

Diogo Signor

O efeito da inovação tecnológica sobre as vendas na indústria brasileira de duas rodas: uma análise da introdução dos motores bicombustível usando controles sintéticos

Florianópolis

2015

Diogo Signor

**O efeito da inovação tecnológica sobre as vendas
na indústria brasileira de duas rodas: uma análise
da introdução dos motores bicompostível usando
controles sintéticos**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Economia.

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
Departamento de Economia e Relações Internacionais
Programa de Pós-Graduação em Economia

Orientador: Francis Carlo Petterini Lourenço

Florianópolis

2015

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Signor, Diogo

O efeito da inovação tecnológica sobre as vendas na indústria brasileira de duas rodas: uma análise da introdução dos motores bicombustível usando controles sintéticos / Diogo Signor ; orientador, Francis Carlo Petterini Lourenço - Florianópolis, SC, 2015.

65 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Sócio-Econômico. Programa de Pós-Graduação em Economia.

Inclui referências

1. Economia. 2. Mercado de motocicletas. 3. Inovação. 4. Motores bicombustível. 5. Controle sintético. I. Petterini Lourenço, Francis Carlo . II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Economia. III. Título.

Diogo Signor

O efeito da inovação tecnológica sobre as vendas na indústria brasileira de duas rodas: uma análise da introdução dos motores bicombustível usando controles sintéticos

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre em Economia, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-graduação em Economia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 23 de Fevereiro de 2015:

Prof. Roberto Meurer, Dr.
Coordenador do Curso

Banca examinadora:

**Orientador - Francis Carlo Petterini
Lourenço, Dr.**
Universidade Federal de Santa Catarina

**Profa. Eva Yamila Amanda da Silva Catela,
Dra.**
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Guilherme Valle Moura, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Guilherme Diniz Irffi, Dr.
Universidade Federal do Ceará

Agradecimentos

Agradeço:

Aos meus pais, que me deram apoio afetivo e financeiro para que eu pudesse estudar e chegar até aqui.

Ao meu orientador, Dr. Francis Carlo Petterini, que me instruiu durante a elaboração desta dissertação e além. O considero um ótimo professor e um grande economista.

À Dra. Solange Regina Marin, professora do Departamento de Ciências Econômicas da UFSC, que me orientou durante muito tempo e por quem tenho grande admiração. Coube a ela a parte mais difícil, a de me ajudar a entender como se faz pesquisa e, principalmente, a gostar disso.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Economia da UFSC, responsáveis por grande parte do conhecimento que adquiri nos últimos dois anos, e ao Prof. Dr. Guilherme Diniz Irffi, que aceitou vir a Florianópolis para participar da minha defesa.

À Evelise Elpo da Silveira, essencial para a ordem e pleno andamento do Programa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pelo apoio financeiro, crucial para minha manutenção durante o mestrado.

Aos meus colegas do mestrado e do doutorado, que, além

dos bons e maus momentos compartilhados, me ajudaram inúmeras vezes quando necessitei.

E, aos meus irmãos e amigos, cuja torcida e os momentos de descontração que passamos juntos também contribuíram para o andar deste trabalho.

Resumo

O mercado de motocicletas cresceu expressivamente no Brasil desde a década de 1990, conseqüentemente, houve um aumento da concorrência e da busca por diferenciação, o que fez com que os fabricantes investissem em novas tecnologias. Buscando avaliar qual o retorno da inovação no mercado de duas rodas, em número de vendas, este trabalho tem como objetivo verificar o efeito da implantação do motor bicomcombustível (gasolina/etanol), já utilizado pela maioria dos fabricantes de automóveis no Brasil, sobre as vendas das motocicletas CG 150, BIZ 125 e NXR 150, da Honda. Tendo como base a metodologia do controle sintético, com um grupo de doadores de 14 modelos, durante o período de 2007 a 2012, percebeu-se sua limitação ao lidar com dados *outliers*, que é o caso da CG 150. Assim, propôs-se uma nova forma para utilizar essa abordagem nesses casos, a de se utilizar a série de dados transformada, cujos resultados obtidos foram favoráveis à sua adoção. Com base nos resultados estimados, não foram encontradas evidências que os investimentos em inovação despendidos pela Honda, ao implantar o motor bicomcombustível nas suas motocicletas mais vendidas, trouxeram retorno positivo para a empresa, em número de vendas. Contudo, não se conseguiu uma boa mimetização das séries de vendas dessas motocicletas, necessitando outros testes complementares para se ter uma melhor avaliação do efeito dessa inovação.

Palavras-chave: Mercado de motocicletas; Inovação; Motores bicomcombustível; Honda; Controle sintético.

Abstract

The motorcycle market has grown significantly in Brazil since the 1990s, consequently, there was an increase in competition and the search for differentiation, which made the companies to invest in new technologies. Searching to evaluate the return of innovation in the two wheels market, in number of sales, this study aims to verify the effect of deployment the dual fuel (gas/ethanol) engine, already used by most automobile manufacturers in Brazil, on the motorcycles sales of Honda CG 150, BIZ 125 and NXR 150. Based on the methodology of synthetic control, with a donor pool of 14 models, during the period 2007-2012, it was noticed its limitation to deal with outliers data, which is the case of CG 150. Thus, it was proposed a new way to use this approach in these cases, using the data series transformed, whose results were in favor of its adoption. Based on the estimated results, was found no evidence that investments in innovation expended by Honda, when deploying dual fuel engine in its best-selling motorcycles, brought positive return to the company, in number of sales. However, it hasn't got a good mimicry sales series of these motorcycles, requiring other complementary tests to get a better assessment of the effect of this innovation.

Key-words: Motorcycle market; Innovation; Dual fuel engines; Honda; Synthetic control.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Vendas de motocicletas produzidas no Brasil (1988-2013).	23
Figura 2 – Frota de veículos circulantes no Brasil (2002-2013).	24
Figura 3 – Participação dos veículos flex no total da produção de automóveis e motocicletas no Brasil (2003-2013).	26
Figura 4 – Market share das fabricantes de motocicletas no Brasil (2003-2013).	29
Figura 5 – Serie de vendas das motocicletas mais vendidas no Brasil (2007t1-2012t4).	49
Figura 6 – Controle sintético CG 150 - dados originais.	50
Figura 7 – Controle sintético CG 150 - em logaritmos.	56
Figura 8 – Controle sintético CG 150 - diferença da média em logaritmos.	57
Figura 9 – Controle sintético CG 150.	60
Figura 10 – Controle sintético BIZ 125 - dados originais.	62
Figura 11 – Controle sintético BIZ 125 - em logaritmos.	63
Figura 12 – Controle sintético BIZ 125.	65
Figura 13 – Controle sintético NXR 150 - dados originais.	67
Figura 14 – Controle sintético NXR 125 - em logaritmos.	69
Figura 15 – Controle sintético NXR 150.	71
Figura 16 – Testes de validação cruzada <i>leave-one-out</i>	74

Lista de tabelas

Tabela 1 – Resumo dos dados.	46
Tabela 2 – Pesos dos modelos para construção da CG 150 sintética - dados originais.	51
Tabela 3 – Balanço dos preditores CG 150 - dados originais.	51
Tabela 4 – Pesos dos modelos para construção da CG 150 sintética - diferença da média em logaritmos.	58
Tabela 5 – Balanço dos preditores CG 150 - vendas em diferença da média em logaritmos.	58
Tabela 6 – Balanço dos preditores BIZ 125 - dados originais.	63
Tabela 7 – Balanço dos preditores BIZ 125 - vendas em logaritmos.	64
Tabela 8 – Pesos dos modelos para construção da NXR 150 sintética - dados originais.	68
Tabela 9 – Balanço dos preditores NXR 150 - dados originais.	68
Tabela 10 – Pesos dos modelos para construção da NXR 150 sintética - em logaritmos.	70
Tabela 11 – Balanço dos preditores NXR 150 - vendas em logaritmos.	70

Sumário

1	INTRODUÇÃO	17
2	O MERCADO DE DUAS RODAS NO BRASIL E A INTRODUÇÃO DO MOTOR BICOMBUSTÍVEL	21
2.1	A Honda	26
3	A ABORDAGEM DO CONTROLE SINTÉTICO	31
3.1	Contextualização e aplicações	31
3.2	Formalização do método para o caso das motocicletas	37
4	DADOS	43
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5.1	CG 150	48
5.2	Utilização do controle sintético com variáveis <i>outliers</i>	52
5.3	BIZ 125 e NXR 150	61
5.4	Testes de validação cruzada dos controles sintéticos estimados	72
6	CONCLUSÃO	77
	Referências	79

1 INTRODUÇÃO

A motocicleta representa um meio de transporte ágil e econômico, tanto na aquisição quanto na sua manutenção diária. Seja pela maior utilização como ferramenta de trabalho, para driblar o trânsito e substituir o transporte público nas grandes cidades, ou para o lazer, o que se observou nos últimos anos foi a entrada de novas marcas de motocicletas e o lançamento de novos modelos no mercado nacional, levando conseqüentemente ao aumento da concorrência e à busca pela diferenciação de seus produtos por parte das montadoras.

Após um começo tímido, o mercado se desenvolveu em meados dos anos 1980, freado pela instabilidade econômica do início dos anos 1990 até a chegada do Plano Real (ABRACICLO, 2013). Com o Plano, em 1994, fundado na desregulamentação e privatização, houve uma maior liberalização econômica do Brasil que, associado aos intensos processos de mudança em escala global, afetou profundamente a forma de distribuição de seus recursos. Políticas federais incentivaram a massificação do uso da motocicleta como meio de transporte, que passou a ser fortemente utilizada na entrega de documentos e pequenas mercadorias nas grandes cidades (VASCONCELLOS, 2008).

Representando hoje cerca de um quarto da frota total do país, pouco mais de 20 milhões de unidades, de acordo com os dados da Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares (Abraciclo), foram vendidas em 2013 mais de 1,5 milhão de motocicletas no

Brasil. São onze marcas atuando ativamente no mercado brasileiro, dentre outras que possuem alguns modelos em circulação pelas ruas.

Foi nesse cenário, de pleno desenvolvimento do setor, que a fabricante Honda, líder absoluta no mercado de motocicletas do país, lançou em 2009 a primeira motocicleta bicombustível gasolina/etanol do mundo, a CG 150 Titan Mix, ao implantar num modelo da marca, que já era líder de vendas da categoria, um motor que funciona com qualquer um dos combustíveis, ou com ambos misturados.

De acordo com um conjunto de literaturas¹, tem-se na inovação tecnológica uma forma de diferenciar os produtos produzidos pelas diferentes firmas que concorrem no mercado, mesmo que por determinado período de tempo. Dessa forma, inovações bem sucedidas tendem a proporcionar uma vantagem comercial para as empresas que inovam, ampliando seu mercado e receitas frente à de seus concorrentes. No entanto, [Corsino \(2008\)](#) cita alguns trabalhos empíricos² que examinaram a relação entre inovação e o desempenho das firmas considerando diferentes tipos de modelos, métodos de estimação, medidas de performance corporativa e de atividade inovativa, que inovações bem sucedidas não parecem ter um efeito significativo na taxa de crescimento das vendas, contrastando com a teoria.

Dessa forma, frente ao aumento da competição no mercado de motocicletas brasileiro e ao avanço tecnológico vivenci-

¹ AGHION; HOWITT, 1992; UTTERBACK; SUAREZ, 1993; KLETTE; GRILICHES, 2000; KLETTE; KORTUM, 2004; NELSON; WINTER, 2009

² Tais como: Geroski et al., 1997; Bottazzi et al., 2001; Del Monte and Papagni, 2003; Loof and Heshmatt, 2006.

ado pelo setor de transportes motorizados, surge a seguinte questão: as vendas das motocicletas Honda CG 150, BIZ 125 e NXR 150 aumentaram em função da substituição do motor convencional (gasolina) pelo motor bicombustível (gasolina/etanol)? Ou seja, a Honda ganhou mercado ao inovar implantando o motor flex em alguns de seus modelos mais vendidos?

Buscando responder a essa pergunta, este trabalho pretende, com base na metodologia de controle sintético de [Abadie, Diamond e Hainmueller \(2010\)](#), verificar se houve variação (positiva ou negativa) nas vendas das motocicletas Honda CG 150, BIZ 125 e NXR 150, devido à implementação do motor bicombustível (gasolina/etanol) em seus modelos. Embora trate-se de um veículo econômico, o que não traria grandes vantagens para os consumidores preocupados em substituir a gasolina por etanol, que apresenta preços inferiores aos da gasolina nos postos de combustíveis, tem-se como hipótese que as vendas desses modelos aumentaram com a inovação em seu motor, por oferecer ao usuário a opção do combustível que mais lhe agrada, entre etanol e gasolina, em função de suas características particulares.

Contudo, medir o efeito da inovação tecnológica ocorrida nos motores desses três modelos sobre suas vendas torna-se uma tarefa difícil por, pelo menos, três motivos: i) a Honda é uma empresa líder de vendas, fazendo com que o “efeito marca” possa mascarar o efeito da inovação; ii) o lançamento da primeira motocicleta com motor flex ocorreu num momento de crise econômica, ou seja, num período de queda nas vendas; e, iii) o preço do etanol não ficou significativamente mais baixo que o da gasolina nos postos de combustíveis, reduzindo a atratividade do novo motor frente ao antigo.

Numa visão geral, a pesquisa se justifica por trazer informações acerca dos resultados obtidos pelas empresas que investem em tecnologia e inovam seus produtos, uma vez que se pressupõe que tais investimentos em inovações retornem via aumento de vendas e, conseqüentemente, gerem maiores receitas para as marcas. Dessa forma, busca-se apresentar, com base num estudo de caso, informações relevantes para as decisões sobre investimentos tecnológicos que os empresários, principalmente aqueles do setor duas rodas, visam implementar em seus produtos.

Na sequência, esta dissertação organiza-se da seguinte forma: O Capítulo 2 trata do mercado brasileiro de motocicletas, trazendo alguns aspectos históricos e atuais, e apresenta em sua subseção a empresa Honda, primeira no Brasil a adotar os motores flex em suas motocicletas. O Capítulo 3 apresenta a abordagem do controle sintético e algumas de suas aplicações. O Capítulo 4 trata dos dados utilizados nesta pesquisa. O Capítulo 5 traz os resultados estimados e apresenta uma nova proposta de utilização para o controle sintético. E, por fim, o Capítulo 6 apresenta as considerações finais do trabalho.

