



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS E EXATAS - DCEEX

CAROLINE DA COSTA NASCIMENTO DE DEUS

**PREVISÃO DA PRODUÇÃO DE AUTOMÓVEIS NO BRASIL ATRAVÉS DE BOX &
JENKIS E REDES NEURAIIS**

TRES RIOS - RJ

2016

CAROLINE DA COSTA NASCIMENTO DE DEUS

**PREVISÃO DA PRODUÇÃO DE AUTOMÓVEIS NO BRASIL ATRAVÉS DE BOX &
JENKIS E REDES NEURAIIS**

Monografia de conclusão de curso apresentada ao curso de Ciências
Econômicas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Instituto Três Rios.

Orientador: José Leonardo Ribeiro Macrini.

TRÊS RIOS – RJ

2016

CAROLINE DA COSTA NASCIMENTO DE DEUS

Monografia de conclusão de curso apresentada ao curso de Ciências
Econômicas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Instituto Três Rios.

Orientador: José Leonardo Ribeiro Macrini

Professor Orientador: José Leonardo Ribeiro Macrini

Doutorando em economia Fábio Júnior Clemente Gama

Professor: Roberto Salvador Santolin

RESUMO:

O presente artigo tem como objetivo prever a produção de automóveis no Brasil, a princípio num período de curto prazo para analisar a eficiência de um modelo híbrido – Box & Jenkins e Redes Neurais. A série da produção de automóveis foi extraída do site Ipeadata, utilizando dados de janeiro de 2000 a fevereiro de 2016. O treinamento de previsão foi feito através de um corte da amostra, a partir da observação dos dados de agosto de 2011 a fevereiro de 2016 e, assim, foi construída uma previsão para o mês de março de 2016. Por fim, o resultado obtido pelo modelo aproxima-se significativamente do resultado real.

PALAVRAS-CHAVE: Indústria automobilística; produção; Box&Jenkins; Redes Neurais;

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. A ORIGEM DO SETOR AUTOMOTIVO NO BRASIL: UM BREVE HISTÓRICO.....	8
2.1 O INÍCIO DO PROJETO DESENVOLVIMENTISTA: O PLANO LAFER	8
2.2 O DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA NACIONAL ATRAVÉS DO PROGRAMA DE METAS	9
2.2.1 A instrução 113 da SUMOC e os impactos no setor automotivo.....	10
2.2.2 A criação da Indústria Automobilística no Brasil a partir do GEIA.	12
3. A INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA E SEU PAPEL ESTRATÉGICO NA ECONOMIA BRASILEIRA.	13
3.1 OS IMPACTOS SOBRE A PRODUÇÃO AUTOMOTIVA COM A REDUÇÃO DO IPI.	14
4. METODOLOGIA	20
4.1 O MODELO SARIMA	21
4.2 ESTIMATIVA DO RUÍDO BRANCO ATRAVÉS DE REDES NEURAIIS	25
4.3 MODELO HÍBRIDO: UNIÃO BOX & JENKIS E REDES NEURAIIS	26
5. CONCLUSÃO	28
6. BIBLIOGRAFIA.....	29

1. INTRODUÇÃO

Em épocas de crise financeira, como a que eclodiu em 2008, ficam em evidência quais as medidas de políticas-econômica são as mais eficientes para o momento, a fim de superar o quadro de recessão e lograr o crescimento econômico.

É corrente o Estado brasileiro socorrer aqueles setores que são mais relevantes na economia, em razão dos recursos que eles dão ao país, de investimento, PIB, alavancagem para outros setores e etc. Este é o caso do setor automotivo, o qual será debatido ao longo do trabalho e usado como objeto de estudo a produção de automóveis no Brasil.

Em 2014, o setor teve um faturamento líquido com autoveículos de pouco mais de 75 milhões¹ de dólares. Além de altos investimentos e faturamentos, o setor foi responsável por empregar 114.336² de pessoas formalmente contratadas em 2015, o que corresponde a 11,25% de pessoas empregadas na indústria.

Nesse sentido, é primordial inferir sobre o comportamento da produção de automóveis no Brasil, buscando encontrar variáveis que possam explicar seu comportamento, de forma a entender melhor as oscilações no volume de produção e, portanto, mensurar os impactos que tais oscilações podem causar no crescimento econômico.

Sendo assim o objetivo principal desse estudo é prever a produção de automóveis no Brasil para o mês de março, com um ruído branco³ modelado através de Redes Neurais, a fim de minimizá-lo e, assim, propor uma estimativa que se aproxime ao máximo do seu valor real, atestando a eficiência e adequação do modelo estatístico/econométrico proposto aos dados, modelando de maneira mais precisa a produção de automóveis no Brasil para fora da amostra, no curto prazo.

O primeiro capítulo vai abordar o surgimento da indústria automobilística no Brasil, assim como seu papel de propulsor do crescimento, debatendo questões acerca das políticas industriais destinadas ao setor automobilístico no Brasil, de forma a entender como tais políticas impactaram no setor e, por conseguinte, na produção de automóveis e visando verificar a eficácia ou não dessas políticas em alterar o comportamento da produção.

¹ Anuário da Indústria Automobilística Brasileira - 2016

² Anuário da Indústria Automobilística Brasileira - 2016

³ “Seja uma sequência $\{a_t, t \in \mathbb{N}\}$ de variáveis aleatórias independentes e identicamente distribuídas, não necessariamente mas, usualmente com distribuição Normal de média zero e variância constante σ_a^2 . Tais variáveis são chamadas de choques aleatórios e a sequência é chamada ruído branco”(SOUZA e CAMARGO, 1996).

Enquanto o segundo capítulo tratará da metodologia utilizada, com foco na Análise de Séries Temporais e de Redes Neurais. Por fim, o terceiro capítulo apresentará os resultados obtidos, assim como a análise dos resultados.

A metodologia para prever a produção de automóveis no Brasil, será a partir da Análise Exploratória de Dados e de técnicas de análise de modelos paramétricos, relacionando com um estudo bibliográfico.

E por fim, as fontes principais para a composição do banco de dados são o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores, dentre outros.

2. A ORIGEM DO SETOR AUTOMOTIVO NO BRASIL: UM BREVE HISTÓRICO.

O setor automotivo no Brasil deu seus primeiros passos através da *Ford Motors* do Brasil em 1919, da *General Motors* em 1925 e da *Volvo* em 1934. No início, essas empresas eram apenas importadoras, porém, com o sucesso, as mesmas passaram a atuar como montadoras (até meados da década de 50 todas as peças e componentes utilizados eram oriundos de importação). Anos mais tarde em 1953, foi a vez da *Volkswagem* desembarcar em solos brasileiros incentivada, principalmente, pela proibição de importação de veículos completos e montados, assim como a criação de obstáculos à importação de peças.

Convém, no entanto, destacar que, além desse primeiro esforço em prol do desenvolvimento do setor automotivo nacional, é especificamente no segundo governo Vargas onde começou a se planejar a expansão de infraestrutura de base para o desenvolvimento econômico, ou seja, que a economia tivesse uma estrutura industrial verticalizada⁴. Pensando macroeconomicamente significa colocar dentro do país todas as etapas do processo produtivo.

O segundo governo Vargas propunha avançar na montagem de infraestrutura para o desenvolvimento econômico, possibilitando a integração da indústria pesada de bens de capital e de insumos e aplicando capitais públicos nos empreendimentos estratégicos, tais como petróleo, eletricidade e siderurgia. Vargas tinha como objetivo promover uma integração vertical da industrialização e, para isso, buscou uma aliança com os Estados Unidos, através de empréstimos públicos e colaboração técnica. (CAPUTO; MELO, 2009, pag. 515)

É com esse projeto desenvolvimentista que se aprova em 26 de novembro de 1951, o Plano Nacional de Reparcelamento Econômico (mais conhecido como Plano Lafer), originado de estudos da Comissão Mista Brasil Estados Unidos (CMBEU).

2.1 O INÍCIO DO PROJETO DESENVOLVIMENTISTA: O PLANO LAFER

Em síntese, o Plano Lafer continha projetos relativos à criação de novas fontes de energia elétrica e à criação/ampliação das indústrias de base, numa cooperação financeira com os Estados Unidos, onde parte dos recursos viriam de empréstimos com o *Eximbank* e BIRD e outra parte através designado ao capital nacional (ABREU, 2001). Para isso, em 1952, cria-se

⁴ O processo vai desde a matéria prima até o produto final.

o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE) ⁵, incumbido de gerir o Fundo de Aparelhamento Econômico, assim como de administrar e garantir os créditos em moeda estrangeira.

A este propósito, de acordo com Abreu (2001), a execução do Plano Lafer encontrou sérios impedimentos. Ainda assim muitos de seus projetos foram retomados durante o governo de Juscelino Kubitschek, que os incluiu no Programa de Metas. Convém, no entanto ressaltar que a criação da Petrobrás em 1953, ainda durante o governo Vargas, foi de essencial importância para o setor automotivo no Brasil, por promover grandes avanços no setor de energia. Entretanto faltava ainda um esforço maior para a consolidação da indústria automobilística nacional, que viria justamente anos mais tardes no governo Kubitschek.

