F.; CAPOZZO, A. V.; RODRÍGUEZ, L.; BORCA, M. V.; PÉREZ-FILGUEIRA, M. Systemic foot-and-mouth disease vaccination in cattle promotes specific antibody-secreting cells at the respiratory tract and triggers local anamnestic responses upon aerosol infection. **Journal of virology**, Am Soc Microbiol, v. 89, n. 18, p. 9581–9590, 2015.

ROH, J. S.; LIM, S. S.; ADAM, B. D. et al. The impact of foot-and-mouth disease (fmd) on hog, pork, and beef prices: the experience in korea. In: **NCCC-134 Conference, St. Louis, Missouri**. [S.l.: s.n.], 2006.

USDA. **United States Department of Agriculture**. [S.l.], 2019.

WOOLDRIDGE, J. **Introductory Econometric: A Modern Approach**. [S.l.]: South-Western College Publishing, 2000.