2 O MERCADO DE DUAS RODAS NO BRASIL E A INTRODUÇÃO DO MOTOR BICOMBUSTÍVEL

No Brasil, a motocicleta possui um papel fundamental para a economia e para a vida de seus usuários. No início, utilizada como forma de lazer pelas pessoas de renda mais alta, quando poucos modelos circulavam pelas ruas, a motocicleta atende hoje aos desejos e necessidades das diversas classes sociais, graças ao desenvolvimento de sua indústria e, também, de seu mercado nacional ([ABRACICLO, 2013](#)). O início da produção nacional data da década de 1970, quando os fabricantes, visando o potencial mercado brasileiro, perceberam que produzir internamente era mais vantajoso que importar. As primeiras motocicletas nacionais tratavam-se de cópias de modelos bem sucedidos em outros países que, posteriormente, ganharam projetos originais e se tornaram destaque no motociclismo internacional, sendo exportadas para outros mercados ([ABRACICLO, 2012](#)).

A indústria motociclística brasileira concentra-se na Zona Franca de Manaus (ZFM), que é considerada como uma das mais bem sucedidas estratégias de desenvolvimento regional e tem como base de sustentação o Polo Industrial de Manaus (PIM). O setor duas rodas está inserido no PIM há quase 40 anos, emprega milhares de pessoas e é o segundo mais importante da re-

gião¹. A Honda foi a pioneira dentre as empresas montadoras de motocicletas a se inserir no Polo, inaugurando suas instalações em 1976 com a fabricação da CG 125 (ABRACICLO, 2013).

A Figura 1 apresenta os dados anuais de vendas de motocicletas produzidas no Brasil entre os anos de 1988 e 2013, obtidos junto ao sítio da Abraciclo (2014). Observa-se que até a estabilização econômica em 1994, o número de motos vendidas produzidas no Brasil não passou de duzentas mil unidades por ano. Após esta data, pode-se dizer que as vendas foram crescendo ano após ano até 2008, quando o número de motos vendidas ultrapassou a marca de dois milhões de unidades. A crise econômica mundial derrubou as vendas e a produção de motocicletas no país em 2009, revertendo a tendência ascendente desde 2000. Dois anos depois, em 2011, os dados pré-crise foram novamente alcançados, mas voltaram a cair aos níveis de 2009 já no ano seguinte, em 2012. A Figura 1 também mostra que o mercado interno consome, na maioria dos anos, mais de 90% do total das motocicletas produzidas, indicando que o mercado externo é pouco significativo para a indústria nacional.

Acompanhando o aumento das vendas, tem-se a crescente representatividade das motocicletas no trânsito brasileiro ao longo do tempo, como pode ser visto na Figura 2. Em 2002, as motos não chegavam a 15% da frota circulante total, já em 2013, essa parcela cresceu para mais de um quarto, com aproximadamente 21,6 milhões de unidades nas ruas.

Silva, Cardoso e Santos (2011) atribuem à facilidade de aquisição e de manutenção, assim como à agilidade que as motocicletas oferecem, como as causas que melhor justificam o au-

¹ Precedido pelo setor de eletroeletrônicos.

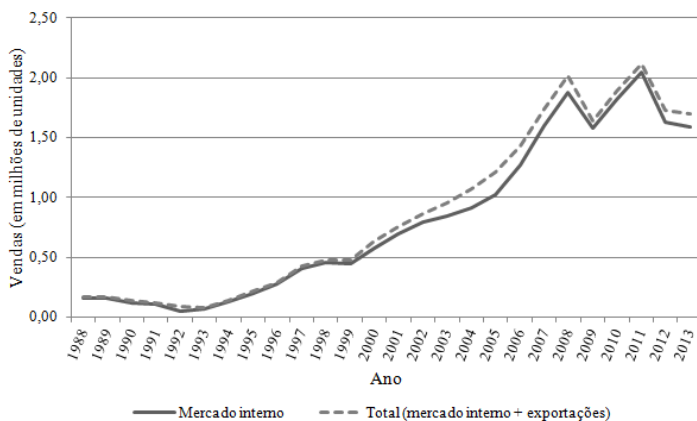


Figura 1 – Vendas de motocicletas produzidas no Brasil (1988-2013).

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Abraciclo (2014).

mento de suas vendas nos últimos anos. Por ser considerado um meio de transporte que dá maior mobilidade nos grandes centros urbanos, tem sido altamente utilizado como meio de locomoção e trabalho, além do tradicional uso das motocicletas como forma de lazer. Ainda segundo os autores, a quantidade de motocicletas em circulação no Brasil indica, de certa forma, uma mudança de gosto, hábito e preferências da população, que, no entanto, não pode ser relacionada com o impacto do preço do petróleo e, conseqüentemente, dos combustíveis, pois o *boom* das vendas ocorreu num momento em que o petróleo não estava em crise.

Quanto à aquisição de motocicletas, de acordo com a [Abraciclo \(2013\)](#), são utilizadas basicamente três modalidades de vendas: a compra à vista, o financiamento e o consórcio. A venda parcelada, via financiamento e consórcio, representa 80%

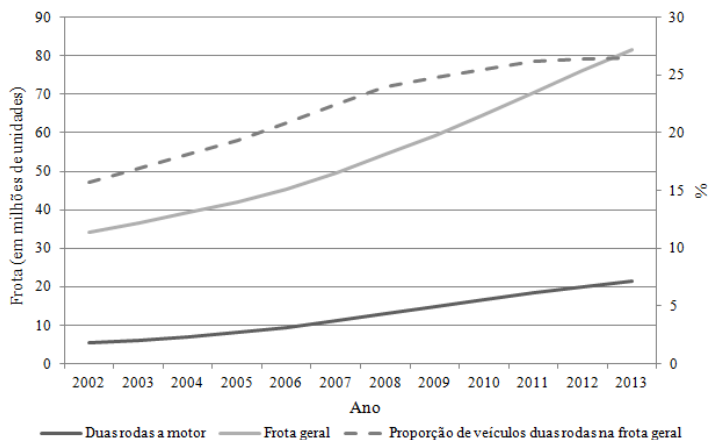


Figura 2 – Frota de veículos circulantes no Brasil (2002-2013).

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Abraciclo (2014).

dos negócios realizados, e os outros 20% são vendas efetuadas à vista ou por meio de parcelas negociadas diretamente com as concessionárias, que variam entre 4 e 6 vezes. Isso explica, em parte, a queda nas vendas em 2009 e após 2012 (Figura 1), pois em momentos de recessão, o crédito tende a se tornar mais escasso e restrito. Quanto aos compradores, as classes C, D e E englobam a grande maioria, sendo que cerca de 48% pertencem apenas às classes de baixa renda, D e E.

As motocicletas diferenciam-se, principalmente, pelas características da categoria à qual pertencem, as cilindradas e a montadora que as produzem, estando seu preço diretamente ligado a essas variáveis. A utilidade do veículo e seu design são as evidências mais marcantes que diferenciam uma categoria da outra; a Revista Duas Rodas (2014) lista onze diferentes categorias

vendidas no Brasil, a saber: Motoneta, Scooter, Street até 150cc, Street até 300cc, Trail, Big Trail, Naked, Custom, Sport, Sport-Touring e Touring². As cilindradas³ (cc) configuram a forma pela qual os consumidores costumam avaliar o desempenho das motos, sendo consideradas de baixa cilindrada as que possuem até 300cc. Já a montadora agrega às suas motocicletas sua tradição e confiabilidade no produto; as montadoras mais tradicionais e que dominam o mercado brasileiro são a Honda e a Yamaha.

De acordo com Abraciclo (2012), as fabricantes nacionais de motocicletas fazem investimentos contínuos em práticas sustentáveis, tanto na ação industrial quanto nos seus lançamentos. Como principal exemplo dessa preocupação, tem-se o desenvolvimento da primeira motocicleta bicomcombustível do mundo, a qual permite a utilização conjunta de combustíveis fóssil e renovável, gasolina e etanol, respectivamente.

Lançadas no mercado em 2009, as motos flex (como são chamadas) já respondem por cerca de 50% da produção nacional. Comparando com o início da adoção do motor flex na indústria nacional de automóveis, observa-se na Figura 3 que a adoção da nova motorização pelo setor duas rodas é menor, aproximadamente 20 pontos percentuais a menos nos cinco primeiros anos de produção. Mas, pelo gráfico, a tendência apresentada é que a produção de motocicletas com motores bicomcombustíveis continue crescendo nos próximos anos. Para a Abraciclo (2012), a motoci-

² As características de cada categoria podem ser encontradas em revistas e em sites especializados, como, por exemplo, em <<http://www.carangas.net/motos-chopper-esportivas-e-street-entre-outras-saiba-a-diferenca/>>.

³ Volume deslocado pelos pistões do motor durante o curso, desde seu ponto mais alto (Ponto Morto Superior) até o mais baixo (ponto Morto Inferior) (Motonline, 2014).

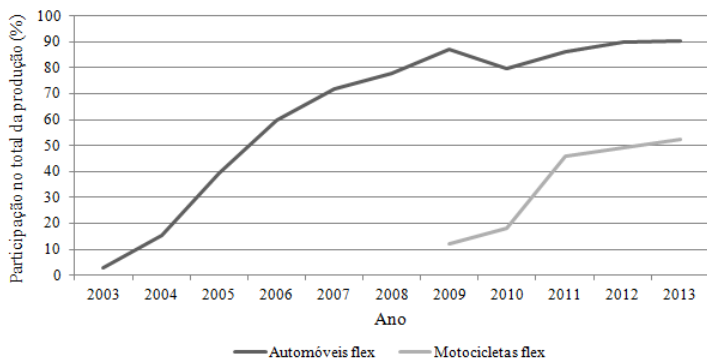


Figura 3 – Participação dos veículos flex no total da produção de automóveis e motocicletas no Brasil (2003-2013).

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Abraciclo (2014) e Anfavea (2014).

cleto adotou e usa cada vez mais o etanol como fonte de redução de emissão de partículas tóxicas no ar, mesmo sendo caracterizada como um veículo de baixo consumo de combustível.

2.1 A Honda

Fundada em 1948 em Hamamatsu, no Japão, a Honda Motor Co. Ltda estendeu rapidamente suas operações para outros países, sobretudo nas décadas de 1960 e 1970. Em 1971 foi inaugurada em São Paulo a Honda Motor do Brasil Ltda com a função de importar e distribuir no Brasil os produtos da empresa, tendo a primeira fase dessas importações iniciado em 1973. A crise mundial do petróleo, na primeira metade da década de 1970, fez com que as importações fossem restringidas pelo governo brasileiro, o que acabou atingindo diretamente os negócios

da Honda no Brasil, reduzindo pela metade seu volume de importações. Querendo crescer e se consolidar no mercado brasileiro, e estando pressionada pelas restrições impostas à importação, como estratégia, a Honda optou por instalar uma fábrica em Manaus, na recente área de livre comércio criada pelo governo brasileiro em 1967 (HONDA, 1997 apud ANDRADE; VALLE, 2011).

A produção de veículos sobre duas rodas no Brasil está historicamente ligada à ida da Honda para Manaus. Como primeira empresa do setor a instalar uma unidade produtiva na Zona Franca de Manaus, em 1975, a Honda tinha como objetivo produzir motocicletas para o mercado interno brasileiro, cuja produção teve início já em 1976. Denominada como Moto Honda da Amazônia (MHA), sua instalação em Manaus deveu-se a um conjunto de fatores que eram atrativos para as empresas que se instalassem na área de livre comércio da cidade, tais como: as facilidades de importação, incentivos fiscais, e as características do mercado de trabalho local, que favorecia o treinamento segundo os princípios práticos e filosóficos da empresa (ANDRADE; VALLE, 2011).

Segundo [Andrade e Valle \(2011\)](#), a MHA reestruturou sua produção e gestão no decorrer das décadas de 1980 e 1990. Frente ao crescente aumento no preço dos combustíveis, em função da crise do petróleo, a MHA lançou em 1981 a primeira motocicleta do mundo movida a álcool. Contudo, a queda no PIB brasileiro, o crescimento das taxas de inflação e o aumento do desemprego no país contribuíram para que o consumo de motocicletas no mercado nacional sofresse uma forte queda. Para contornar a crise, a Honda criou, em 1985, uma filial da MHA

em São Paulo, a fim de reduzir algumas despesas administrativas e alguns custos fiscais. Outras medidas adotadas foram a criação do Consórcio Nacional Honda (CNH), em 1981, a implantação de práticas de gestão japonesas já utilizadas em sua matriz no Japão, e começou a exportar para outros países do continente americano, África, Europa e Oriente Médio.

O primeiro modelo de motocicleta produzido pela MHA foi a CG 125 com motor a quatro tempos. Passando por inúmeras alterações⁴, incluindo o aumento de cilindrada para 150 centímetros cúbicos, a CG é fabricada de 1976 até hoje (PEREIRA, 2013). Recentemente, em março de 2009, a CG 150 recebeu uma importante alteração em seu motor, o qual passou a rodar concomitantemente com dois tipos de combustíveis, ou seja, a motocicleta mais vendida da Honda, e do Brasil, passou a ser o primeiro modelo do mundo a contar com um motor flex (gasolina/etanol), a mesma tecnologia já utilizada na maioria dos automóveis produzidos no Brasil. Posteriormente, outros modelos da marca também receberam motores bicombustíveis, a saber: BIZ 125 (Jan./2011); NXR 150 Bros (Nov./2009); XRE 300 (Fev./2013); e, CB 300R(Fev./2013)⁵.

A Honda é a marca líder de vendas no mercado nacional, tendo atingido em 2013 a marca de 18 milhões de motocicletas produzidas em sua planta localizada em Manaus (HONDA, 2014). Seu *Market share* gira em torno de 80% ao longo dos últimos anos no Brasil, muito acima de suas concorrentes, que ficam com apenas 1/5 do mercado nacional (Figura 4). A Honda teve

⁴ Para maiores informações acerca da história da motocicleta Honda CG, acessar: <<http://g1.globo.com/carros/motos/noticia/2013/07/relembre-historia-da-honda-cg.html>>.