2.2 O DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA NACIONAL ATRAVÉS DO PROGRAMA DE METAS

A proposta da Política Nacional de Desenvolvimento do governo Juscelino Kubitschek, era “de estabelecer metas e linhas de ação do governo e a iniciativa privada”, “de forma a acelerar o processo de formação de riqueza, aumentando a produtividade dos investimentos existentes”. Estabelecendo assim um objetivo central que é de “aumentar o padrão de vida do povo, abrindo-lhe a oportunidade de melhor futuro”. (DIRETRIZES GERAIS DO PLANO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO, 1955)

Nesse sentido, a fim de implementar com sucesso tal política, cria-se em 1956 o Conselho de Desenvolvimento, órgão diretamente subordinado à Presidência da República, encarregado de traçar a estratégia do desenvolvimento para o país. No final do mesmo ano, o Conselho formulou um plano de desenvolvimento, atacando diversos objetivos e problemas setoriais, chamado Programa de Metas.

O programa de metas do Presidente Juscelino Kubitschek, elaborado com os estudos e pareceres das maiores autoridades especializadas em cada assunto, constitui-se de uma série de programas setoriais de investimentos, destinados a orientar a execução de obras e a expandir ou implantar indústrias e serviços indispensáveis ao equilibrado desenvolvimento econômico do país. (PROGRAMA DE METAS DO PRESIDENTE JUSCELINO KUBITSCHEK, 1958)

⁵ Em 1982 seria criada uma diretoria no Banco para financiar projetos na área social, levando à mudança do nome da instituição para BNDES.

O Programa de Metas era um plano quinquenal e foi a tentativa de planejar o processo de substituição de importações que ocorria a um quarto de século. Esse planejamento significava focar áreas que estavam mais carentes nesse processo, visto que normalmente as últimas etapas do processo são as mais complexas. Então o foco central estava em bens de capital, bens de consumo duráveis e bens intermediários.

A maioria dos projetos do Programa de Metas estava baseada nos diagnósticos e definições da CMBEU e dos programas CEPAL/BNDE e, ao contrário dos planos anteriores, o Programa de Metas foi levado adiante com total comprometimento do setor público.

O programa contemplava investimento em cinco principais áreas: energia, transporte, indústria de base, educação e alimentação. A questão central era como financiar esse pacote de investimentos, sem agravar a pressão inflacionária. Através de um tripé, onde ao setor público (União e Estados) caberia cerca de 50% do desembolso, os fundos privados contribuiriam com 35% e o restante viria de agências públicas (BNDE, Banco do Brasil, etc). Apesar dos recursos externos não serem detalhados no plano, eles eram desdobrados entre financiamentos de entidades de crédito internacional e de entidades oficiais estrangeiras, assim como através de investimentos diretos trazidos em importações sem cobertura cambial. (VILLELA, 2011). De acordo com o próprio programa, “incentivando a entrada de capital estrangeiro no Brasil, para setores básicos como o da indústria automobilística”.

2.2.1 A instrução 113 da SUMOC e os impactos no setor automotivo.

O incentivo a entrada de capital estrangeiro no Brasil, feito pela Instrução 113 da SUMOC, como veremos adiante, foi sem dúvida um dos grandes propulsores para o alcance das metas. Como podemos observar pela tabela 1, boa parte das metas traçadas para o setor automotivo⁶ foi alcançada. Enquanto que, em alguns setores, como de carvão e ferrovias, não conseguiram realizar nem 1/3 da meta estabelecida, tais resultados podem ser reflexos da opção feita pelo transporte rodoviário. (Villela, 2011).

⁶ Dos 11 fabricantes de autoveículos nesse período, apenas três eram nacionais (Vemag, Willys e FNM), enquanto que os demais eram estrangeiros (Volkswagen, Simca, General Motors, Ford, Internacional Harvester, Mercedes-Benz, Scania e Toyota).

Tabela 1: Programa de Metas: Expansão prevista e resultados na produção de autoveículos.

	META	REALIZADO	%
1957	30.700	30.542	99,5
1958	67.000	60.983	91,0
1959	110.000	96.114	87,4
1960	170.000	133.041	78,2
TOTAL	377.700	320.680	84,5

FONTE: Elaboração própria. A partir de dados do Programa de Metas (1958) e da ANFAVEA.

A esta altura, por mais que tenham sido feitas tentativas, o financiamento do Programa de Metas era inflacionário⁷, como afirma Villela (2011, pag. 37) “de fato, o principal mecanismo de financiamento do Programa de Metas foi a inflação, resultante da expansão monetária que financiava o gasto público e do aumento do crédito, que viabilizaria os investimentos privados”.

Além disso, havia um problema sério no balanço de pagamentos, já que, embora a Instrução 70 tenha apresentado resultados imediatos positivos, a mesma teve seus efeitos amortecidos pela fase depressiva que atingiu o setor externo brasileiro a partir de 1954, pois os preços internacionais do café caíram violentamente a partir desse ano, com consequente deterioração dos termos de intercâmbio.

A progressiva diminuição das receitas de exportação, somada a intensificação do processo substitutivo, comprometia o poder do setor público de orientar o processo de industrialização, ou seja, como honrar os compromissos externos e como trazer os importados se têm poucas receitas. A proposta foi permitir a importação sem cobertura cambial de equipamentos na forma de investimento direto estrangeiro, para Caputo e Melo (2009, p. 518) “o governo tinha como objetivo aumentar a importação de bens de capital sem criar problemas para o balanço de pagamentos e, assim, modernizar rapidamente a indústria nacional”.

Para esse investimento externo direto ser incentivado, foi utilizada em 1955 a Instrução 113 da SUMOC, onde as regras da Instrução 70 são mantidas, ou seja, o câmbio continua sendo múltiplo e nessa instrução tem se uma facilidade de importar, não sendo necessário comprovar a denominada cobertura cambial, além disso, importava-se na moeda

⁷ Gastos superiores às receitas implicam déficit que implicam emissão de moeda que implicam inflação que implicam queda do poder de compra do trabalhador, ou seja, era como se fosse um imposto sobre a renda do trabalhador.

nacional valorizada e o investimento entrava pela desvalorizada, o que implicou em fortes ingressos durante o período de 1956-61.

Na prática a Instrução se mostrou um instrumento poderoso de atração do capital estrangeiro: mais de 50% do total de investimento externo direto que ingressou no Brasil entre 1955 e 1960, ou US\$401 milhões., o fizeram sob a égide daquela Instrução. Igualmente, dos US\$1,7 bilhão em empréstimos e financiamentos obtidos pelo Brasil entre 1955 e 1960, mais de 60% também ingressaram no país sob a forma de máquinas, veículos e equipamentos sem cobertura cambial.

Sendo assim, boa parte dos investimentos externo direto e dos empréstimos e financiamentos obtidos, direcionava-se ao setor automobilístico. E para supervisionar e impulsionar esse setor foi criado em 1956, através do decreto nº 39.142 o Grupo Executivo da Indústria Automobilística (GEIA).

2.2.2 A criação da Indústria Automobilística no Brasil a partir do GEIA.

O GEIA ficou encarregado de supervisionar e conduzir os investimentos ao setor automobilístico. O objetivo era adotar medidas que forçassem o mercado a investir na indústria nacional.

Conforme o Art. 16 do decreto 39.412, o GEIA tem como finalidades e atribuições:

- a) Elaborar, e submeter à aprovação do Presidente da República, Planos Nacionais Automobilísticos para as diversas linhas de fabricação de auto veículos e adaptá-los às contingências da situação econômica nacional;
- b) Examinar, negociar e aprovar, privativamente, os projetos singulares referentes à indústria automobilística para o Brasil, e encaminhá-los quando aprovados, aos órgãos encerrados do controle de comércio e de câmbio, para as providências executivas que aos mesmos competirem;
- c) Supervisionar, por iniciativa própria, ou em colaboração com outros órgãos de Governo, a execução das diretrizes e projetos relativos à indústria de material automobilístico;
- d) Recomendar, quando fôr o caso, às entidades oficiais especificamente incumbidas de prover créditos para empreendimentos, de desenvolvimento econômico, os projetos automobilísticos submetidos a seu exame e devidamente aprovados;
- e) Promover e coordenar estudos sobre nomenclatura, revisão de tarifas aduaneiras, classificação de mercadorias por categorias de importação, normalização de materiais, seleção de tipos, preparo de mão de obra especializada e de técnicos, suprimentos de matérias primas e de bens de produção, estatísticas, censo industrial, medidas tributárias e legislativas, mercados, custos de produção, mostras e exposições e outros aspectos de interesse para a indústria de material automobilístico.” (Legislação Informatizada - Decreto nº 39.412, de 16 de Junho de 1956 - Publicação Original)

Com isso, o Governo aspirava atrair investimentos externo direto e as empresas, que aderissem as condições de nacionalização da produção, obteriam incentivos financeiros supervisionados pelo GEIA.