⁵ Entre parênteses, mês e ano em que as motocicletas passaram a ser vendidas com motorização flex.

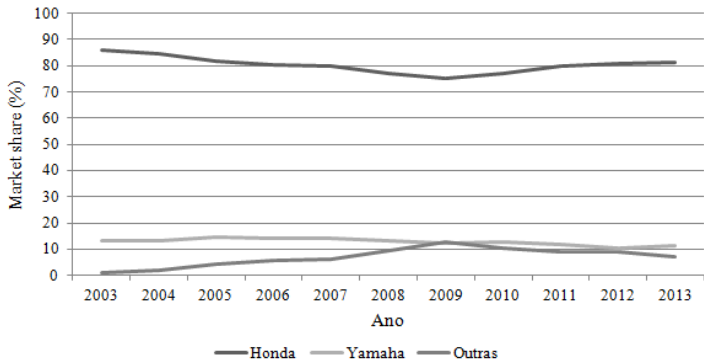


Figura 4 – Market share das fabricantes de motocicletas no Brasil (2003-2013).

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Abraciclo (2014).

um papel importante para motorizar o Brasil e seu sucesso se deve a diversos fatores que, dentre alguns já citados, segundo [Messeder \(2014\)](#), soma-se também a ampla rede de concessionárias e assistência técnica do país, com mais de 1.200, e seu pioneirismo inovador em diversas áreas.

3 A ABORDAGEM DO CONTROLE SINTÉTICO

3.1 Contextualização e aplicações

A abordagem do controle sintético foi desenvolvida e empregada pela primeira vez por [Abadie e Gardeazabal \(2003\)](#). Em seu trabalho, os autores buscaram investigar os efeitos econômicos dos conflitos, utilizando como estudo de caso o conflito terrorista do País Basco. Nesse estudo, eles encontraram que, após a eclosão do terrorismo no fim dos anos 1960, o PIB per capita no País Basco caiu cerca de 10 pontos percentuais em relação à região de controle sintético sem terrorismo. Encontraram também que, durante o período de trégua, de 1998 a 1999, os estoques das empresas que possuíam parte significativa dos seus negócios no País Basco, apresentaram uma performance relativa positiva quando a trégua se tornou crível, e uma performance relativa negativa ao fim do cessar-fogo.

Mas por que utilizar a metodologia do controle sintético nesse estudo? Segundo [Abadie e Gardeazabal \(2003\)](#), a maioria da literatura empírica sobre os efeitos dos conflitos políticos sobre as variáveis econômicas usam dados *cross section* a nível de país¹, no entanto, um potencial problema encontrado nessa literatura é que parte da associação observada entre os conflitos políticos e as variáveis econômicas entre os países acredita-se ser

¹ Os autores citam em seu trabalho diversos autores que fizeram tal análise, a saber: Venieris e Gupta (1986); Alesina e Perotti (1996); Barro (1991); Mauro (1995); e, Alesina et al. (1996).

gerada por causalidade reversa.

Técnicas de variáveis instrumentais podem ser usadas para corrigir a causalidade reversa, contudo, a validade dos instrumentos nas regressões entre países tem sido frequentemente questionada². Outra potencial deficiência dos estudos baseados em dados a nível de país é que os conflitos políticos em diferentes países podem ser radicalmente diferentes em sua natureza, logo, essa heterogeneidade pode criar problemas quando se compara as experiências de diferentes países e se interpreta os resultados (ABADIE; GARDEAZABAL, 2003).

Segundo Abadie, Diamond e Hainmueller (2014), o método de controle sintético fornece uma forma sistemática para selecionar unidades de comparação em casos de estudos comparativos, especialmente nos casos onde se tem apenas uma unidade que sofreu intervenção. O método se baseia na observação de que, quando as unidades de análise são entidades agregadas, uma combinação de unidades do grupo de comparação (a qual é chamada de controle sintético) geralmente reproduz melhor as características da unidade de interesse que se fosse utilizado apenas uma única unidade comparativa. Considerando isso, o contrafactual no método de controle sintético é formado com base na média ponderada de todas as potenciais unidades de comparação que melhor se assemelham às características da unidade de interesse. Uma vez que diversas políticas de intervenção e outros eventos de interesse das ciências sociais ocorrem em um nível agregado (países, regiões, cidades, etc.) e afetam um pequeno número de unidades agregadas, a aplicabilidade potencial do método do controle sintético para estudos de casos compa-

² Ver, por exemplo, Mankiw, Phelps e Romer (1995).

rativos é bastante amplo, especialmente nas situações em que o método tradicional de regressão não é apropriado (ABADIE; DIAMOND; HAINMUELLER, 2010).

Abadie, Diamond e Hainmueller (2010) aplicaram também a metodologia do controle sintético para investigar os efeitos da Propositon 99, um programa de controle tabagista de larga escala implementado no Estado da Califórnia, nos Estados Unidos da América, em 1998. Nele, os autores identificaram que após a passagem da Proposition 99, o consumo de tabaco caiu significativamente na Califórnia em relação a uma região de controle sintético comparável, cujo resultado apresentou uma venda per capita de 26 embalagens a menos do que seria vendido caso não tivesse a Preposition 99.

Noutro trabalho, Abadie, Diamond e Hainmueller (2014) analisaram com a metodologia do controle sintético o impacto da reunificação alemã em 1990, um estudo de caso que examina as consequências econômicas da integração política. Eles construíram uma Alemanha Ocidental como uma combinação convexa de outros países com industrialização avançada, escolhidos de forma que mimetizassem os valores dos preditores econômicos da Alemanha Ocidental antes da reunificação. Os resultados obtidos pelos autores mostraram que a Alemanha Ocidental sintética, gerada para replicar a tendência do PIB *per capita* que a Alemanha Ocidental teria experimentado na ausência da reunificação que ocorreu em 1990, apresentou um desempenho melhor no aumento do PIB *per capita* após dois anos de unificação que a Alemanha unificada, ou seja, a unificação teria gerado um efeito negativo sobre a renda da Alemanha Ocidental.

No Brasil, dentre os trabalhos encontrados que utiliza-

ram a abordagem do controle sintético, têm-se os artigos de [Ribeiro et al. \(2014\)](#), que investigou o custo econômico do excesso de chuvas ocorrido em Santa Catarina entre os meses de novembro a dezembro de 2008, e o de [Ribeiro, Stein e Kang \(2011\)](#), que analisaram o impacto das instituições socialistas implementadas em Cuba depois da Revolução de 1959 no nível da renda *per capita* do país. O texto para discussão de [Carrasco, Mello e Duarte \(2014\)](#), que por meio do controle sintético, mostra que, apesar dos avanços ocorridos durante o governo petista, iniciado pelo ex-presidente Lula (2003-2012), o Brasil teve um desempenho muito aquém do que poderia ter tido, quando comparado ao seu contrafactual, construído com base em outros países emergentes.

Outro texto que faz uso dessa abordagem é o de [Corseuil, Foguel e Heckher \(2013\)](#), cujo objetivo foi de avaliar os efeitos dos pisos salariais introduzidos no Paraná e em São Paulo sobre alguns indicadores do mercado de trabalho. Para os autores,

A estratégia empírica consagrada na literatura internacional para identificar o efeito de pisos salariais estaduais sobre indicadores do mercado de trabalho é o método de diferenças em diferenças³. (...) [O controle sintético] torna esta estratégia mais flexível que a de diferenças em diferenças, uma vez que, por construção, ela procura “sintetizar” um grupo de controle similar ao grupo tratado antes da intervenção. Ademais, o modelo por trás da estratégia proposta por Abadie, Diamond e Hainmueller (2010) é mais geral que o de diferenças em diferenças

³ Os autores citam Card (1992) e, principalmente, Card e Krueger (1994) como os grandes responsáveis pela consagração dessa estratégia, no contexto de avaliações de pisos salariais.

(CORSEUIL; FOGUEL; HECKHER, 2013, p. 7–8).

Já o trabalho elaborado por [Goldemberg \(2014\)](#), que buscou avaliar o impacto da criação de linhas de financiamento ao parque exibidor cinematográfico brasileiro, não obteve bons resultados para mostrar que o programa teve efeito, utilizando a metodologia do controle sintético. Segundo a autora, não foi possível identificar uma contribuição positiva da política de crédito quando se confronta o desempenho individual dos exibidores beneficiados com o de seus respectivos controles sintéticos, medido pela evolução das variáveis número de salas e público, assim como não se conseguiu identificar uma contribuição positiva da política num possível efeito agregado, considerando a evolução do número de ingressos *per capita* no Brasil.

E, o artigo de [Neto et al. \(2013\)](#), que tinha como objetivo avaliar o impacto do programa estadual Pacto pela Vida sobre as taxas de homicídios do Estado de Pernambuco. Esse programa, de acordo com os autores, foi implantado pelo governo do referido Estado em 2007, colocando em prática um conjunto de estratégias policiais e de prevenção do crime, com foco na redução de homicídios. Ao utilizar o método do controle sintético para criar um contrafactual para o estado de Pernambuco, que serviria como comparação para evolução da taxa de homicídios no Estado na ausência do programa Pacto pela Vida, obteve-se que o estado do Espírito Santo contribuiria com 100% para o contrafactual. Ou seja, comparou-se o estado de Pernambuco com o do Espírito Santo e, com base nas suas taxas de homicídios, concluiu-se que houve uma redução de cerca de 17,3% em relação aos níveis dessa taxa em vigor no ano de implementação

do Programa.

Como apresentado acima, a abordagem do controle sintético é aplicada nos casos cujo objetivo seja o de criar uma unidade de comparação para outra composta por dados agregados. Mas e se ela fosse aplicada para criar um contrafactual para uma unidade que não possui dados agregados, ou seja, que possui apenas suas características particulares? Isso é o que se pretende fazer na sequência, utilizando as motocicletas como unidades. Elas não dispõem de dados agregados na sua composição, mas possuem características em comum que variam de um modelo para outro, como, por exemplo, as cilindradas, design, montadora, potência, preço, etc.

Também poderia ser aplicado o controle sintético da forma tradicional para analisar o objeto de estudo desta pesquisa, tendo o Brasil (constituído de dados agregados) como unidade tratada. No entanto, para isso, seria necessário possuir a série de vendas das motocicletas que sofreram intervenção no Brasil e a mesma série de vendas das motocicletas, sem que tenham sofrido intervenção, para outros países, montando um controle sintético para o Brasil com base nas características que determinam o consumo dos veículos duas rodas a motor pelos consumidores. Mas, por um lado, fazer isso da forma tradicional seria inviável, dado que os modelos de motocicletas e suas características variam bastante de um país para outro, e, por outro, se fosse analisar a série de vendas das motocicletas sem o controle sintético, a econometria tradicional também teria suas limitações para este caso.

3.2 Formalização do método para o caso das motocicletas

Com o objetivo de verificar se as vendas das motocicletas Honda CG 150, BIZ 125 e NXR 150 no Brasil foram afetadas significativamente pela implantação em seus modelos do motor bicombustível, uma vez que foram as primeiras de suas categorias a adotar tal tecnologia, este trabalho pretende aplicar a metodologia do controle sintético para a construção de grupos de comparação apropriados à análise, com o desafio de fazer uso de dados que se diferenciam dos utilizados geralmente por essa abordagem, ou seja, sem se tratar de observações que possuam dados agregados. Apresenta-se a seguir a metodologia de estimação do controle sintético com base em [Abadie, Diamond e Hainmueller \(2010\)](#), adaptando-a para o caso das vendas das motocicletas Honda citadas acima com motor bicombustível.

Formalmente, considera-se que existam $J + 1$ modelos de motocicletas (unidades) à venda no Brasil. Supõe-se também, sem perda de generalidade, que apenas o primeiro modelo é submetido à inovação tecnológica (intervenção) em determinada data, restando J modelos como potenciais controles. Definem-se Y_{it}^N como o valor observado⁴ para as vendas do modelo i no tempo t na ausência da intervenção, com $i = 1, \dots, J + 1$ e $t = 1, \dots, T$; T_0 o número de períodos pré-intervenção, com $1 \leq T_0 < T$; e, Y_{it}^I o valor observado para unidade i no tempo t se a unidade i sofrer a intervenção nos períodos $T_0 + 1$ a T . Assume-se que a intervenção não tem efeito sobre o resultado antes do período de sua implementação, ou seja, as vendas das motocicletas que sofreram intervenção não sofreram alterações

⁴ Ou uma transformação monotônica crescente das mesmas.

em função da utilização do motor flex antes que ele fosse de fato instalado nos modelos, dessa forma, para todo $t \in \{1, \dots, T_0\}$ e $i \in \{1, \dots, J + 1\}$, tem-se que $Y_{it}^I = Y_{it}^N$. Considerando $\alpha_{it} = Y_{it}^I - Y_{it}^N$ o efeito da intervenção para o modelo i no tempo t , se a unidade i tiver sido exposta à intervenção nos períodos $T_0 + 1, T_0 + 2, \dots, T$, tem-se que: $Y_{it}^I = Y_{it}^N + \alpha_{it}$.

Sendo D_{it} um indicador que recebe valor um se a unidade i sofre intervenção no tempo t e valor zero caso contrário, pode-se inferir que o resultado observado para unidade i no tempo t é $Y_{it} = Y_{it}^N + \alpha_{it}D_{it}$. Como apenas o primeiro modelo sofre a intervenção e somente após o período T_0 , tem-se que:

$$D_{it} = \begin{cases} 1 & \text{se } i = 1 \text{ e } t > T_0, \\ 0 & \text{caso contrário.} \end{cases}$$

Assim, busca-se estimar $(\alpha_{1T_0+1}, \dots, \alpha_{1T})$. Para $t > T_0$, tem-se: $\alpha_{1t} = Y_{1t}^I - Y_{1t}^N = Y_{1t} - Y_{1t}^N$.