Segundo Shapiro (1997), 18 empresas sujeitaram seus projetos ao GEIA e todas foram aprovadas, entretanto, apenas onze efetuaram seus planos. As onze empresas foram: WILLYS-OVERLAND, VEMAG, FNM (capital brasileiro); MERCEDEZ BENS, SIMCA (*joint ventures*); FORD, GENERAL MOTORS, INTERNATIONAL HARVESTER, SACANIA VABIS, VOLKSWAGEN, TOYOTA (capital estrangeiro).

A GEIA não visava somente a atração de investimentos externo direto, mas também deu suporte às empresas já existentes no Brasil, por meio de políticas de incentivo à demanda de automóveis e diminuição de custos.

A partir da criação do GEIA e das medidas por ele implantadas, um novo horizonte se fez para o setor automobilístico e uma nova imagem para os investidores estrangeiros, o que foi de suma importância para que o setor se tornasse o que representa hoje para a economia do país.

3. A INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA E SEU PAPEL ESTRATÉGICO NA ECONOMIA BRASILEIRA.

Para se ter noção da importância do setor automotivo no Brasil, dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea) mostram que em 2014 o setor teve uma participação no produto interno bruto brasileiro de 20,4%, empregando 114.336 pessoas em 2015, nas 65 unidades instaladas em 51 municípios, espalhadas em 11 estados no Brasil.

O Brasil é hoje o sexto maior produtor de veículos do mundo, contando com um parque industrial maduro e fortemente estruturado, no qual estão presentes plantas modernas das principais montadoras mundiais. Assim como ocorre em vários outros países industrializados, o setor automotivo responde por uma parcela significativa das atividades produtivas. (ALVARENGA, G; et al. 2010, p. 7)

E em tempos de baixo ritmo de crescimento econômico, muitos são os debates acerca das políticas a serem adotadas visando o alcance de uma trajetória de crescimento econômico

sustentável, de modo a superar o comportamento da economia brasileira nos últimos anos do tipo “stop-and-go”⁸.

Nesse intuito é comum observar a adoção de políticas, visando proteger setores ditos estratégicos, ou seja, setores cuja participação na geração de emprego e renda é expressiva, como é o caso do setor automotivo no Brasil.

Um das dessas políticas é a tributação do consumo, mais especificamente através do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI). Para Sampaio (2011,p.189) “a tributação sobre o consumo desempenha um papel importante na correção de externalidade e possui custos administrativos relativamente baixos, reduzindo, assim, o risco de evasão e elisão fiscal”.

O IPI incide apenas sobre os bens industrializados e, de acordo com a Constituição (art. 153, §3º, I) “é um imposto seletivo que procura diferenciar o ônus fiscal de acordo com a essencialidade do bem”. De competência da União, sua arrecadação gira em torno de 7% da receita tributária total e se concentra em três fontes principais: a indústria automobilística, a indústria do fumo e a indústria de bebidas.

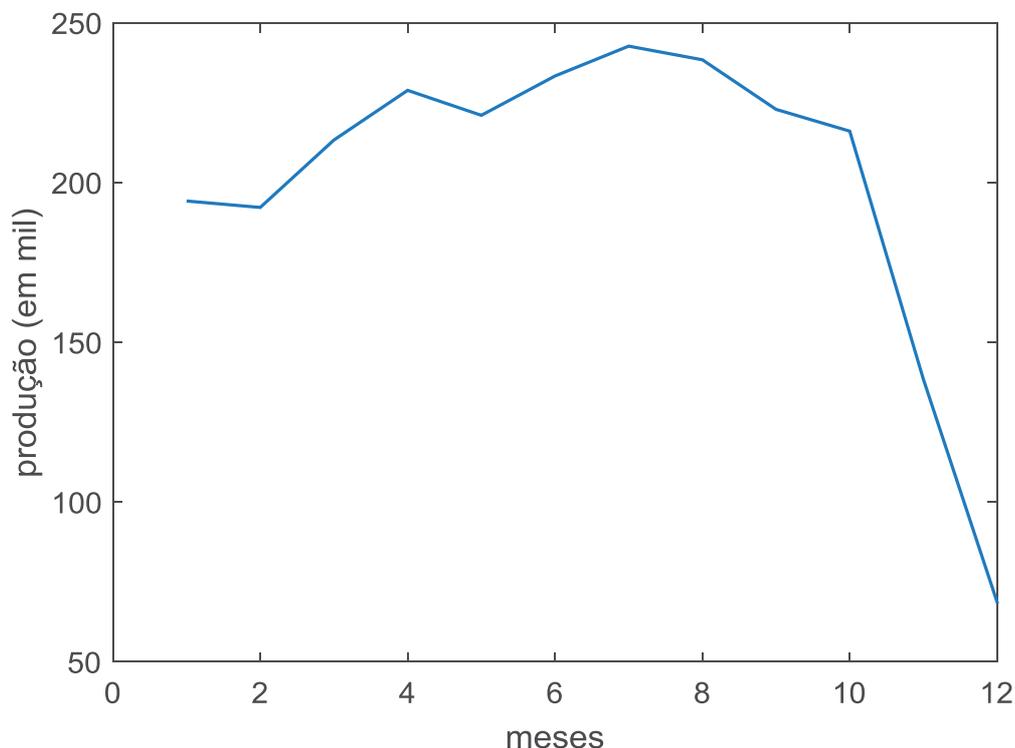
3.1 OS IMPACTOS SOBRE A PRODUÇÃO AUTOMOTIVA COM A REDUÇÃO DO IPI.

Diante do ápice da crise de 2008, o governo brasileiro precisava tomar um posicionamento e adotar uma política industrial que protegesse os setores afetados pela crise e, ainda, gerasse resultados positivos para a economia como um todo. Dentre eles estava o setor automotivo, que, devido às montadoras serem multinacionais, estavam sofrendo ainda mais com os impactos da crise mundial.

O Ministro da Fazenda (na época, Guido Mantega) pressionado, decidiu adotar a política de redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI). A desoneração ocorreu sobre os veículos zero quilômetro na tentativa de estimular a recuperação do setor automotivo, que apresentou queda na produção nos últimos meses de 2008. O gráfico um abaixo mostra essa queda na produção, que aconteceu especificamente nos meses de novembro e, brutalmente, em dezembro.

⁸Expressão usada para designar crescimento pouco sustentável da economia que rapidamente desacelera.

Gráfico 1 – Série da produção de automóveis de janeiro a dezembro de 2008



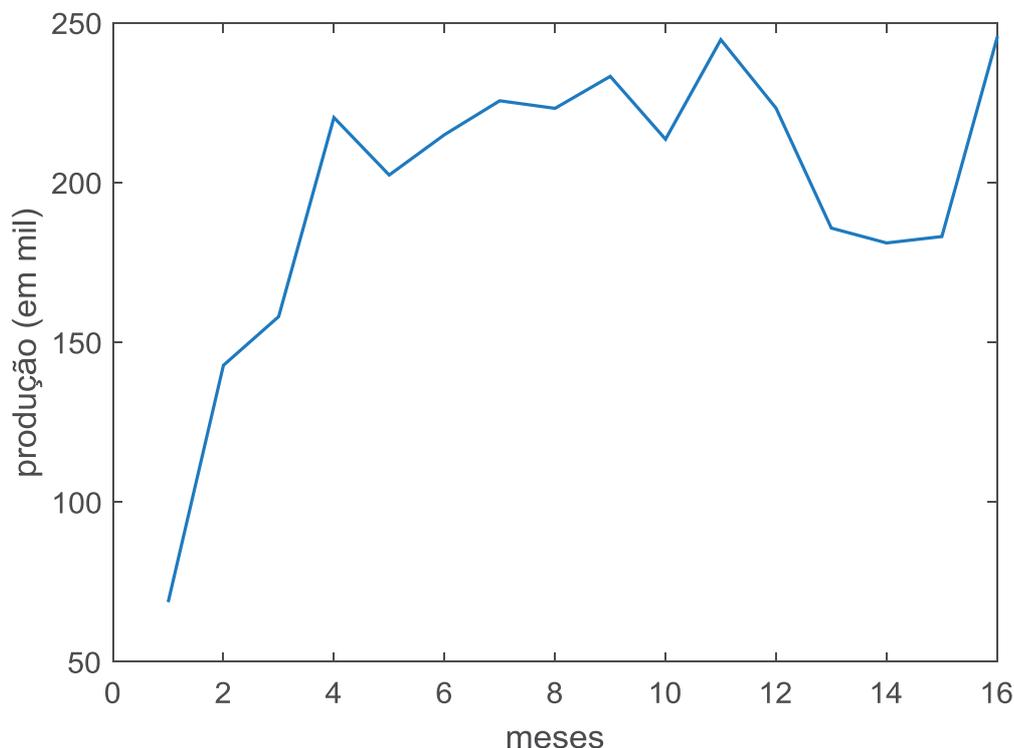
FONTE: Elaboração própria. A partir da série temporal da produção de automóveis de janeiro a dezembro de 2008 do Ipeadata.