Como Y_{1t}^I é observado, para estimar α_{1t} precisa-se apenas estimar Y_{1t}^N . Suponha que Y_{1t}^N é determinado por um modelo de fatores:

$$Y_{it}^N = \delta_t + \theta_t Z_i + \lambda_t \mu_i + \varepsilon_{it}, \quad (3.1)$$

em que: δ_t representa um fator comum entre as unidades, que captura, por exemplo, os efeitos de políticas macroeconômicas; Z_i é um vetor de dimensão $r \times 1$ de covariadas observáveis, como, por exemplo, as cilindradas e a potência; θ_t é um vetor $1 \times r$ de parâmetros desconhecidos, tais como o efeito marca e design; λ_t é um fator comum desconhecido, com pesos μ_i , entre as unidades; e, ε_{it} são os termos de erro, ou seja, choques transitórios não observáveis a nível de modelo com média zero para todo i .

Considere um vetor $J \times 1$ de pesos $W = (w_2, \dots, w_{J+1})'$ tal que $w_j \geq 0$ para $j = 2, \dots, J+1$ e $w_2 + \dots + w_{J+1} = 1$. Cada valor particular do vetor W representa um potencial controle sintético, ou seja, uma média ponderada de unidades de controle. O valor da variável de resultado para cada controle sintético indexado por W é:

$$\sum_{j=2}^{J+1} w_j Y_{jt} = \delta_t + \theta_t \sum_{j=2}^{J+1} w_j Z_j + \lambda_t \sum_{j=2}^{J+1} w_j \mu_j + \sum_{j=2}^{J+1} w_j \varepsilon_{jt}.$$

Definido o vetor $K = (k_1, \dots, k_{T_0})'$ com tamanho $T_0 \times 1$ como uma combinação linear de resultados pré-intervenção, tem-se: $\bar{Y}_i^K = \sum_{s=1}^{T_0} k_s Y_{is}$. Considerando, para simplificar, o caso $k_1 = k_2 = \dots = k_{T_0} = 1/T_0$, o qual resulta em $\bar{Y}_i^K = T_0^{-1} \sum_{s=1}^{T_0} Y_{is}$, teria-se uma simples média das variáveis de resultado para os períodos anteriores à intervenção.

Suponha que se possa escolher $(w_2^*, \dots, w_{J+1}^*)'$ tal que:

$$\sum_{j=2}^{J+1} w_j^* \bar{Y}_j^K = \bar{Y}_1^K \quad \text{e} \quad \sum_{j=2}^{J+1} w_j^* Z_j = Z_1. \quad (3.2)$$

Dessa forma, percebe-se que, se $\sum_{s=1}^{T_0} \lambda_s / T_0 \neq 0$, então,

$$\begin{aligned} Y_{1t}^N - \sum_{j=2}^{J+1} w_j^* Y_{jt} &= \frac{\lambda_t}{\sum_{s=1}^{T_0} \lambda_s / T_0} \sum_{j=2}^{J+1} w_j^* \frac{1}{T_0} \sum_{s=1}^{T_0} (\varepsilon_{js} - \varepsilon_{1s}) \\ &\quad - \sum_{j=2}^{J+1} w_j^* (\varepsilon_{jt} - \varepsilon_{1t}). \end{aligned} \quad (3.3)$$

Abadie, Diamond e Hainmueller (2010) mostram que a média do lado direito da equação 3.3 será próxima de zero se o número de períodos pré-intervenção for grande em relação à escala dos

choques transitórios. Isso sugere que se pode utilizar, para $t \in \{T_0 + 1, \dots, T\}$,

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

como um estimador para α_{1t} . Uma vez que a equação 3.2 terá um valor exato apenas se (\bar{Y}_1^K, Z_1) pertencer ao conjunto $\{(\bar{Y}_2^K, Z_2), \dots, (\bar{Y}_{J+1}^K, Z_{J+1})\}$, e como isso dificilmente ocorre na prática, o modelo do controle sintético é selecionado tal que a equação 3.2 seja obtida de forma aproximada.

Na implementação do modelo, considera-se $X_1 = (Z'_1, \bar{Y}_1^{K_1}, \dots, \bar{Y}_1^{K_M})'$ como um vetor $k \times 1$ de características pré-intervenção para o modelo exposto, com $k = r + M$. De forma análoga, X_0 é uma matriz $k \times J$ que contém as mesmas variáveis para os modelos que não receberam o motor bicombusível, em que a j -ésima coluna de X_0 é $(Z'_j, \bar{Y}_j^{K_1}, \dots, \bar{Y}_j^{K_M})'$. O vetor W^* é selecionado de forma a minimizar a distância, $\|X_1 - X_0W\|$, entre X_1 e X_0W , sujeito a $w_2 \geq 0, \dots, w_{J+1} \geq 0, w_2 + \dots + w_{J+1} = 1$. Em particular, considera-se $\|X_1 - X_0W\|_V = \sqrt{(X_1 - X_0W)'V(X_1 - X_0W)}$, em que V é uma matriz simétrica positiva semi-definida $k \times k$, que atribui pesos às covariadas de acordo com seu poder preditivo sobre o resultado.

Embora qualquer escolha de V seja inferencialmente válido, a seleção do V influencia o valor da Raiz do Erro Quadrático Médio da Predição (REQMP). Como V é simétrica e positiva semi-definida, existem duas matrizes $k \times k$, U e A , tais que as linhas de U formam uma base ortonormal de \mathbb{R}^k , A é diagonal com todos os elementos da diagonal principal $(\{a_{nn}\}_{n=1}^k)$ maiores ou iguais a zero, e $V = U'AU$. Como consequência, o vetor W^* minimiza $(H_1 - H_0W)'A(H_1 - H_0W)$, sujeito a

$w_2 \geq 0, \dots, w_{J+1} \geq 0, w_2 + \dots + w_{J+1} = 1$, em que $H_1 = UX_1$ e $H_0 = UX_0$. Em suma, a matriz V atribui pesos a_{nn} às combinações lineares das características em X_0 e X_1 com coeficientes u_n e a escolha ótima de V dá pesos à combinação linear das variáveis em X_0 e X_1 tal que seja minimizado a raiz do erro quadrático médio da predição do controle sintético. A escolha de V pode também ser controlada pelos dados. Uma possibilidade é escolher V tal que o modelo resultante do controle sintético se aproxime da trajetória da variável de resultado da unidade afetada nos períodos pré-intervenção.

De acordo com [Abadie, Diamond e Hainmueller \(2010\)](#), técnicas de inferência utilizadas para grandes amostras não se adequam bem aos estudos de casos comparativos quando o número de unidades no grupo de comparação e o número de períodos na amostra são relativamente pequenos. Assim, os autores propõem em seu artigo técnicas inferenciais exatas, semelhantes a testes de permutação, para se fazer inferência em casos de estudos comparativos. O método proposto gera informações inferenciais independentemente do número de unidades de comparação disponíveis, do número de períodos de tempo e se os dados são individuais (micro) ou agregados (macro), embora a qualidade de alguns testes de inferência aumentem com o número de unidades de comparação disponíveis.

[Abadie, Diamond e Hainmueller \(2010\)](#), com base em [Abadie e Gardeazabal \(2003\)](#), propõem como forma de se fazer inferência a utilização de estudos placebos. Técnica essa que tem como objetivo aplicar o método de controle sintético para cada potencial controle da amostra, permitindo dessa forma avaliar se o efeito estimado pelo controle sintético para o modelo afetado

pela intervenção é grande em relação ao efeito estimado para um modelo qualquer escolhido de forma aleatória. Contudo, em função das características das séries de dados das vendas, utilizada neste trabalho, que oscilam bastante durante o período analisado e não apresentam qualquer tendência, serão executados testes de validação cruzada do tipo *leave-one-out*, inspirados no trabalho de Goldemberg (2014), como forma de se fazer inferência dos controles sintéticos estimados.

Nos testes de validação cruzada do tipo *leave-one-out*, são simulados novos controles sintéticos com a exclusão de um preditor ou de uma unidade do grupo de doadores e comparado o resultado com o controle sintético estimado originalmente. No caso de se conseguir resultados semelhantes entre as séries, na ausência de um preditor ou uma unidade do grupo de doadores, pode-se inferir que o resultado estimado seja válido.

4 DADOS

Este trabalho utiliza, inicialmente, um painel composto por dados trimestrais das vendas de 23 modelos de motocicletas vendidas no Brasil, durante o período que vai do primeiro trimestre de 2005 ao quarto trimestre de 2012. Assume-se o primeiro trimestre de 2009 como o período de início do tratamento para a motocicleta Honda CG 150, o quarto trimestre de 2009 como o período que ocorreu a intervenção para a NXR 150, e, o primeiro trimestre de 2011 para a BIZ 125, pois as vendas dessas motocicletas com o motor bicomcombustível iniciaram nesses períodos.

Os dados foram agregados por trimestres para reduzir a variância das séries, elevada quando utilizado dados mensais, e para se manter um bom tamanho de informações pré-intervenção, que seria fortemente reduzida no caso de se utilizar dados anuais. Assim, também, já se eliminaram eventuais problemas de sazonalidade. Considera-se o primeiro trimestre de 2005 o início do período amostral, pois é a partir dessa data que se tem um conjunto razoável de motocicletas para se utilizar como unidades comparativas, uma vez que para o cálculo do controle sintético, as séries não podem apresentar dados faltantes do início ao fim do período analisado. E, tem-se 2012 como o fim do período de análise devido à disponibilidade dos dados na data em que o trabalho foi feito. Além do mais, com a entrada de novos modelos bicomcombustíveis no mercado, os efeitos exclusivos do aumento nas vendas das motocicletas que sofreram inovação

em decorrência do motor flex tende a perder seu efeito.

Utilizando a CG 150 como exemplo, a CG 150 sintética é construída com base numa média ponderada de potenciais motocicletas controle, tal que os pesos escolhidos resultem numa CG 150 sintética que melhor reproduza os valores de um conjunto de preditores de vendas da motocicleta antes da implantação do motor bicombustível. Refere-se ao conjunto de potenciais controles para a CG 150 como “grupo de doadores”¹, assim chamado por [Abadie, Diamond e Hainmueller \(2010\)](#). Esperando-se que a CG 150 sintética reproduza as vendas que seriam observadas para a CG 150 na ausência da implantação do motor bicombustível, eliminam-se do grupo de doadores as motocicletas vendidas no Brasil, independente da montadora, que saíram de linha antes de março de 2009 e aquelas que começaram a ser vendidas após esta data, dada a necessidade de dados antes e depois da intervenção para aplicar o controle sintético, e, também, as motocicletas que receberam motor flex no decorrer da série de vendas.

Modelos de motocicletas que foram substituídas por outras e os modelos que tenham sofrido alguma modificação em seus nomes², mas que mantiveram suas características básica, foram consideradas como um único modelo. O grupo de doadores utilizados contempla os seguintes modelos: BIZ 125; CG 150; NXR 150; POP 100; CG 125; CRF 230; Hornet 600; Shadow 750; NEO AT115; YBR 125; TTR 125; XTZ 125; TTR 230; YS

¹ *Donor pool*.

² BIZ 125 (anteriormente vendida como C 100 Dream); CG 150 (optou-se por unir as vendas da CG 150 Titan com a CG 150 Fan pelo fato de ambas serem vendidas com motor flex); CG 125; CB 600; Shadow 750; YBR 125; XT 660; e, Harley-Davidson 1600 (em que todas as unidades que poderiam servir como unidades de comparação foram transformadas numa única unidade, dado que possuíam a mesma cilindrada e características).

250; XTZ 250; XT 660; Comet 250; Comet GTR250; Mirage 250; Harley-Davidson³ 1600; Super 100; Kansas 150; e, Speed 150.

Mesmo separando os dados de 2005 a 2012, alguns modelos começaram a ser vendidos após 2005. Dessa forma, existe um *trade-off* entre o número de observações das séries pré-intervenção e o número de doadores, pois, para que mais modelos participem do grupo de doadores, mais tarde a análise das séries de vendas deve iniciar. Por isso, diversas tentativas são feitas para avaliar qual o número de doadores e o período pré-intervenção que gera o melhor controle sintético para as motocicletas analisadas.

As vendas totais mensais de motocicletas no Brasil por modelo, variável de interesse deste trabalho, são obtidas junto à Abraciclo. Os poucos dados omissos existentes foram substituídos pela média dos valores mais próximos na série temporal de vendas, dada a impossibilidade de estimação do modelo quando faltam observações intermediárias nesta variável. Como preditores de vendas, utilizam-se as cilindradas e a potência das motocicletas, em que as cilindradas de cada motocicleta encontram-se no próprio relatório de vendas disponibilizado pela Abraciclo e a potência foi obtida na ficha técnica de cada motocicleta, disponibilizadas pelas montadoras e por sites especializados⁴.

As características qualitativas não são passíveis de mensuração analítica, o que as desqualifica como preditores. Os preços possuem relação direta com as cilindradas e a potências das motos, por isso, e em função de sua variação ao longo do tempo, que não se encontram disponíveis, optou-se por não utilizá-los.

³ Abreviado nas tabelas e gráficos como H-D.

⁴ Por exemplo, Revista Quatro Rodas e Turismo2Rodas.

Modelo	Cilindradas	Potência máxima (cv)	Média trimestral de vendas	Início da série (ano/trim.)
Honda BIZ 125	125	9,1	47.639	2005/3
Honda CG 150	150	14,2	98.381	2005/1
Honda NXR 150	150	13,8	34.123	2005/1
Honda POP 100	100	6,17	21.120	2007/1
Honda CG 125	125	11,6	79.559	2005/1
Honda CRF 230	230	19,3	1.681	2006/4
Honda CB Hornet 600	600	102	1.293	2005/1
Honda Shadow 750	750	45,5	457	2004/4
Yamaha NEO AT 115	115	8,3	2.554	2005/1
Yamaha YBR 125	125	10,2	28.669	2005/2
Yamaha TTR 125	125	10	189	2008/2
Yamaha XTZ 125	125	9,9	5.423	2005/1
Yamaha TTR 230	230	14	289	2008/2
Yamaha YS 250	250	20,9	7.822	2007/1
Yamaha XTZ 250	250	20,7	3.640	2006/4
Yamaha XT 660	660	48	614	2005/1
Kasinski Comet 250	250	29,4	225	2005/1
Kas. Comet GT 250R	250	32,1	575	2007/4
Kasinski Mirage 250	250	29,4	283	2005/1
Harley-Davidson	1600	125	508	2006/3
Dafra Super 100	100	6	1.519	2008/1
Dafra Kansas 150	150	12	2.117	2008/2
Dafra Speed 150	150	12	5.159	2008/3

Tabela 1 – Resumo dos dados.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Abraciclo (2014) e Revista Quatro Rodas (2014).