Como pode ser observado, dos meses de janeiro a outubro o nível da produção ficou oscilando próximo a sua média⁹ (171.307), enquanto que os meses de novembro e dezembro ficaram abaixo, apresentando uma produção de 138.380 e 68.692, respectivamente.

Diante desse cenário, em dezembro de 2008 o governo federal anuncia a primeira redução do IPI, que, a princípio, seria até 2009, todavia, com a pressão das montadoras, foi prorrogada até março de 2010. Logo em janeiro de 2009 a produção mostrou recuperação, entretanto, mesmo com a redução do IPI, o setor automotivo não produziu além do seu patamar normal, onde o máximo da produção foi 244.719 no mês de outubro, como pode ser observado no gráfico dois abaixo, que mostra a série da produção de dezembro de 2008 a março de 2010, período em que ocorreu a primeira redução do IPI.

⁹ A média foi calculada com base na série de tempo da produção de automóveis do Ipeadata de janeiro de 2000 a fevereiro de 2016.

Gráfico 2 – Série da produção de dezembro de 2008 a março de 2010

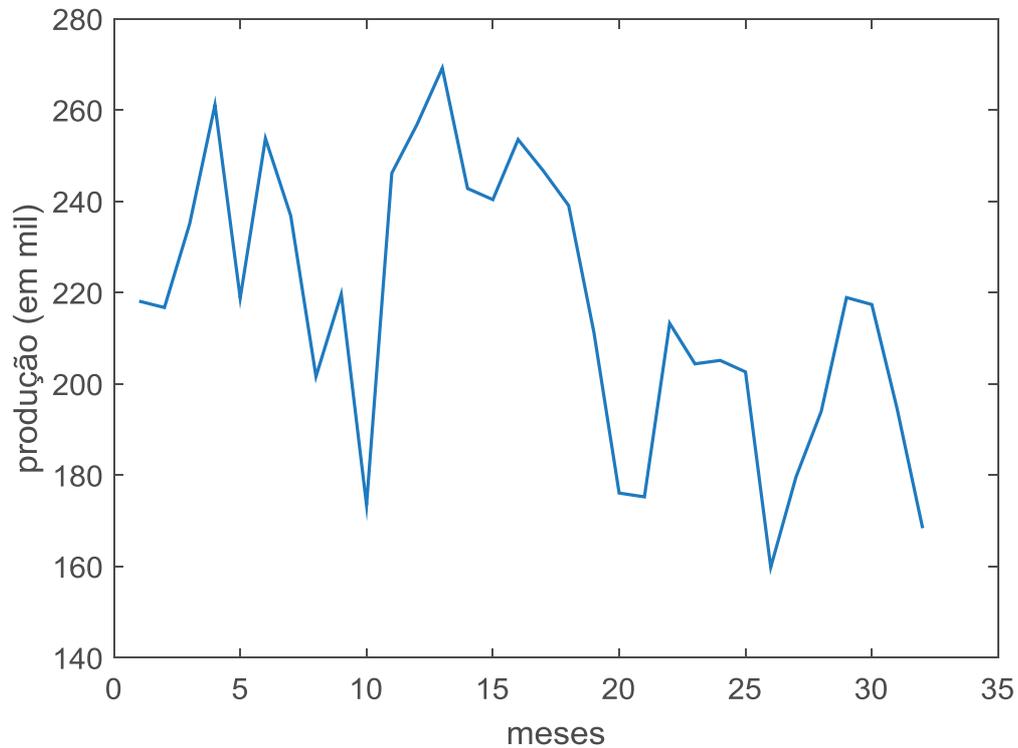


FONTE: Elaboração própria. A partir da série da produção de automóveis de dezembro de 2008 a março de 2010 do Ipeadata.

Em 2012, sofrendo pressões das montadoras para reduzir novamente o IPI, o governo federal anunciou a nova redução no mês de maio. Anteriormente a alíquota cheia era entre 4% a 13% (dependendo do modelo), e com a redução passou a ser entre 0% a 7% aproximadamente (dependendo do modelo). Ao longo dos anos, o governo foi aumentando aos poucos a alíquota, até retornar à alíquota cheia em dezembro de 2014.

Assim como nos outros anos, a produção não atingiu níveis elevados que pudessem gerar um impacto significativo para a economia, esteve sempre oscilando entre 160.000 e 260.000. A exceção está nos níveis baixos de produção, como em dezembro de 2008, e não em níveis mais extremos do que 260.000. Esses valores podem ser verificados no gráfico três abaixo, que mostra a série da produção de maio de 2012 a dezembro de 2014, período da segunda redução do IPI.

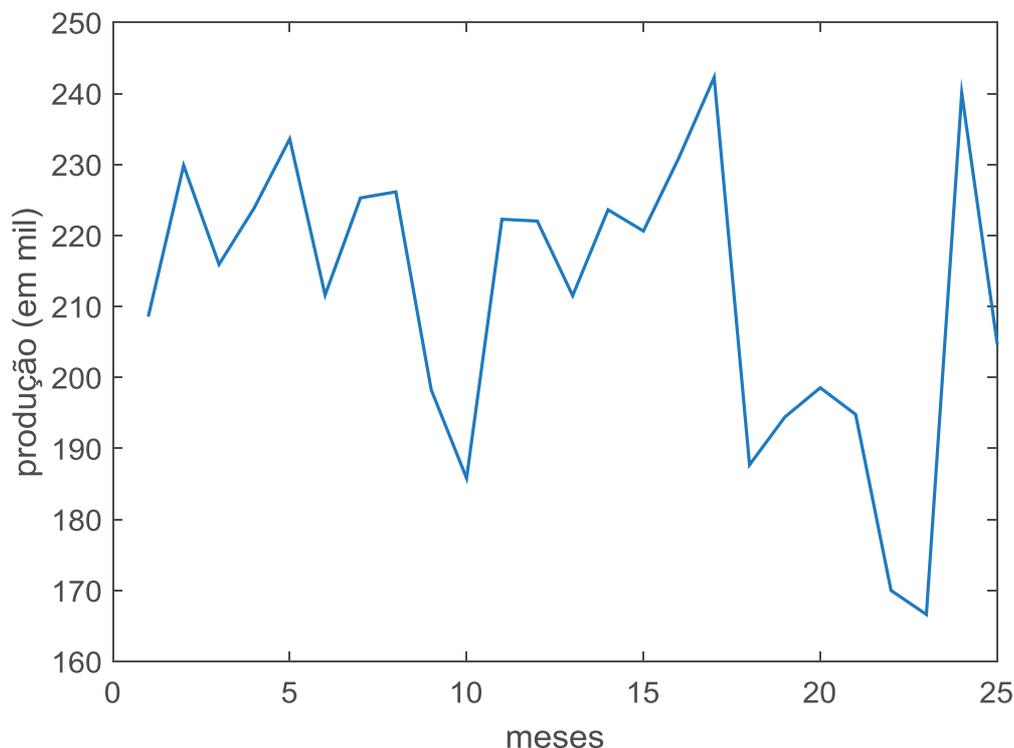
Gráfico 3 – Série da produção de automóveis de maio de 2012 a dezembro de 2014



FONTE: Elaboração própria. A partir da série da produção de automóveis de maio de 2012 a dezembro de 2014 do Ipeadata.

É claro que a redução do IPI contribuiu para que a produção não caísse a valores extremamente baixos, como em dezembro de 2008. No entanto, pode-se verificar no gráfico quatro abaixo que, no intervalo do fim da primeira redução e do início da segunda redução do IPI (de abril de 2010 a abril de 2012), quando o mundo ainda passava pelas consequências da crise de 2008, o setor automotivo não apresentou baixas em sua produção, conseguindo manter seu nível normal.

Gráfico 4 – Série da produção de automóveis de abril de 2010 a abril de 2012



FONTE: Elaboração própria. A partir da série da produção de automóveis de abril de 2010 a abril de 2012 do Ipeadata.

Portanto pode-se dizer que, na produção em si, a redução do IPI não teve tanta eficácia, ou pelo menos só teve um efeito de curto prazo. Outra questão é: e para a economia do país, a redução do IPI teve efeitos positivos e significativos? Embora tenham sido positivos, os efeitos na economia não foram significativos. É o que mostra o estudo (apresentado num artigo do jornal Valor Econômico) de Alexandre Porsse e Felipe Madruga da Universidade Federal do Paraná: os efeitos foram muito pequenos.