O resumo dos dados utilizados para análise são apresentados na Tabela 1, onde são apresentados os dados referentes às cilindradas, potência máxima, média trimestral de vendas e a data em que a série de dados das vendas teve início.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos testes realizados, observando a raiz do erro quadrático médio da predição (REQMP), optou-se por utilizar as séries dos dados das motocicletas a partir do primeiro trimestre de 2007. Dessa forma, mais modelos de motocicletas podem ser utilizados no grupo de doadores, em comparação ao caso de se utilizar os dados desde 2005, sem que se perca muitas observações antes do período de intervenção, em comparação ao caso de se utilizar os dados após o segundo trimestre de 2008¹.

Assim, em suma, o período de análise tem início no primeiro trimestre de 2007 e fim no quarto trimestre de 2012, utilizando no grupo de doadores os seguintes modelos: POP 100; CG 125; CRF 230; Hornet 600; Shadow 750; NEO AT115; YBR 125; XTZ 125; YS 250; XTZ 250; XT 660; Comet 250; Mirage 250; Harley-Davidson 1600. Ao estimar os resultados, percebeu-se que eles diferem significativamente entre a CG 150 e a BIZ 125 e a NXR 150. Assim, para melhor apresentação, cabe analisar de forma separada a motocicleta CG 150 das demais. Por fim, para se fazer inferência, são apresentados os testes de validação cruzada.

¹ Quando todos os modelos citados na Tabela 1 tornam-se disponíveis.

5.1 CG 150

Comparando-se as séries das vendas das motocicletas mais vendidas do grupo de doadores com a das vendas da CG 150, ao longo do período amostral, observa-se na Figura 5 que a CG 150 possui venda trimestral significativamente maior que as vendas de suas concorrentes, com exceção da CG 125. Percebe-se visualmente, também, a ausência de tendência ascendente ou decrescente das séries e a oscilação que ocorre nas vendas das motocicletas no Brasil, caracterizando sua dependência das condições de mercado, como, por exemplo, pode ser visto na queda acentuada nas vendas no período de crise internacional em 2009 e posterior recuperação com o aquecimento da economia interna.

Aplicando o controle sintético para recriar as vendas da motocicleta CG 150 no caso de ela não ter recebido o motor bicombustível, pode-se observar na Figura 6 que a série de vendas da CG 150 sintética estimada não mimetiza, na maior parte do período pré-intervenção², as vendas da CG 150, além de se obter um REQMP de 20.500,11. Ao analisar a Tabela 2, que mostra os pesos dados a cada um dos modelos do grupo de doadores, descobre-se o por quê desse resultado. O controle sintético estimado atribuiu peso 1 para a CG 125 e 0 para as demais unidades, ou seja, utilizou unicamente a CG 125 para representar o contrafactual da CG 150.

Dessa forma, com base nos resultados obtidos, cabe inferir que o controle sintético estimado não seja um bom contrafactual, até mesmo por que, quando comparado o balanço dos preditores, observa-se que a média das variáveis do modelo tra-

² Nos gráficos, a linha vertical pontilhada indica o período em que ocorre a intervenção.

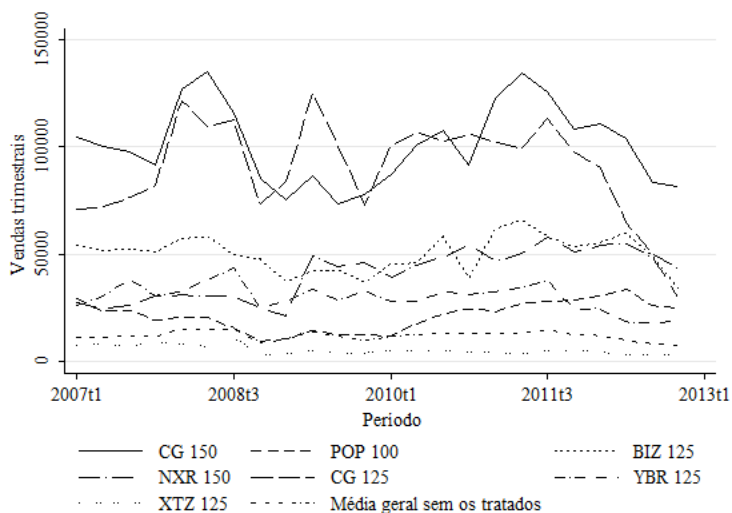


Figura 5 – Serie de vendas das motocicletas mais vendidas no Brasil (2007t1-2012t4).

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Abraciclo (2014).

tado difere bastante das do modelo sintético (Tabela 3).

Um exemplo encontrado onde esse problema possivelmente também ocorreu foi no trabalho de Neto et al. (2013), apresentado na Seção 3.1. Ocorre que, no caso apresentado no trabalho de Neto et al. (2013), que apenas uma unidade do grupo de doadores foi utilizada para formar a região sintética de comparação, a abordagem do controle sintético perde seu sentido, uma vez que ele não criou um contrafactual com base num conjunto de unidades utilizadas como controle. Mas por que a metodologia indicou que o melhor contrafactual para o estado de Pernambuco seria exclusivamente o estado do Espírito Santo? Porque o con-

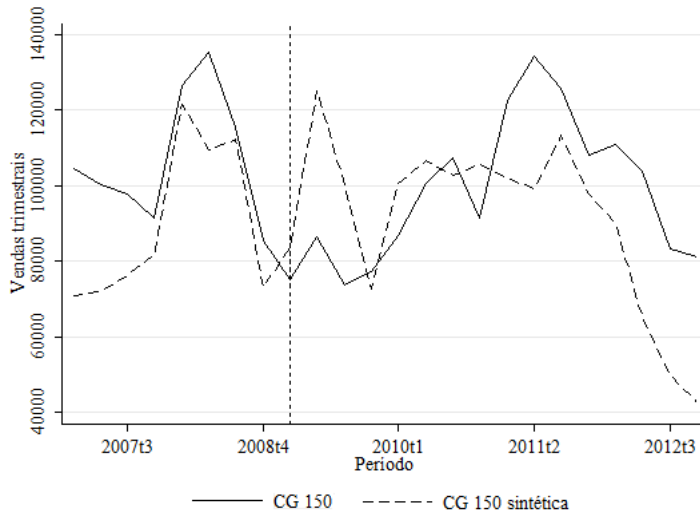


Figura 6 – Controle sintético CG 150 - dados originais.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Abraciolo (2014).

trole sintético busca minimizar a raiz do erro quadrático médio da predição, ou seja, ele vai buscar a combinação das séries, ou a série, que minimize tal medida.

Observa-se que, no período pré-intervenção (1996-2006), utilizado para montar o vetor de pesos (W), o estado de Pernambuco possuía, em média, a maior taxa de homicídios dentre todos os Estados do Brasil, seguido pelo Rio de Janeiro e pelo Espírito Santo³. Dessa forma, por ter a maior taxa de todas, e pela taxa de homicídios também ser utilizada como preditor, seria improvável que qualquer combinação das taxas de homicídios dos demais Estados reduziria o REQMP estimado. Logo, a

³ De acordo com os dados SIM-DATASUS, obtido no IPEADATA (2014).

Motocicleta	Peso da unidade
POP 100	0
CG 125	1
CRF 230	0
Hornet 600	0
Shadow 750	0
Neo AT 115	0
YBR 125	0
XTZ 125	0
YS 250	0
XTZ 250	0
XT 660	0
Comet 250	0
Mirage 250	0
H-D 1600	0

Tabela 2 – Pesos dos modelos para construção da CG 150 sintética - dados originais.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Abraciclo (2014).

	Tratado	Sintético
cc	150	125
Potência	14,2	11,6
Vendas	107.147,6	89.688,13

Tabela 3 – Balanço dos preditores CG 150 - dados originais.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Abraciclo (2014).

menor distância $\sqrt{(X_1 - X_0W)'V(X_1 - X_0W)}$ que poderia ser encontrada, seria a com o Estado que possui a segunda maior taxa de homicídio, neste caso, o Rio de Janeiro. Como o Rio de Janeiro foi excluído do grupo de doadores por possuir também um programa de redução de homicídios, de acordo com [Neto et al. \(2013\)](#), coube ao Espírito Santo servir como contrafactual

para o estado de Pernambuco.

Algo semelhante aconteceu com o objeto de estudo deste trabalho, analisar as vendas das motocicletas mais vendidas no Brasil. Como a metodologia busca minimizar, através dos preditores e da série de vendas no período pré-intervenção, a distância entre a série tratada e a série do controle sintético, e pelo fato de a CG 150 ser a motocicleta com o maior número de vendas, a melhor forma de minimizar o REQMP se dá utilizando como contrafactual a motocicleta que possui o segundo maior número de vendas, a CG 125. Por isso, todo o peso dado a apenas um modelo do grupo de doadores.

Foi aplicando o controle sintético para criar uma motocicleta sintética para servir de comparação para as motocicletas que sofreram a intervenção tecnológica, que se percebeu a limitação dessa metodologia. Propõe-se aqui um meio para que se utilize o controle sintético nesses casos, em que a variável da unidade tratada seja superior a todas as demais do grupo de doadores. A seção seguinte busca apresentar uma forma de utilizar o controle sintético para os casos onde ela não se aplica da forma tradicional, via transformação dos dados da variável de interesse.

5.2 Utilização do controle sintético com variáveis *outliers*

O controle sintético, como mostrado na Seção 3.1, consegue criar bons contrafactuais em diversos casos. No entanto, da forma como foi apresentado, em função das restrições impostas ao vetor de pesos W , existem ocasiões em que ele não conseguirá atingir seu objetivo, como, por exemplo, quando os

valores da variável de interesse da unidade tratada for superior ou inferior a todos os valores da mesma variável das unidades controle, tornando inviável que qualquer combinação do grupo de doadores consiga replicar a trajetória da unidade que sofreu a intervenção, tanto antes, quanto depois dela ocorrer. Por exemplo, seria improvável que o PIB dos Estados Unidos da América seja mimetizado por uma combinação do PIB dos demais países do globo, uma vez que ele é significativamente superior a todos os outros.

Para contornar o problema ocorrido na estimação de um contrafactual para a CG 150, uma vez que suas vendas são superiores às dos demais modelos utilizados no grupo de doadores, propõe-se que as séries de dados das vendas das motocicletas, no período em análise, sofram uma transformação, fazendo com que a distância existente nos dados originais seja reduzida. Uma forma de se fazer isso se dá subtraindo a média das séries de vendas de cada modelo, mas, para isso, torna-se necessário fazer uma modificação no método de [Abadie, Diamond e Hainmueller \(2010\)](#). Partindo da Equação 3.1, da Seção 3.2, temos que:

$$Y_{jt} = \delta_t + \theta_t Z_j + \lambda_t \mu_j + \varepsilon_{jt}.$$

Considere então $\bar{Y}_j = \sum_{t \leq T_0} \frac{Y_{jt}}{T_0}$ e que $\bar{\varepsilon}_{jt} = 0$. Considerando que θ_t e λ_t são variáveis que não mudam ao longo do tempo, pelo fato do período utilizado como pré-intervenção ser curto, acrescenta-se uma hipótese adicional em relação a [Abadie, Diamond e Hainmueller \(2010\)](#) para se lidar com a situação dos dados *outliers*, qual seja, $\theta_t = \theta$ e $\lambda_t = \lambda$. Tomando a esperança de 3.1, temos que:

$$\bar{Y}_j = \bar{\delta} + \theta \bar{Z}_j + \lambda \bar{\mu}_j. \quad (5.1)$$

Subtraindo 5.1 de 3.1, temos:

$$\begin{aligned}
 Y_{jt} - \bar{Y}_j &= (\delta_t - \bar{\delta}) + \theta (Z_j - \bar{Z}_j) + \lambda (\mu_j - \bar{\mu}_j) + \varepsilon_{jt}, \\
 Y_{jt} - \bar{Y}_j &= (\delta_t - \bar{\delta}) + \theta (Z_j - Z_j) + \lambda (\mu_j - \mu_j) + \varepsilon_{jt}, \\
 Y_{jt} - \bar{Y}_j &= (\delta_t - \bar{\delta}) + \varepsilon_{jt}, \\
 y_{jt} &= \Delta_t + \varepsilon_{jt}.
 \end{aligned} \tag{5.2}$$

Com a estrutura exposta em 5.2, considere um vetor de pesos $W = (w_2, \dots, w_{J+1})'$, tal que $w_j \geq 0$ e $\sum_{j=2}^{J+1} w_j = 1$. Assim o valor de um controle sintético pra y_{1t} indexado por W será:

$$\sum_{j=2}^{J+1} w_j y_{jt} = \Delta_t + \sum_{j=2}^{J+1} w_j \varepsilon_{jt}. \tag{5.3}$$

Supondo que exista um $W^* = (w_2^*, \dots, w_{J+1}^*)'$, tal que:

$$\begin{aligned}
 \sum_{j=2}^{J+1} w_j^* y_{jt} &= y_{1t} \quad \forall t = 1, \dots, T_0 \quad \text{e} \\
 \sum_{j=2}^{J+1} w_j^* Z_j &= Z_1,
 \end{aligned} \tag{5.4}$$

ocorre que:

$$y_{1t} - \sum_{j=2}^{J+1} w_j^* y_{jt} = \sum_{j=2}^{J+1} w_j^* (\varepsilon_{1t} - \varepsilon_{jt}). \tag{5.5}$$

Como Abadie, Diamond e Hainmueller (2010) mostram que o lado direito de 5.5 tende a ser próximo de zero, pelas mesmas razões que 3.3 também tende, a escolha do vetor de

pesos será tal que:

$$\begin{aligned}
 W^* &= \arg \min_{W \geq 0} \sum_{t=1}^{T_0} \left(y_{1t} - \sum_{j=2}^{J+1} w_j y_{jt} \right)^2, \\
 s.r. &\quad \sum_{j=2}^{J+1} w_j = 1, \\
 &\quad \sum_{j=2}^{J+1} w_j Z_j = Z_1.
 \end{aligned} \tag{5.6}$$

Tendo aplicado a metodologia do controle sintético, utilizando a variável de interesse transformada para se obter o vetor de pesos W que minimize o REQMP, volta-se às séries originais do grupo de doadores para criar um novo controle sintético através dos pesos estimados, para que então se possa comparar com a série original da variável da unidade tratada e tirar as conclusões pertinentes.