Segundo os pesquisadores, entre 2010 e 2013 o impacto da redução do IPI no PIB foi apenas de 0,02% ao ano e no emprego foi somente de 0,04% ao ano. Um resultado muito pífio para esse setor, que representou mais da metade das reduções do IPI aplicadas pelo governo, isto é, a maior parcela das desonerações foram destinadas ao setor automotivo. “O valor total de desonerações de IPI concedidas pelo governo entre 2010 e 2014 foi de R\$ 15,5 bilhões distribuídos entre cinco setores diferentes e, deste total, o setor automotivo foi responsável por 53,4%, que em valores representa R\$ 8,3 bilhões” (MACHADO, 2015).

Isso mostra a concentração de políticas industriais que o governo aloca em poucos setores, ao invés de políticas industriais que alcancem todos os setores. Por isso, os efeitos no PIB e no emprego dificilmente serão significativos.

E ainda, "geralmente, quando tem foco setorial, as políticas de desoneração tributária são muito mais sensíveis à pressão de grupos, ao lobby, do que uma política de âmbito mais geral. Então, você tem uma certa resistência a retornar para os patamares anteriores das alíquotas", (PORSSE, 2014).

Porsse e Madruga também argumentam que a medida foi uma política tributária regressiva. Isso quer dizer que a política só privilegiou as classes de rendas mais altas e, portanto, não alcançou as pessoas com poder aquisitivo baixo. Segundo eles, os impactos na economia seriam muito parecidos, mesmo se a desoneração fosse para todos os setores da indústria, entretanto os impactos distributivos seriam mais eficazes, pois acarretaria um efeito distributivo tributário progressivo, alcançando a classe mais pobre.

Como já dito, o emprego no setor automotivo entre 2010 e 2013, assim como o PIB, não cresceu significativamente. Um estudo feito pela Diretoria de Estudos Macroeconômicos do Ipea (2009, p.6-7) afirma que o emprego no primeiro semestre de 2009 apresentou queda, ainda com a redução do IPI:

Mesmo com a desoneração do IPI e a recuperação das vendas de automóveis, o emprego na cadeia automobilística manteve tendência de redução ao longo do primeiro semestre de 2009. Os dados do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados do Ministério do Trabalho e Emprego (Caged/MTE) revelam, entretanto, que houve desaceleração desse processo. Em janeiro e fevereiro, ocorreu redução de 22.688 empregos formais na cadeia automobilística; em maio e junho, a perda foi de 3.838 empregos.

Em 2008, a média de empregados no setor automotivo foi em torno de 115 mil, já ao final de 2009 houve uma redução de 10 mil postos de trabalho, chegando a 105 mil empregados, segundo dados da Confederação Nacional da Indústria.

Por fim, com base nas análises dos gráficos da série de tempo da produção de automóveis e da revisão da literatura apresentada, pode-se concluir que a redução do IPI apenas teve um efeito de curto prazo sobre a produção de automóveis, sendo praticamente nulo seu efeito de longo prazo, o que nos leva a questionar o prolongamento dessa política feita pelo governo federal.

O mesmo pode ser dito a respeito do seu efeito na economia do país. Como apontado por Porsse e Madruga, o resultado da desoneração do IPI no PIB e no emprego do setor automobilístico foi muito pequeno para o tamanho do montante de desoneração concedido.

Outra estratégia de política industrial que poderia ter sido adotada é uma política horizontal que aloque todos os setores, ao invés de uma política vertical que concentre a desoneração tributária somente em alguns setores. Ou, se ocorrerem situações como em

dezembro de 2008, de socorro imediato, a política de desoneração tributária não deve ser prolongada além do necessário.

4. METODOLOGIA

O método escolhido para a previsão foi o de Box & Jenkins. Ele consiste em quatro etapas: identificação, estimação, verificação de diagnóstico e previsão. A primeira etapa direciona a identificação dos valores adequados de p , d e q , isto é, se o processo será AR (Auto Regressivo), MA (Média Móvel), ARMA (Auto Regressivo, de Médias Móveis) ou ARIMA (Auto Regressivo, Integrado, de Médias Móveis) ou ainda SARIMA, que é um processo ARIMA com sazonalidade, como é o caso do nosso modelo.

A segunda etapa consiste na estimação dos parâmetros. Neste trabalho utilizamos o método da Máxima Verossimilhança para estimar os parâmetros, onde todos os parâmetros mostraram-se significativos.

Na terceira etapa, “depois de escolhido um dado modelo ARIMA e de estimados seus parâmetros, devemos verificar se o modelo escolhido se ajusta razoavelmente aos dados, pois é possível que um outro modelo ARIMA possa realizar tarefa igualmente” (GUJARATI, 2006). Verificamos que o modelo que se ajusta razoavelmente aos dados da produção de automóveis é o modelo SARIMA $(1,1,1)(0,1,1)_{12}$ sem constante.

A última etapa é a previsão. A previsão do modelo ARIMA com sazonalidade se aproximou significativamente do dado real do mês de março de 2016.

Como já dito, utilizamos o instrumental de Redes Neurais para modelar o erro. Conceitualmente, uma Rede Neural artificial é um dispositivo tanto capaz de processar informação de forma distribuída quanto de incorporar conhecimento através de exemplos. Trata-se, portanto, de um processador capaz de extrair conhecimento experimental disponibilizando-o para uso prático (tomada de decisões, por exemplo).

O tipo de treinamento usado na Rede foi o algoritmo backpropagation. Este algoritmo requer a propagação direta (*feedforward*) do sinal de entrada através da rede, e a retropropagação (propagação reversa, ou *backpropagation*) do sinal de erro.

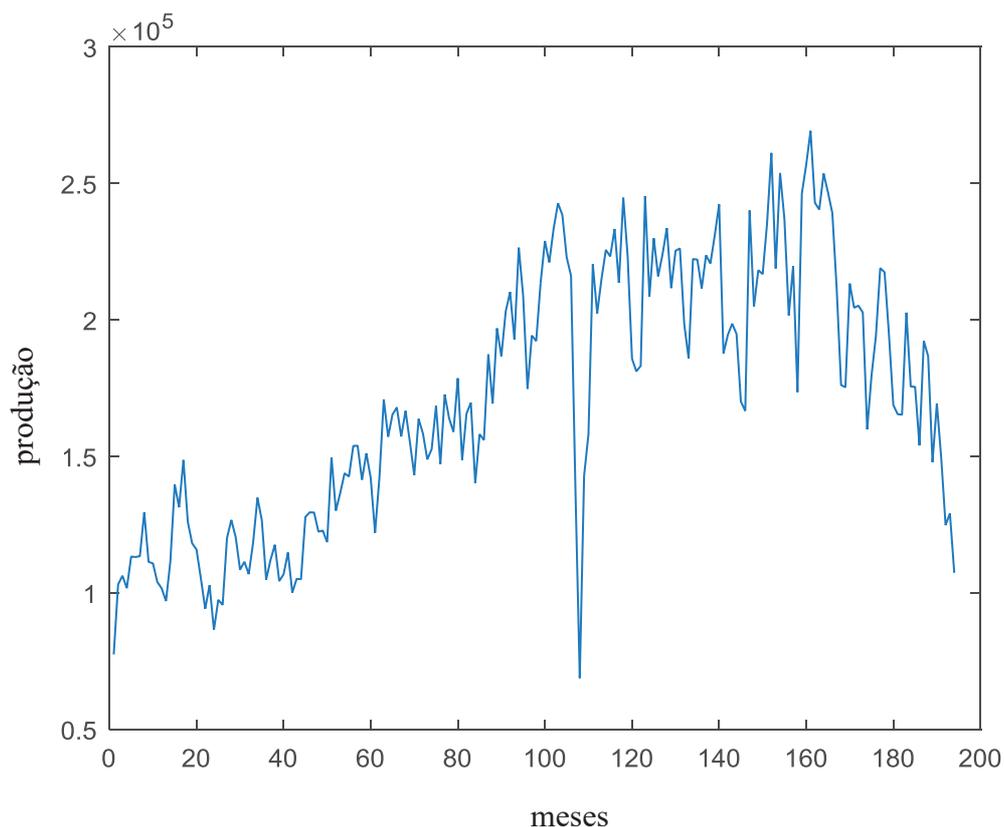
Uma Rede Neural é composta por camadas de entrada, camadas intermediárias ou escondidas e camadas de saída. Neste trabalho foram utilizadas três variáveis de entrada e uma de saída, que será o ruído branco estimado.

Por fim, uniremos os dois modelos, Box & Jenkins e o ruído branco estimado por Redes Neurais, e formaremos um modelo híbrido da previsão de automóveis no Brasil de março de 2016.

4.1 O MODELO SARIMA

A série da produção de automóveis no Brasil apresentou-se não estacionária. Uma série é não estacionária, “se as características do processo se alteram no decorrer do tempo” (SOUZA e CAMARGO, 1996). O gráfico cinco abaixo mostra a série temporal não estacionária da produção de automóveis no Brasil de janeiro de 2000 a fevereiro de 2016.