Contudo, pretende-se utilizar os dados como desvios da média se outra transformação monotônica, a exemplo da logarítmica, não for suficiente para se ter uma estimação adequada. Assim, primeiramente, testou-se estimar o controle sintético para CG 150 através de uma transformação logarítmica, mas o resultado foi semelhante ao obtido anteriormente, como pode ser visto na Figura 7, em que apenas a CG 125 foi utilizada do grupo de doadores.

Aplicada a transformação nos dados por diferenças de médias, o resultado foi melhor, mas ainda não apresentou um bom grau de ajuste, percebido visualmente. O melhor controle sintético encontrado, dentre os testes realizados⁴, foi obtido sub-

⁴ Dados originais, logaritmo dos dados originais, desvio de média dos da-

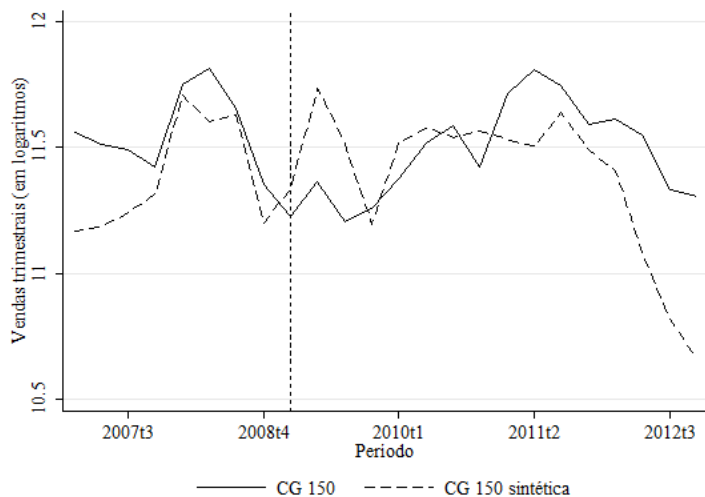


Figura 7 – Controle sintético CG 150 - em logaritmos.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Abraciclo (2014).

traindo-se a média dos logaritmos da série dos dados, o qual apresentou um bom grau de ajuste na inspeção visual, em comparação aos anteriores (Figura 8).

Com a estimação dos dados em desvios de médias, outros modelos do grupo de doadores foram utilizados para criar a série de vendas da motocicleta CG 150 na ausência da intervenção, como apresentado na Tabela 4. A CG 125 segue influenciando significativamente a construção do controle sintético para CG 150, no entanto, a motocicleta POP 100 também participa com bastante peso, cerca de 33%. Todos os modelos do grupo de doadores receberam algum peso, mas os valores atribuídos

dos originais, desvio de média do logaritmo dos dados originais.

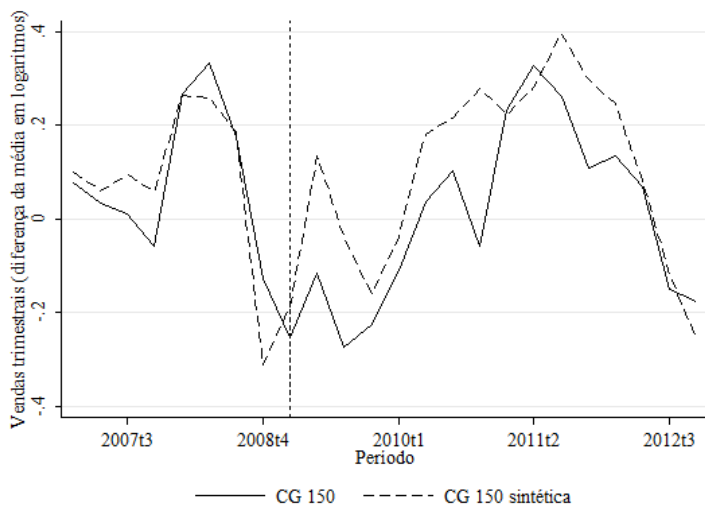


Figura 8 – Controle sintético CG 150 - diferença da média em logaritmos.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Abraciclo (2014).

são baixos. Isso também contribui para avaliar a qualidade da estimação, pois, por exemplo, não faria sentido se a motocicleta Harley-Davidson tivesse recebido um peso elevado para mimetizar as vendas da CG 150, em vez dos 0,2% que recebeu, dado que seu mercado é diferente daquele que pertence à CG 150.

Para concluir a análise da primeira etapa da aplicação do controle sintético para a CG 150, utilizando os desvios da média dos logaritmos das vendas, apresenta-se na Tabela 5 o balanço dos preditores estimados. Observa-se que os valores obtidos para as cilindradas, potência e média das vendas (em diferença do logaritmo da média) da CG 150 sintética são próximos aos

Motocicleta	Peso da unidade
POP 100	0,331
CG 125	0,482
CRF 230	0,014
Hornet 600	0,032
Shadow 750	0,004
Neo AT 115	0,003
YBR 125	0,038
XTZ 125	0,022
YS 250	0,013
XTZ 250	0,013
XT 660	0,006
Comet 250	0,021
Mirage 250	0,02
H-D 1600	0,002

Tabela 4 – Pesos dos modelos para construção da CG 150 sintética - diferença da média em logaritmos.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Abraciclo (2014).

da CG 150 original.

	Tratado	Sintético
cc	150	150,525
Potência	14,2	14,26417
Vendas	0,0888244	0,0887306

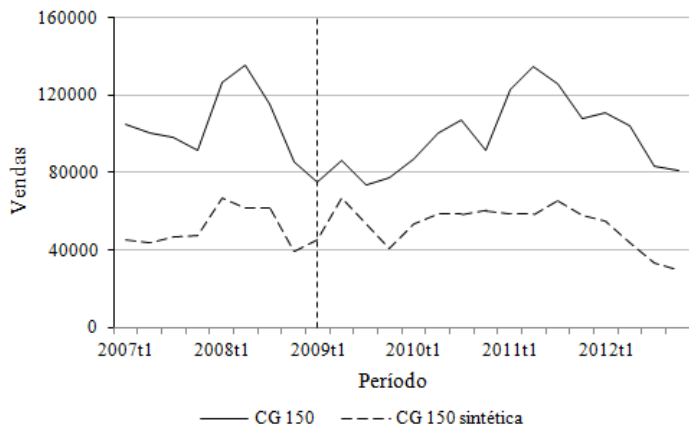
Tabela 5 – Balanço dos preditores CG 150 - vendas em diferença da média em logaritmos.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Abraciclo (2014).

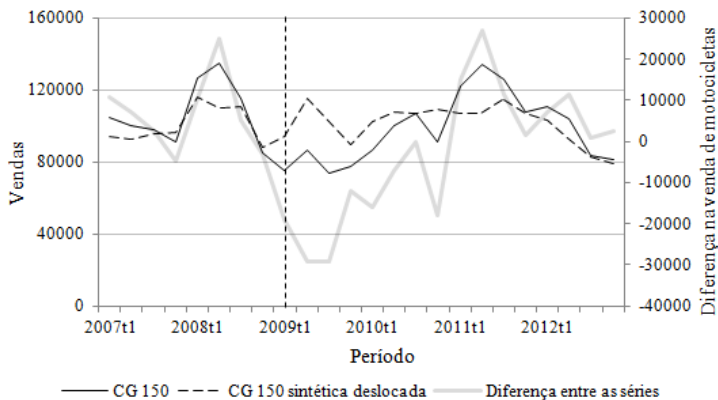
Tendo obtido os pesos que cada modelo do grupo de doadores deve receber para a construção da série de vendas da motocicleta CG 150 sintética, estimados através da série transformada, e multiplicando-os pelos dados da série original (não

transformada), obtém-se a Figura 9a. Analisando-a, percebe-se que o traçado da série de vendas da CG 150 sintética é semelhante ao da CG 150, embora as séries estejam afastadas no gráfico, o que era esperado. Somando aos valores da série da CG 150 sintética o valor de 48.931, obtido ao calcular a média dos valores da diferença de uma série (CG 150) menos a outra (CG 150 sintética) durante o período em estudo, desloca-se a série para cima, sobrepondo-as de forma aproximada em alguns pontos, como pode ser observado na Figura 9b.

Embora a aproximação não tenha sido exata no período pré-intervenção, percebe-se na Figura 9b que o método empregado, via transformação da série original de dados para obtenção do vetor de pesos, contribuiu para a estimação de um resultado melhor, em comparação com o caso anterior em que foram utilizados os dados originais de vendas (Figura 6), o que também pode ser percebido pelo valor do REQMP de 10.986,49, obtido ao calcular com a série sintética estimada deslocada. Por mais que oscile a diferença entre as duas séries de vendas, a da CG 150 e a da CG 150 sintética, é nítido que as vendas que a CG 150 sintética alcança no momento, e após os primeiros dois anos de intervenção, são superiores às da CG 150, em que a última chega a vender aproximadamente 30.000 unidades a menos no segundo e no terceiro trimestre de 2009, em comparação com seu contrafactual.



- (a) Controle sintético CG 150 - estimado ao multiplicar os pesos da Tabela 4 pela série de dados original de vendas.



- (b) Série da CG 150 sintética deslocada para cima em 48.931 unidades e diferença entre as duas séries de vendas.

Figura 9 – Controle sintético CG 150.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Abraciclo (2014).

Contudo, comparando as variações que ocorrem nas séries antes e após a implementação do motor flex na motocicleta, pode-se inferir que a inovação tecnológica não alterou significativamente as vendas da CG 150 ao longo do tempo. As vendas dessa motocicleta continuaram dependentes das condições de mercado e de suas características individuais. Esta ausência de resultados positivos pode estar relacionado a diversos fatores, dentre os quais pode ter sido influenciado pelo aumento no preço em função do novo motor utilizado⁵, pela desconfiança do consumidor em relação à nova tecnologia, ou, também, pela não aprovação por parte dos consumidores quanto a essa inovação, os quais poderiam achar que dificilmente usariam etanol em suas motocicletas em razão do preço praticado em diversos estados do Brasil, pouco abaixo do da gasolina. A seguir, são estimados os controles sintéticos para as motocicletas BIZ 125 e NXR 150, que também receberam o motor flex em algum momento.

5.3 BIZ 125 e NXR 150

Viu-se na seção anterior que para mimetizar as vendas da motocicleta CG 150, por ela ser a motocicleta mais vendida do Brasil, foi preciso transformar os dados das vendas para se conseguir um contrafactual melhor que aquele obtido ao se utilizar os dados brutos. De forma semelhante, tanto a BIZ 125 como a NXR 150 são veículos duas rodas com um elevado número de vendas. Contudo, suas vendas representam, em média, menos da metade das vendas da CG 150, o que pode facilitar na estimação de um contrafactual para elas que não necessite transformar os

⁵ Cerca de R\$ 300,00 em média mais cara que a versão somente à gasolina, segundo a Infomoto (2009).

dados das vendas, via desvio de média ou outra transformação monotônica.

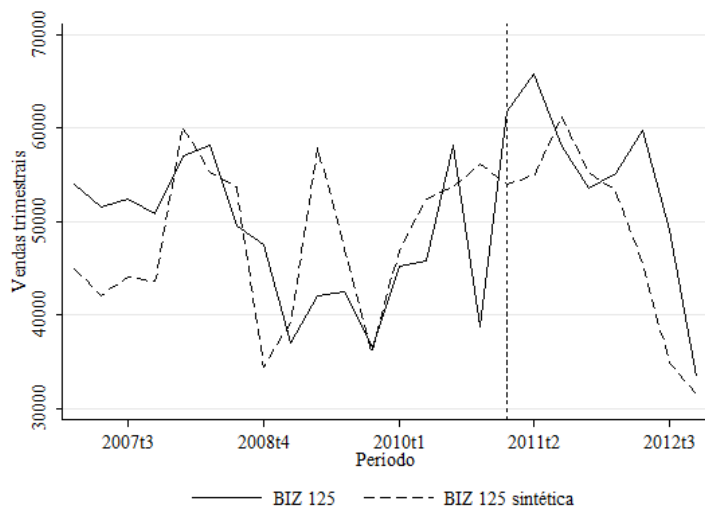


Figura 10 – Controle sintético BIZ 125 - dados originais.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Abraciclo (2014).

Começando pela BIZ 125, observa-se na Figura 10 que o controle sintético estimado com base nos dados originais cruza a série das vendas da unidade tratada diversas vezes antes da intervenção, indicando que a BIZ 125, com base nas suas vendas, não se trata de um *outlier*. Porém, com um REQMP de 8.460,15, o ajuste não é bom, como pode ser visto na Figura 10, cujas séries não apresentam parcimônia antes da implantação do motor flex. Neste caso, contribuem para formar o contrafactual os modelos: POP 100 (58,4%), CG 125 (39,6%) e a Shadow 750 (2%), e o balanço dos preditores são apresentados na Tabela 6, que estão próximos do original os estimados pelo sintético.

	Tratado	Sintético
cc	125	122,9
Potência	9,1	9,10688
Vendas	47958,63	47936,72

Tabela 6 – Balanço dos preditores BIZ 125 - dados originais.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Abraciclo (2014).

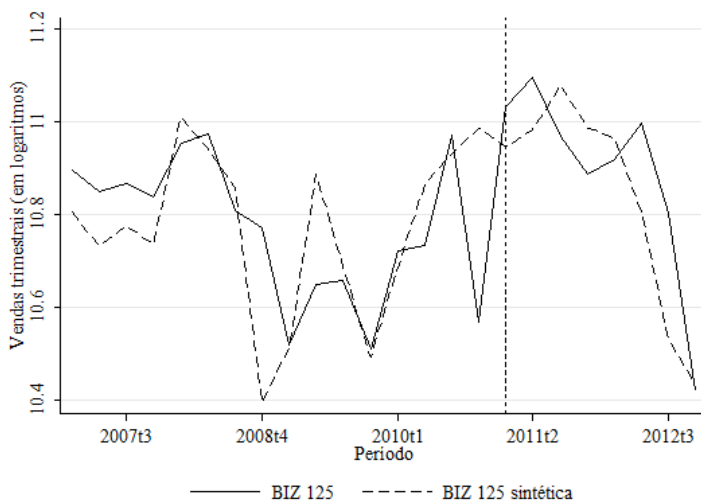


Figura 11 – Controle sintético BIZ 125 - em logaritmos.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Abraciclo (2014).

Um resultado semelhante ao estimado anteriormente, com os dados originais, surge ao modificar os dados das vendas, através de uma transformação logarítmica. As demais transformações nos dados, com base nos valores obtidos para o REQMP e pela inspeção visual, apresentaram resultados que não se mostraram interessantes para estimar o controle sintético da BIZ

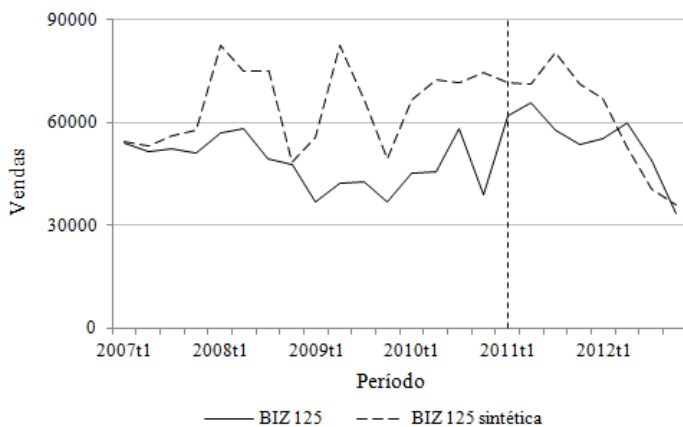
125. Agora, no que diz respeito aos pesos atribuídos aos modelos do grupo de doadores, tem-se a POP 100 contribuindo com 37,9%, a CG 125 com 61,6% e a Shadow 750 com 0,5%. Como pode ser visto na Figura 11, comparando com o caso anterior (Figura 10), as duas séries aparentam estar mais próximas uma da outra em alguns pontos, no período anterior à intervenção.

	Tratado	Sintético
cc	125	118,65
Potência	9,1	9,71153
Vendas	10,76716	10,76769

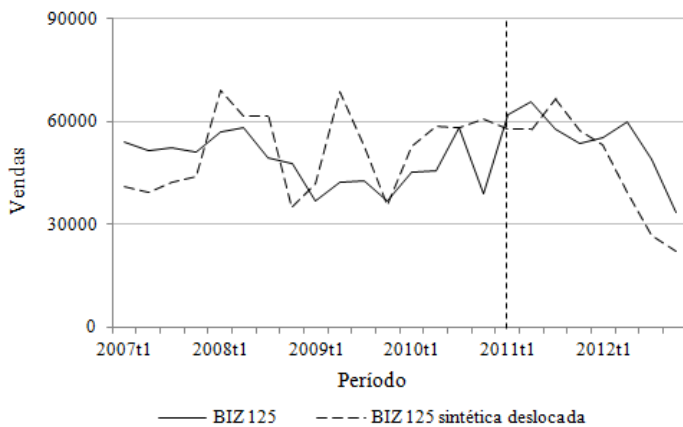
Tabela 7 – Balanço dos preditores BIZ 125 - vendas em logaritmos.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Abraciclo (2014).

Quanto ao balanço dos preditores (Tabela 7), estes permaneceram próximos, porém menos que quando estimado para os dados originais. Multiplicando os pesos citados acima, obtidos através da estimação do controle sintético com os dados das vendas em logaritmos, pela série de vendas não transformada do grupo de doadores, obtém-se a Figura 12a, que possui um traçado semelhante ao obtido anteriormente, quando estimado o controle sintético com os dados brutos. Dessa vez, como o gráfico da BIZ 125 sintética se encontra acima da série original, coube deslocá-lo para baixo em 13.679 unidades, valor obtido, como no caso da CG 150, pela média dos valores da diferença da série original pela sintética, obtendo a Figura 12b. Contudo, o resultado obtido apresentou um REQMP de 12416,57, superior ao obtido quando calculado com os dados originais.



- (a) Controle sintético BIZ 125 - estimado ao multiplicar os dados das vendas da POP 100, CG 125 e Shadow 750 por 0,379, 0,616 e 0,005, respectivamente.



- (b) Série da BIZ 125 sintética deslocada para baixo em 13.679 unidades.

Figura 12 – Controle sintético BIZ 125.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Abraciclo (2014).

Voltando a analisar a Figura 10, que apresentou um resultado melhor, percebe-se que, como falado anteriormente, as séries da BIZ 125 e BIZ 125 sintética não apresentaram um bom ajuste, cruzando-se apenas em alguns pontos. Dessa forma, e em razão das oscilações antes do período de tratamento entre as séries original e sintética, não se pode tirar conclusões definitivas acerca do efeito da implantação do motor flex na BIZ 125, apenas se verifica que do quarto trimestre de 2010 para o primeiro trimestre de 2011, período em que a BIZ 125 passa a ser vendida com motorização flex, há um aumento significativo nas vendas, mas que perde força logo em seguida e apresenta queda nas vendas já no terceiro trimestre de 2011, enquanto a série sintética apresenta vendas com pouca oscilação do segundo trimestre de 2010 até o segundo trimestre de 2011, sofrendo um aumento nas vendas no trimestre seguinte. Logo, com base no exposto, há indícios que essa motocicleta não obteve qualquer vantagem em número de vendas com a implantação do motor flex em seu modelo.

A NXR 150 foi o modelo que apresentou o melhor ajuste dentre as três motocicletas analisadas, utilizando os dados originais para formar o controle sintético. Observando a Figura 13, percebe-se que, embora as séries não estejam sobrepostas, não se afastam muito até o primeiro trimestre de 2009. Gráfico à parte, o que mais chama atenção, diferente dos outros dois modelos analisados anteriormente, é que para formar o contrafactual foram utilizados todos os modelos do grupo de doadores, mesmo que alguns de forma pouco significativa, como pode ser observado na Tabela 8, e apresentou o menor REQMP dentre os três modelos analisados, 7.668,52. Isso indica que, embora as vendas da NXR 150 sejam elevadas, essa variável não pode mais ser

tratada como *outlier*.

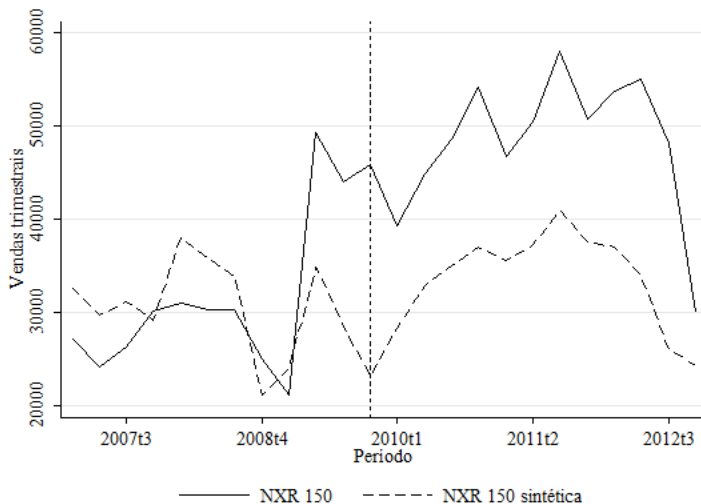


Figura 13 – Controle sintético NXR 150 - dados originais.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Abraciclo (2014).

As motocicletas POP 100 e CG 125 foram, respectivamente, as unidades do grupo de doadores que mais contribuíram para formar o controle sintético da NXR 150. Cabe destacar que essas duas motocicletas tiveram maior peso para formar o contrafactual dos três modelos estudados. Utilizando-se mais modelos para formar o controle sintético, mais fácil de se obter um bom balanço dos preditores, como apresentado na Tabela 9, em que os valores situam-se próximos dos pertencentes à motocicleta tratada.

Ao buscar uma estimação melhor, via REQMP e inspeção visual, transformando os dados da NXR 150, o melhor

Motocicleta	Peso da unidade
POP 100	0,596
CG 125	0,197
CRF 230	0,009
Hornet 600	0,046
Shadow 750	0,005
Neo AT 115	0,033
YBR 125	0,038
XTZ 125	0,025
YS 250	0,01
XTZ 250	0,009
XT 660	0,006
Comet 250	0,011
Mirage 250	0,011
H-D 1600	0,004

Tabela 8 – Pesos dos modelos para construção da NXR 150 sintética - dados originais.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Abraciclo (2014).

	Tratado	Sintético
cc	150	149,925
Potência	13,8	13,79482
Vendas	30782,36	30811,48

Tabela 9 – Balanço dos preditores NXR 150 - dados originais.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Abraciclo (2014).

ajuste ocorreu com a simples transformação logarítmica da série de vendas. A Figura 14 difere pouco da apresentada anteriormente (Figura 13), há apenas uma aproximação das linhas em alguns pontos. No entanto, após a transformação dos dados, o peso atribuído às unidades do grupo de doadores se modificaram. Agora, conforme a Tabela 8, a CG 125 contribui com um peso

maior que a motocicleta POP 100 para formar o contrafactual da NXR 150.

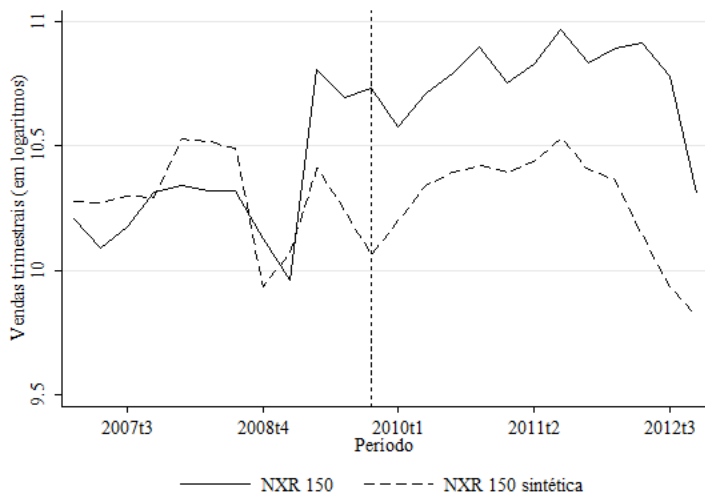


Figura 14 – Controle sintético NXR 125 - em logaritmos.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Abraciclo (2014).

Assim como no caso anterior, estimado com os dados sem serem transformados, o balanço dos preditores foi bom, com os valores obtidos para o controle sintético próximos dos da série original (Tabela 11). Multiplicando os pesos obtidos na Tabela 10 pela série de vendas do grupo de doadores, semelhante ao caso da motocicleta BIZ 125, o resultado ficou pior que a estimação original (Figura 13), como se pode observar nas Figuras 15a e 15b, não se podendo tirar qualquer conclusão deles.

Voltando a analisar a Figura 13, pode-se observar no gráfico que há um descolamento significativo das linhas que re-

Motocicleta	Peso da unidade
POP 100	0,227
CG 125	0,528
CRF 230	0,015
Hornet 600	0,025
Shadow 750	0,005
Neo AT 115	0,04
YBR 125	0,057
XTZ 125	0,042
YS 250	0,021
XTZ 250	0,018
XT 660	0,006
Comet 250	0,006
Mirage 250	0,007
H-D 1600	0,003

Tabela 10 – Pesos dos modelos para construção da NXR 150 sintética - em logaritmos.

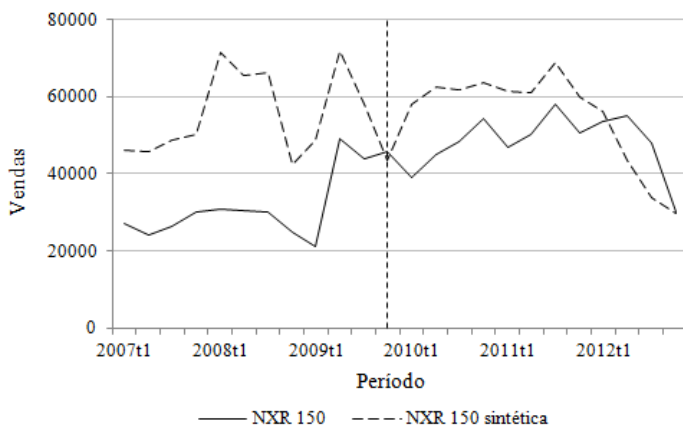
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Abraciclo (2014).

	Tratado	Sintético
cc	150	149,635
Potência	13,8	13,77829
Vendas	10,30453	10,30311

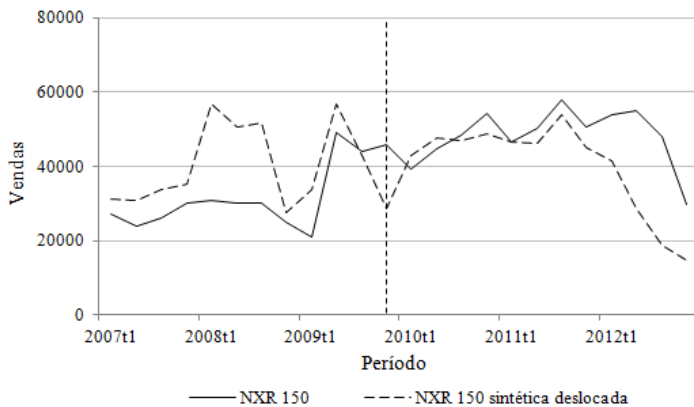
Tabela 11 – Balanço dos preditores NXR 150 - vendas em logaritmos.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Abraciclo (2014).

presentam as vendas da NXR 150 e de seu controle sintético no segundo trimestre de 2009, permanecendo a distância nos períodos subsequentes. No entanto, esse descolamento ocorreu anteriormente à implementação do motor flex na motocicleta (último trimestre de 2009).



- (a) Controle sintético NXR 150 - estimado ao multiplicar os pesos da Tabela 10 pela série original dos dados de vendas.