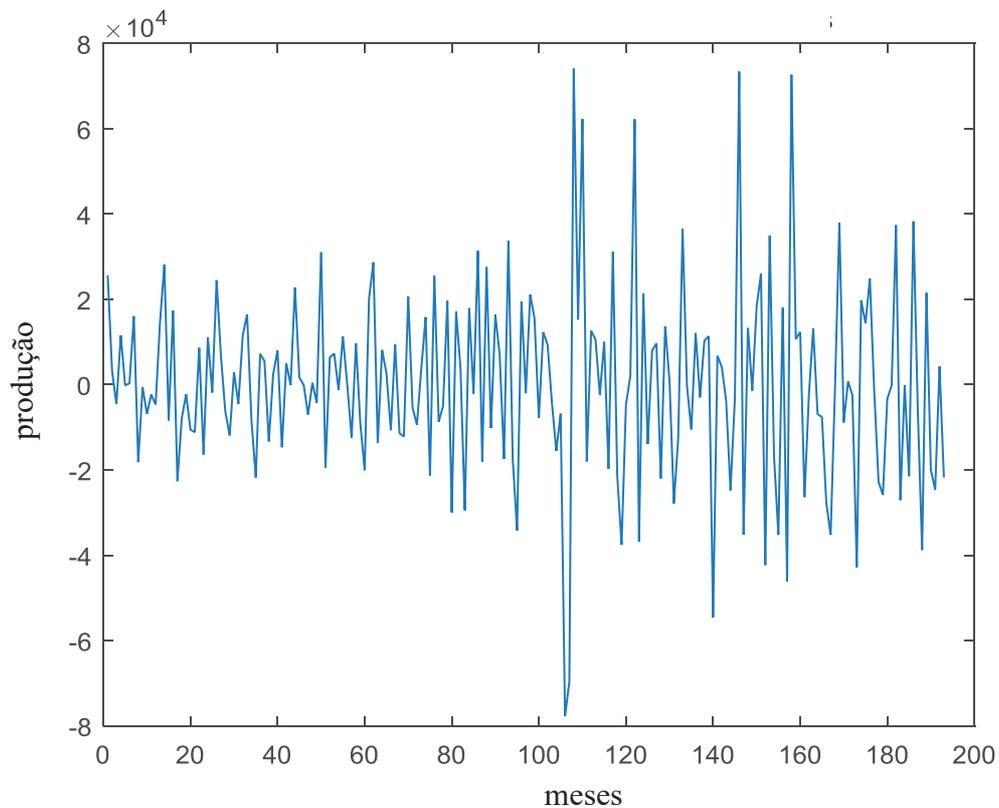
Gráfico 5 – Série temporal da produção de automóveis de janeiro de 2000 a fevereiro de 2016



FONTE: Elaboração própria. A partir da série da produção de automóveis de janeiro de 2000 a fevereiro de 2016 do Ipeadata.

Diante disso, a série foi diferenciada uma vez e tornou-se uma série estacionária e concluímos que não seria necessário fazer a segunda diferença. O gráfico seis a seguir mostra a série com a primeira diferença.

Gráfico 6 – Série da produção de automóveis de jan/2000 a fev/ 2016 com primeira diferença

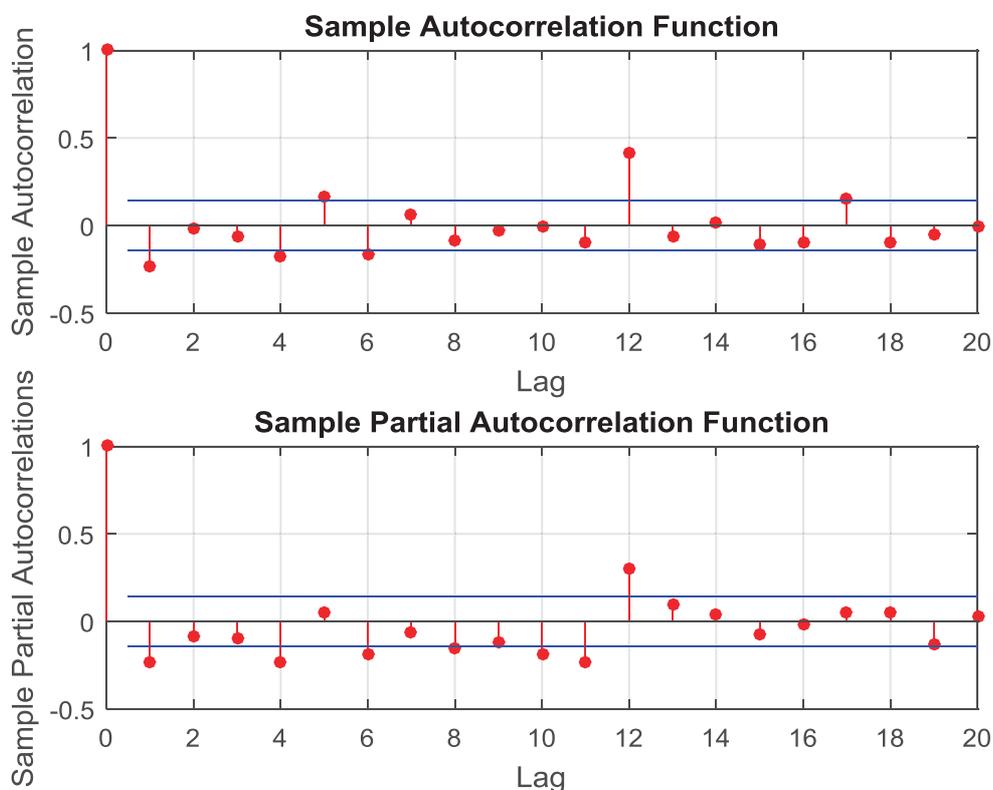


FONTE: Elaboração própria. A partir da série da produção de automóveis de janeiro de 2000 a fevereiro de 2016 do Ipeadata.

Para ratificar a estacionariedade da série, fizemos o Teste da Raiz Unitária, usando o Teste Aumentado de Dickey-Fuller (teste ADF). Como nossa saída foi 1 (um), rejeitamos a hipótese de raiz unitária e concluiu-se que a série tornou-se estacionária.

Após a confirmação de estacionariedade da série, calculamos as funções de autocorrelação e autocorrelação parcial, a fim de obtermos a identificação do modelo.

Figura 1 – Correlogramas das funções de Autocorrelação e Autocorrelação Parcial da 1ª diferença da série



FONTE: Elaboração própria. A partir da série da produção de automóveis de janeiro de 2000 a fevereiro de 2016 do Ipeadata.

Ao analisarmos os correlogramas das funções de autocorrelação e autocorrelação parcial, na figura 1 acima, observamos a existência de sazonalidade de período 12. “Entende-se por “sazonalidade” como sendo a tendência do processo em repetir um certo tipo de comportamento dentro de um período sazonal” (SOUZA e CAMARGO, 1996).

Então verificamos que os possíveis modelos seriam SARIMA (1,1,1)(1,1,1)₁₂ ou SARIMA (2,1,1)(1,1,1)₁₂. Porém os parâmetros AR(2) e AR(1) com sazonalidade não se mostraram significativos, assim como a constante, portanto escolhemos o modelo SARIMA (1,1,1)(0,1,1)₁₂ sem constante, e todos os parâmetros foram significativos, como mostra a tabela dois adiante.

Tabela 2 – Descrição do modelo

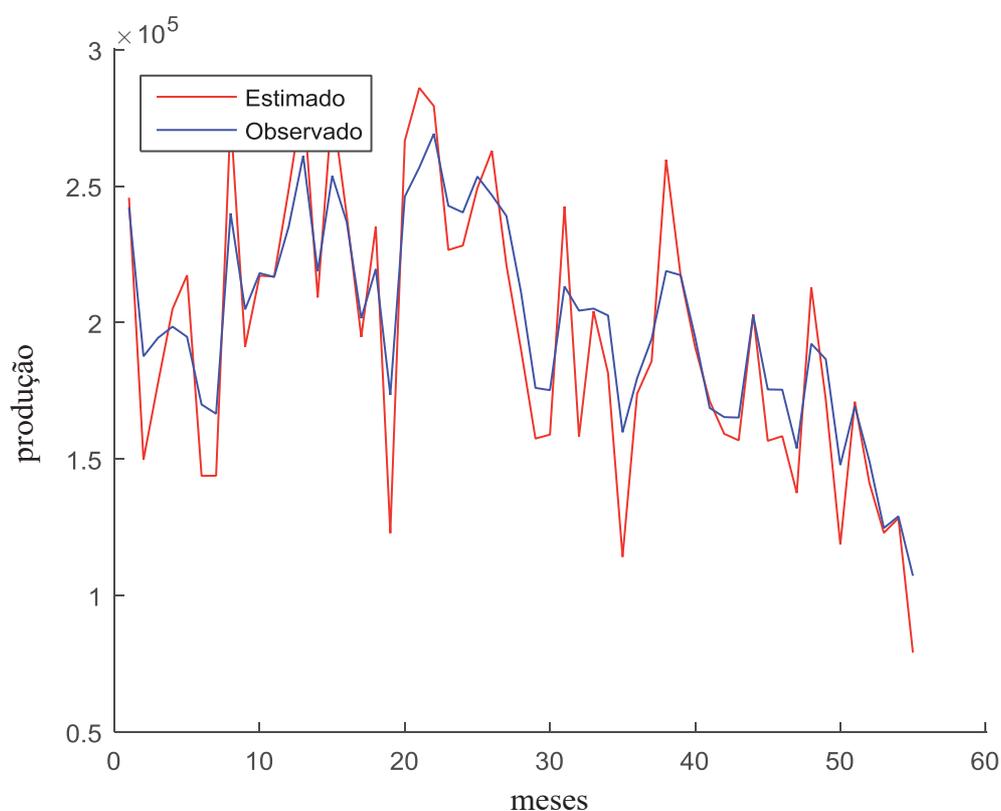
Parâmetro	Coefficiente	Erro Padrão	Estatística t
AR (1)	0.406543	0.142277	2.85741
MA (1)	-0.760222	0.115572	-6.57792
SMA (12)	-0.803356	0.0680713	-11.8017

FONTE: Elaboração própria.

Após se cumprirem as três etapas da metodologia de Box & Jenkins, identificação do modelo, estimação dos parâmetros e verificação do diagnóstico, passamos para o princípio da última etapa, a previsão. Princípio, pois a previsão só será concluída depois de estimarmos o ruído branco, através de Redes Neurais, e juntarmos ao modelo final.

O gráfico sete abaixo apresenta os valores previstos da produção de automóveis e os valores reais agosto de 2011 a fevereiro de 2016. Os valores estimados, mesmo sem o ruído branco modelado por Redes Neurais, apresentam-se ajustados aos valores reais.

Gráfico 7 – Valores previstos e valores reais da produção de agosto/2011 a fevereiro/2016

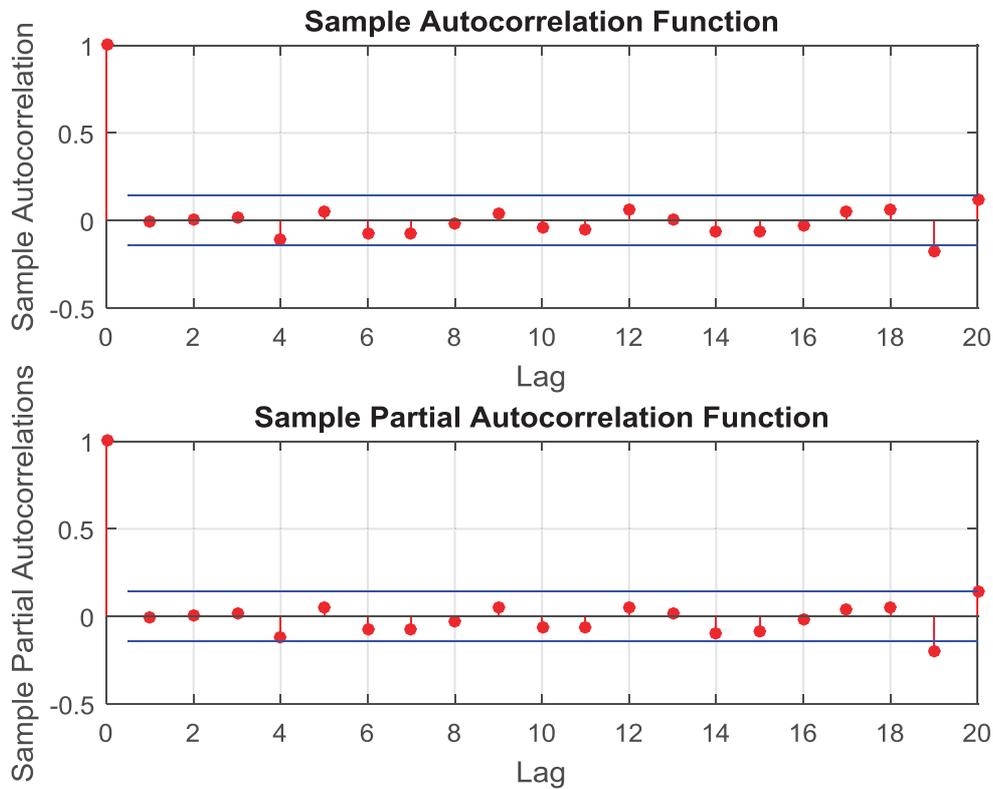


FONTE: Elaboração própria. A partir da série da produção de automóveis de agosto de 2011 a fevereiro de 2016 do Ipeadata.

Para verificar se há autocorrelação serial, fizemos o teste de Ljung & Box. O teste diz que, se $h=0$, não há autocorrelação serial; se $h=1$, há autocorrelação serial. Nosso resultado forneceu $h=0$, o qual indica ausência de autocorrelação serial.

Por fim, calculamos as funções de autocorrelação e autocorrelação parcial, para verificar se o erro é um ruído branco. Os correlogramas, na figura dois, a seguir, apontaram que o erro é um ruído branco. Diante disso, passamos para a fase de modelagem desse ruído branco, através de Redes Neurais, na seção seguinte.

Figura 2 - Correlogramas das funções de Autocorrelação e Autocorrelação Parcial para o teste de erros



FONTE: Elaboração própria. A partir da série da produção de automóveis de agosto de 2011 a fevereiro de 2016 do Ipeadata.

4.2 ESTIMATIVA DO RUÍDO BRANCO ATRAVÉS DE REDES NEURAIAS

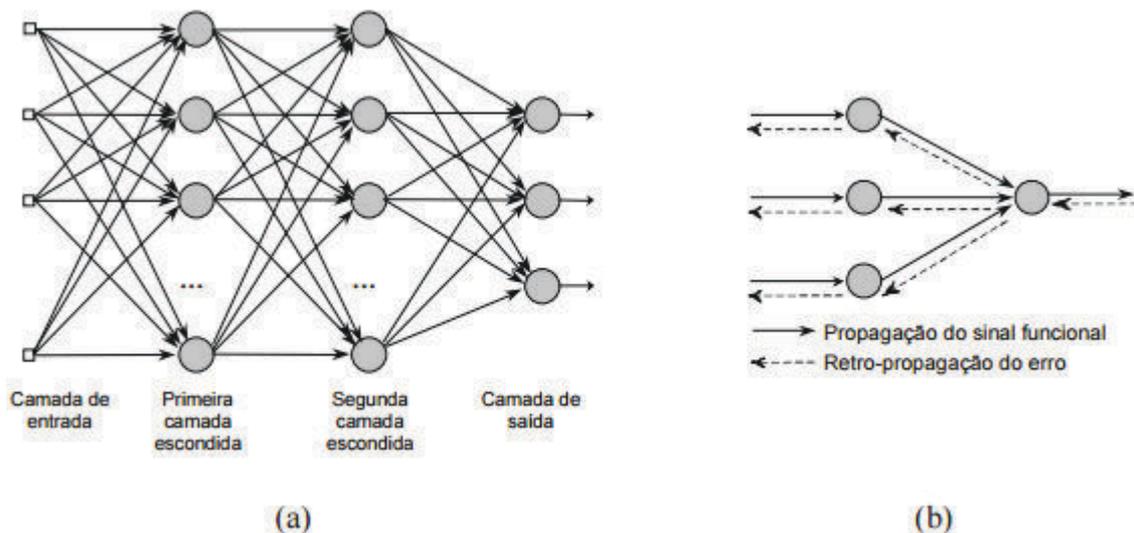
Para compreensão do leitor, é preciso saber primeiro o que é uma Rede Neural e como ela funciona. Segundo Haykin (1998), uma Rede Neural artificial (RNA) é um sistema de processamento massivamente paralelo, composto por unidades simples com capacidade natural de armazenar conhecimento e disponibilizá-lo para uso futuro.

Sabe-se que o conhecimento é adquirido através de um processo de aprendizado. O mesmo acontece com as Redes Neurais artificiais. A informação é armazenada em “densidades de conexão” conhecidas como “pesos sinápticos” (ou simplesmente pesos). O processo de aprendizado de uma Rede se dá através de um algoritmo que deve ser capaz de ajustar iterativamente os pesos de modo que se atinja o objetivo proposto.

A Rede Neural aprende, então, o ambiente através de um processo iterativo de modificação dos pesos de interligação, a partir de estímulos fornecidos pelo ambiente.

A Rede Neural que será utilizada neste projeto é o que se conhece por Rede *feedforward* que se distingue pela presença de uma ou mais camadas intermediárias ou escondidas (camadas em que os neurônios são efetivamente unidades processadoras, mas não correspondem à camada de saída). O conjunto de saídas dos neurônios de cada camada da Rede é utilizado como entrada para a camada seguinte. A Figura 1(a) ilustra uma Rede *feedforward* de múltiplas (duas) camadas intermediárias.