- (b) Série da NXR 150 sintética deslocada para baixo em 27.042 unidades.

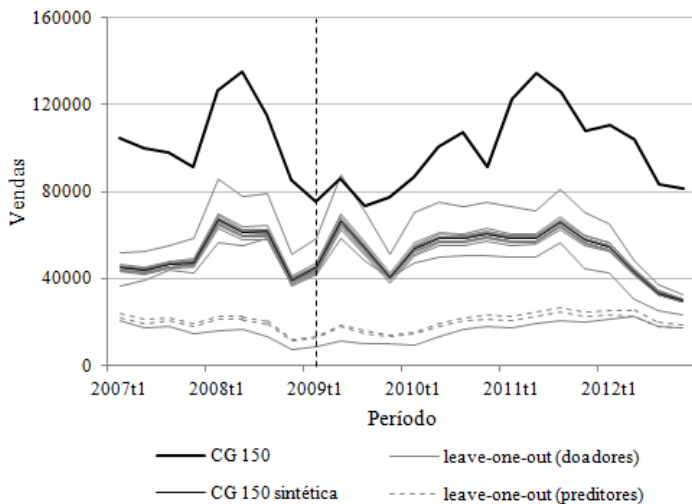
Figura 15 – Controle sintético NXR 150.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Abraciclo (2014).

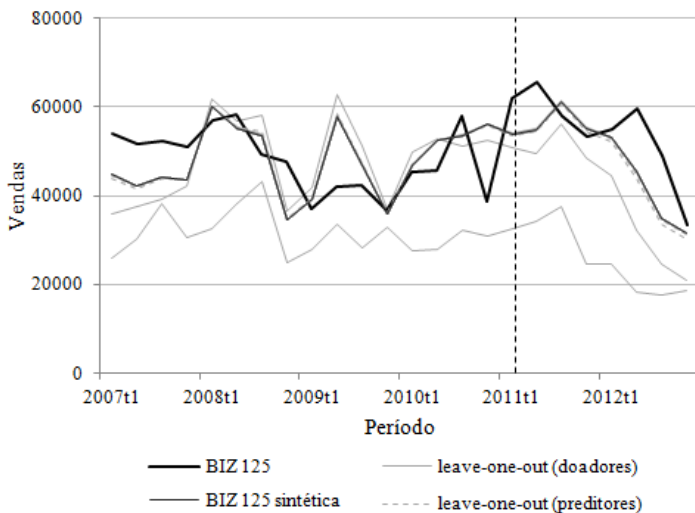
Ocorreu que, no primeiro trimestre de 2009, o modelo do ano da NXR 150 sofreu algumas modificações, em que se destacam o novo motor monocilíndrico de 150cc com injeção eletrônica e mudanças no design (INFOMOTO, 2009). Logo, com base no que foi apresentado, descarta-se o aumento nas vendas da NXR 150 no período pós intervenção como decorrência exclusiva da implementação do motor bicomustível na motocicleta.

5.4 Testes de validação cruzada dos controles sintéticos estimados

As Figuras a seguir, 16a, 16b e 16c, apresentam os resultados dos testes leave-one-out, em que foram estimados novos controles sintéticos com a exclusão de uma unidade do grupo de doadores a cada estimativa (14 séries) e, também, com a exclusão de uma variável do grupo de preditores (2 séries - cc e potência). As séries originais das vendas das motocicletas e de suas sintéticas, estimadas a partir da transformação dos dados no caso da CG 150 e com os dados originais no caso da BIZ 125 e da NXR 150, aparecem também nos gráficos para que sejam comparadas.



(a) Teste *leave-one-out* CG 150.



(b) Teste *leave-one-out* BIZ 125.

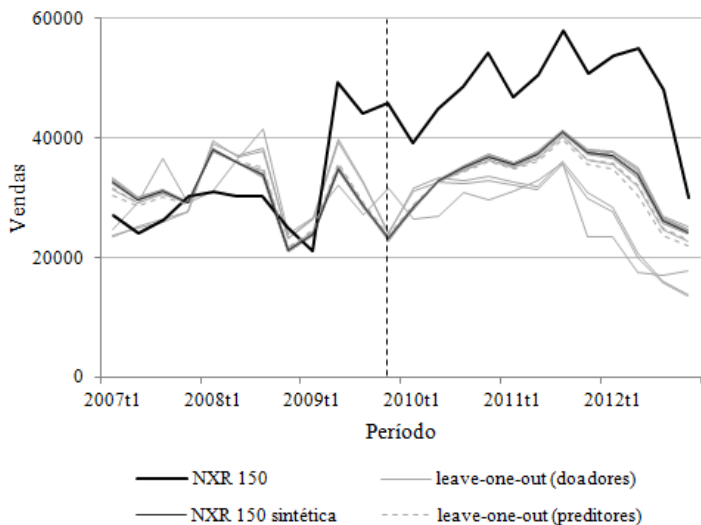
(c) Teste *leave-one-out* NXR 150.

Figura 16 – Testes de validação cruzada *leave-one-out*.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Abraciclo (2014).

Como forma de se fazer inferência sobre os resultados encontrados neste trabalho, pode-se observar nos gráficos da Figura 16 que os testes de validação cruzada do tipo *leave-one-out* para cada modelo de motocicleta analisado. Com base nele, uma vez que os controles sintéticos estimados seguem o mesmo traçado e se encontram próximos à maioria das séries estimadas pelo teste *leave-one-out*, infere-se que os controles sintéticos estimados e utilizados como indicadores das vendas das motocicletas CG 150, BIZ 125 e NXR 150, no caso de não terem recebido o novo motor flex, possuem um bom grau de ajuste.

No entanto, algumas séries estimadas nos testes *leave-one-out* (Figura 16) não apresentaram um bom ajuste ao controle sintético original. Dentre elas, pode-se citar: i) no caso da CG 150 (16a), quando se deixou de fora algum preditor e quando a CG 125 foi eliminada do grupo de doadores; ii) no caso da BIZ 125 (16b), quando se estimaram os controles sintéticos sem a presença no grupo de doadores da CG 125 e, também, da POP 100; e, no caso da NXR 150 (16c), quando a CG 125, a POP 100 e a Hornet 600 foram excluídas do grupo de doadores. O efeito distorcível gerado pela ausência das motocicletas POP 100 e CG 125 dentro do grupo de doadores mostra a importância desses modelos para a estimação dos controles sintéticos, seja pelas suas características mecânicas semelhantes às das motocicletas que sofreram intervenção, seja pelos seus elevados números de vendas.

6 CONCLUSÃO

Com o objetivo de verificar se as vendas das motocicletas CG 150, BIZ 125 e NXR 150 aumentaram em função do novo motor bicomcombustível implantado em seus modelos, utilizando a abordagem do controle sintético com 14 modelos no grupo de doadores, durante o período de 2007 a 2012, concluem-se duas coisas: primeiro, que a hipótese lançada não se confirmou, ou seja, não foi possível comprovar que a nova motorização flex trouxe retorno para a empresa Honda em um maior número de vendas; e, segundo, que a proposta de utilização do controle sintético com os dados da variável de interesse transformados, quando se trabalha com unidades consideradas *outliers* (caso da CG 150), apresentou resultados favoráveis à sua adoção.

Quanto aos resultados obtidos para as vendas das motocicletas analisadas, não se pôde tirar conclusões definitivas sobre a opção da Honda de investir em tecnologia para proporcionar um motor bicomcombustível para seus clientes, pois no período pré-intervenção nenhuma série de vendas estimada foi bem sintetizada. Cabe a utilização de testes complementares, tais como análise dos rendimentos da empresa e pesquisas de opinião dos consumidores, para inferir se a estratégia adotada foi boa ou não para a marca.

Sugere-se para um próximo trabalho que novas transformações nos dados das vendas das motocicletas sejam feitas, a exemplo de uma transformação Box-Cox, buscando sintetizações melhores e estimativas mais robustas. Sugere-se também que a

utilização do controle sintético com variáveis *outliers* transformadas seja aplicada em unidades compostas por dados agregados, que são as unidades tradicionais de aplicação da metodologia do controle sintético, buscando com isso comprovar a eficácia da nova proposta de emprego do método, apresentada neste trabalho.

Referências

- 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.
- ABADIE, A.; DIAMOND, A.; HAINMUELLER, J. Comparative politics and the synthetic control method. *American Journal of Political Science*, Wiley Online Library, p. 1–16, 2014.
- ABADIE, A.; GARDEAZABAL, J. The economic costs of conflict: A case study of the basque country. *American Economic Review*, v. 93, n. 1, p. 112–132, 2003.
- ABRACICLO. *Anuário da Indústria Brasileira de Duas Rodas*. São Paulo: ABRACICLO, 2012.
- ABRACICLO. *Anuário da Indústria Brasileira de Duas Rodas*. São Paulo: ABRACICLO, 2013.
- ABRACICLO. *ABRACICLO*: Site. 2014. Disponível em: <http://www.abraciclo.com.br>. Acesso em: 09 abr. 2014.
- AGHION, P.; HOWITT, P. A model of growth through creative destruction. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, JSTOR, p. 323–351, 1992.
- ANDRADE, A. S.; VALLE, M. I. M. Modelo japonês e práticas de gestão na indústria de veículos sobre duas rodas no brasil. *Novos Cadernos NAEA*, v. 14, n. 2, p. 141–170, dez. 2011.
- ANFAVEA. *Anuário da Indústria Automobilística Brasileira*. São Paulo: ANFAVEA, 2014.

- CAMERON A. C.; TRIVEDI, P. K. *Microeconometrics: Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.
- CARANGAS. *Motos Chopper, Esportivas e Street entre outras: Saiba a diferença*: Site. 2014. Disponível em: <<http://www.carangas.net/motos-chopper-esportivas-e-street-entre-outras-saiba-a-diferenca/>>. Acesso em: 24 nov. 2014.
- CARRASCO, V. N.; MELLO, J. M. P. D.; DUARTE, I. F. A década perdida: 2003–2012. *PUCRIO: Texto para discussão*, n. 626, 2014.
- CORSEUIL, C. H.; FOGUEL, M.; HECKHER, M. Efeitos dos pisos salariais estaduais sobre o mercado de trabalho: uma nova abordagem empírica. *IPEA: Texto para discussão*, n. 1887, out. 2013.
- CORSINO, M. Product innovation and firm growth: Evidence from the integrated circuits industry. *DRUID Working Paper*, n. 08-06, Jul. 2008.
- G1. *Relembre a história da Honda CG*: Site. 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/carros/motos/noticia/2013/07/relembre-historia-da-honda-cg.html>>. Acesso em: 14 set. 2014.
- GOLDEMBERG, D. *Financiamento público à indústria de exibição cinematográfica: um estudo de caso no Brasil*. Dissertação (Mestrado) — Escola de Pós-Graduação em Economia - FGV, 2014.
- HONDA. *Institucional*: Site. 2014. Disponível em: <<http://www.honda.com.br>>. Acesso em: 10 abr. 2014.
- IPEA. *Ipeadata*: Site. 2014. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/>>. Acesso em: 29 nov. 2014.
- KLETTE, T. J.; GRILICHES, Z. Empirical patterns of firm growth and r&d investment: a quality ladder model interpretation. *The Economic Journal*, Wiley Online Library, v. 110, n. 463, p. 363–387, 2000.

KLETTE, T. J.; KORTUM, S. Innovating firms and aggregate innovation. *Journal of political economy*, University of Chicago Press, v. 112, n. 5, p. 986–1018, 2004.

MESSEDER, D. *Avaliação: por que VW Gol e Honda CG vendem tanto?*: Site. 2014. Disponível em: <<http://carplace.virgula.uol.com.br/campeoes-de-mercado-como-vw-gol-e-honda-cg-chegaram-a-175-milhoes-de->>. Acesso em: 20 nov. 2014.

MOTONLINE. *Cilindrada não é potência*: Site. 2014. Disponível em: <<http://www.motonline.com.br/cilindrada-nao-e-potencia/>>. Acesso em: 24 nov. 2014.

NELSON, R. R.; WINTER, S. G. *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge: Harvard University Press, 2009.

NETO, R. M. S. et al. Avaliação de política pública para redução da violência: o caso do programa pacto pela vida do estado de pernambuco. In: ANPEC - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS CENTROS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA. *Anais do XLI Encontro Nacional de Economia*. [S.l.], 2013.

PEREIRA, C. J. *Interdita Liberdade em Duas Rodas: juventude e desenvolvimento da indústria motociclística no Brasil (1974-2000)*. Tese (Doutorado) — Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas - USP, 2013.

QUATRORODAS. *Fichas técnicas*: Site. 2014. Disponível em: <<http://quatrorodas.abril.com.br/moto/fichas-tecnicas>>. Acesso em: 15 out. 2014.

RIBEIRO, F. G. et al. O impacto econômico dos desastres naturais: O caso das chuvas de 2008 em santa catarina. In: ANPEC- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS CENTROS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA. *Anais do XLI Encontro Nacional de Economia*. [S.l.], 2014.

RIBEIRO, F. G.; STEIN, G.; KANG, T. H. The cuban experiment: Institutions and the wealth of nations. In:

- ANPEC - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS CENTROS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA. *Anais do XXXIX Encontro Nacional de Economia*. [S.l.], 2011.
- SAKIA, R. The box-cox transformation technique: a review. *The statistician*, JSTOR, p. 169–178, 1992.
- SILVA, E. R.; CARDOSO, B. C.; SANTOS, M. P. S. O aumento da taxa de motorização de motocicletas no brasil. *Revista Brasileira de Administração Científica*, v. 2, n. 2, p. 49–63, 2011.
- STONE, M. Cross-validators choice and assessment of statistical predictions. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, JSTOR, p. 111–147, 1974.
- TURISMO2RODAS. *Ficha técnica*: Site. 2014. Disponível em: <<http://www.turismo2rodas.com.br/ficha-tecnica>>. Acesso em: 15 out. 2014.
- UTTERBACK, J. M.; SUAREZ, F. F. Innovation, competition, and industry structure. *Research policy*, Elsevier, v. 22, n. 1, p. 1–21, 1993.
- VASCONCELLOS, E. A. O custo social da motocicleta no brasil. *Revista dos Transportes Públicos - ANTP*, n. 30/31, p. 127–142, 2008.