Figura 3 – Redes Neurais tipo *feedforward* com Múltiplas Camadas



(a) Arquitetura, (b) Sentido de Propagação do Sinal Funcional e do Sinal de Erro.

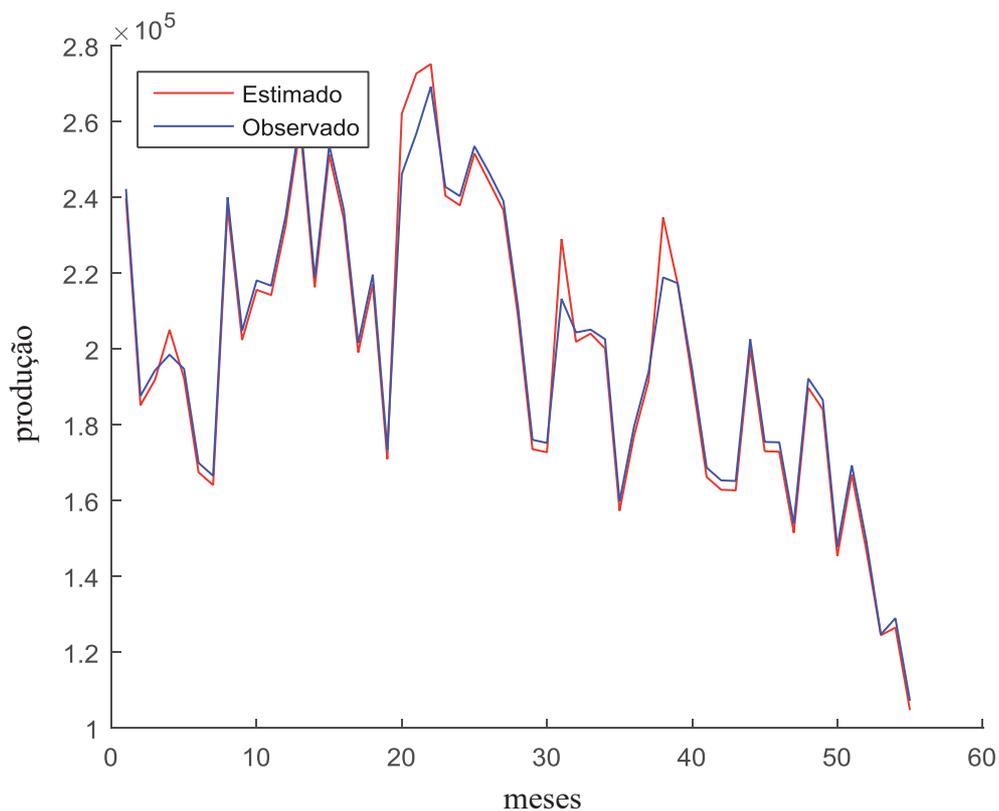
Neste trabalho foram utilizadas três variáveis de entrada (e_{t-1} , e_{t-2} , e_{t-12}), uma camada escondida, contendo dez neurônios, e uma variável de saída, o ruído branco estimado.

4.3 MODELO HÍBRIDO: UNIÃO BOX & JENKIS E REDES NEURAIAS

Finalmente com o ruído branco estimado, foi unido ao modelo de Box-Jenkis e chegou-se ao modelo híbrido. Os valores reais e os valores previstos do modelo híbrido encontram-se no gráfico quatro a seguir. Os resultados da união de Box & Jenkis e Redes Neurais dos meses de agosto de 2011 a fevereiro de 2016 revelaram-se bem mais ajustados do que os resultados encontrados somente com Box & Jenkis, apresentados no gráfico oito abaixo.

Por fim, a previsão de março de 2016 encontrada pelo modelo híbrido foi 162.680 automóveis produzidos, frente ao valor real de 161.666 automóveis produzidos no Brasil no mês de março de 2016.

Gráfico 8 – Valores reais e previstos do modelo híbrido de ago/2011 a fev/2016



FONTE: Elaboração própria. A partir da série da produção de automóveis de agosto de 2011 a fevereiro de 2016 do Ipeadata.

5. CONCLUSÃO

Desde a chegada das primeiras importadoras de automóveis ao Brasil, passando pelo Plano de Metas e pelo GEIA, até chegar-se ao atual parque industrial da indústria automobilística, foram muitos anos de maturação e desenvolvimento. Independente das políticas adotadas pelos governos e da forma de financiamento feita para atrair investimentos, o setor se consolidou e não é atoa que é o sexto maior produtor do mundo.

Viu-se que em Vargas foi dado o ponta pé, mas foi em Juscelino que a indústria automobilística se instalou e deslanchou. Desde 1956, quando o GEIA foi criado, até 2016 são 60 anos de história e evolução, que não caberia ser contada toda aqui.

Sobretudo, merece destaque aqui a participação do GEIA na trajetória da indústria automobilística. Sua atuação foi fundamental para a ampliação de investimentos externo direto no setor e no balanço de pagamentos do país, que naquele momento necessitava de divisas para importação de máquina e equipamentos para o processo de industrialização.

Foi constado, através de uma análise empírica dos dados, que a orientação de políticas industriais emergenciais, como a redução do IPI, só afetam a produção no curto prazo e que, portanto, não devem ser prolongadas para o longo prazo.

Na previsão, concluiu-se que o modelo SARIMA $(1,1,1)(0,1,1)_{12}$ sem constante foi o que mais se adequou aos dados da produção de automóveis no Brasil e atendeu ao objetivo do trabalho de mostrar a eficiência do modelo híbrido – Box & Jenkis e Redes Neurais.

O resultado de março de 2016 mostrou-se significativo, o qual validou o modelo híbrido – Box & Jenkis e Redes Neurais – e comprovou sua eficiência.

Ao longo do tempo, novas previsões para os próximos meses de abril, maio e junho de 2016 serão feitas e os resultados do trabalho serão atualizados. Acreditamos que os resultados continuarão sendo significativos, como ocorreu com o resultado de março de 2016.

6. BIBLIOGRAFIA

ALVARENGA, G; et al. Políticas Anticíclicas na Indústria Automobilística: uma análise de cointegração dos impactos da redução do IPI sobre as vendas de veículo. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA**. Texto para discussão 1512. Rio de Janeiro, out. 2010.

ANUÁRIO DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA BRASILEIRA. São Paulo: Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores, ano 2016. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br/index.html>. Acesso em: 28 maio, 2016.

CARTA DA ANFAVEA. São Paulo: Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores, n.361, jun. 2016. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br/index.html>. Acesso em: 03 julho, 2016.

CASOTTI, Bruna P.; GOLDENSTEIN, Marcelo. Panorama do setor automotivo: as mudanças estruturais da indústria e as perspectivas para o Brasil. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n.28, p.147-188, set. 2008.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Séries Históricas. Disponível em: <http://www6.sistemaindustria.org.br/gpc/externo/listaResultados.faces?codPesquisa=100>. Acesso em: 04 nov, 2016.

DIRETORIA DE ESTUDOS MACROECONÔMICOS. Impactos da Redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) de Automóveis. **Nota Técnica do Ipea**, Brasil, 2009. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5800/1/NT_n15_Impactos-reducao-imposto_Dimac_2009-ago.pdf. Acesso em: 10 nov, 2016.

GUJARATI, Damodar N. **Econometria Básica**. 5ª tiragem. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006 .

HAYKIN, S. **Neural networks; a comprehensive foundation**. 2 ed.: New Jersey. Prentice Hall, 1998.

IPEADATA. Produção Automóveis Montados Quantidade. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/>. Acesso em: 12 abril, 2016.

JURGENFELD, Vanessa; SIMÃO, Edna. Estudo mostra baixo efeito do desconto no IPI de veículos sobre PIB e emprego. **Valor Econômico**. São Paulo e Brasília, 11 jul. 2014. Disponível

em: <http://www.valor.com.br/brasil/3610592/estudo-mostra-baixo-efeito-do-desconto-no-ipi-de-veiculos-sobre-pib-e-emprego>. Acesso em: 04 nov, 2016.

MACHADO, Daniela. **Análise Fiscal das Políticas de Subsídio e Desoneração no Setor Automotivo Brasileiro**. Monografia (Graduação) - Departamento de Economia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

Programa de Metas do presidente Juscelino Kubitschek. Estado do plano de desenvolvimento econômico. Rio de Janeiro, 30 jun 1958.

SHAPIRO, Helen. A primeira migração das montadoras: 1956-1968. In: ARBIX, Glauco; ZILBOVICIUS, Mauro. **De JK a FHC, a reinvenção dos carros**. São Paulo: Scritta, 1997, p. 23-87.

SOUZA, Reinaldo C.; CAMARGO, Maria E. **Análise e Previsão de Séries Temporais: os modelos arima**. Santa Maria, 1996.