

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

LUCAS ABRAHÃO DINIZ BRAZ

**AVALIANDO A CAPACIDADE DE PREVISÃO DO ÍNDICE
DE CONFIANÇA DA INDÚSTRIA NA PRODUÇÃO
INDUSTRIAL DO BRASIL:
Uma análise a partir de vetores autorregressivos**

RIO DE JANEIRO

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

LUCAS ABRAHÃO DINIZ BRAZ

**AVALIANDO A CAPACIDADE DE PREVISÃO DO ÍNDICE DE CONFIANÇA DA
INDÚSTRIA NA PRODUÇÃO INDUSTRIAL DO BRASIL:**
Uma análise a partir de vetores autorregressivos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientadora: Dra. Susan Schommer

RIO DE JANEIRO

2021

LUCAS ABRAHÃO DINIZ BRAZ

AVALIANDO A CAPACIDADE DE PREVISÃO DO ÍNDICE DE CONFIANÇA DA INDÚSTRIA
NA PRODUÇÃO INDUSTRIAL DO BRASIL: UMA ANÁLISE A PARTIR DE VETORES
AUTORREGRESSIVOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Instituto de Economia da Universidade Federal do
Rio de Janeiro, como requisito para a obtenção do
título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Rio de Janeiro, 8/25/2021.

SUSAN SCHOMMER - Presidente

Professora Dra. do Instituto de Economia da UFRJ

PEDRO JAMES FRIAS HEMSLEY

Professor Dr. do Instituto de Economia da UFRJ

RENATA DE MELLO FRANCO

Mestre em Economia pela UFRJ

AGRADECIMENTOS

Para a minha família, ao qual o apoio e amor incondicional foi de suma importância para que hoje eu esteja onde estou. Em especial aos meus pais Rodolfo e Nanci, minha irmã Luise, meus primos Rafael e Gracielle e minhas avó Marly e tia-avó Maria Helena, duas mulheres que dedicaram sua vida à educação e grandes incentivadoras da minha formação.

Para todos os meus professores, desde o ensino fundamental até a graduação, por me ensinarem muito mais que o conteúdo do currículo escolar e acreditarem no meu potencial mesmo quando eu não compartilhava de tal crença. Me repreendendo quando precisava e elogiando quando não esperava, respondendo as minhas dúvidas, das mais básicas até as provenientes de curiosidade, que pouco dialogavam com o assunto da aula.

Aos meus amigos e colegas de faculdade e estágio, que com conversas descontraídas, revisões pré-prova emocionantes e debates acalorados sedimentaram a minha formação e enriqueceram meu conhecimento. Os momentos que compartilhei com todos foram reforços maravilhoso e constantes que afugentaram qualquer dúvida sobre a minha escolha de curso. Sobretudo obrigado do fundo do coração à João, Isabela, Carol, Luciana, Mel, Laís, Miguel, Vitor, Roberto, Juliana, Renan, Bernardo e Isabella.

Por fim, aos amigos que mantive ao longo da vida, poucos em quantidade, mas gigantes em apreciação. A grande maioria de nossas conversas e momentos de pouco valeram para a complementação de currículos, porém irei guarda-las como preciosas memórias. Sua ajuda durante o turbulento período que é a graduação foi um importante baluarte de minhas conquistas. Isabelle, João, Guilherme, Luiza, Caíque, Julia, Júlia, Julieta, Vicenzo, Daniel, Carol, Marcelo e Cíntia, muito obrigado por passarem e parado na minha vida.

RESUMO

Objetivo desse trabalho é avaliar se o Índice de Confiança da Indústria (ICI) é capaz de gerar bons modelos de previsão para a produção industrial mensal. Para isso foram criados modelos de vetores autorregressivos utilizando variáveis macroeconômicas e comparando suas medidas de erro de previsão. Os resultados revelaram que os modelos com a presença do ICI apresentaram erros de previsão menores em todas as comparações, mostrando que o índice possui informações únicas que são relevantes para mensurar as flutuações futuras da produção industrial.

Palavras-chave: índices de confiança, modelos de previsão, produção industrial, vetores autorregressivos

ABSTRACT

This paper seeks to assess if the Industrial Confidence Index (ICI), is capable of generating good forecasting models for the monthly industrial production. In order to do so, auto regressive models were created using macroeconomic variables and their prediction errors were compared. The results reveal that all the models that have the ICI showed reduced forecasting errors against those who haven't, indicating that the index possess unique information that is relevant for the measuring of future industrial production oscillations.

Keywords: confidence indexes, forecasting models, industrial production, vector autoregression

SUMÁRIO DE GRÁFICOS E TABELAS

TABELA 1 - Valores Críticos para o teste de cointegração de Engle-Granger.....	14
GRÁFICO 1 - Comparação gráfica entre os índices da PIM-PF.....	16
GRÁFICO 2 - Índice de Confiança da Indústria.....	18
TABELA 2 - Resultados do teste ADF.....	20
TABELA 2.1- Resultados do teste KPSS.....	20
TABELA 3 – P-valor dos testes de diagnóstico.....	23
TABELA 4 - Resultados do modelo ARMA $PIM(1,0)$	23
TABELA 5 - Resultados do VAR $_{PIM+ICI}(1)$	24
TABELA 6 - Resultados do VAR $_{macro}(1)$	25
TABELA 7 - Resultados dos vetores PIM-PF e ICI do VAR $_{macro+ICI}(4)$	26
TABELA 7.1 - Continuação dos resultados do VAR $_{macro+ICI}(4)$	27
TABELA 8 - Resultados do vetor PIM do VAR $_{indústria}(2)$	28
TABELA 8.1 - Continuação dos resultados do VAR $_{indústria}(2)$	29
TABELA 8.2 - Continuação dos resultados do VAR $_{indústria}(2)$	29
TABELA 9 - Resultados dos vetores PIM-PF e ICI do VAR $_{indústria+ICI}(4)$	30
TABELA 9.1 - Continuação dos resultados do VAR $_{indústria+ICI}(4)$	31
TABELA 9.2 - Continuação dos resultados do VAR $_{indústria+ICI}(4)$	32
TABELA 10 - Medidas de erro de previsão dos modelos para o período de 2019.....	33
TABELA 11 - Comparação percentual entre os modelos com e sem o ICI.....	33
TABELA 12 - Comparação percentual entre os modelos sem o ICI.....	33
TABELA 13 - Resultados do teste de causalidade de Granger.....	34

GRÁFICO 3 - Impulso resposta da variação do ICI sobre a variação da PIM-PF.....	35
GRÁFICO 4 - Impulso resposta cumulativo da variação do ICI sobre a variação da PIM-PF.....	35
GRÁFICO 5 - Impulso resposta da variação da PIM-PF sobre a variação do ICI.....	36
GRÁFICO 6 - Impulso resposta cumulativo da variação da PIM-PF sobre a variação do ICI.....	36
GRÁFICO 7 - Impulso resposta cumulativo da variação do ICI sobre a variação da PIM-PF no VAR _{MACRO+ICI}	37
GRÁFICO 8 - Impulso resposta cumulativo da variação do ICI sobre a variação da PIM-PF no VAR _{INDÚSTRIA+ICI}	37

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	8
II METODOLOGIA.....	11
II.1 Modelos ARMA.....	11
II.2 Modelos VAR	13
II.3 Medidas de análise de previsão	15
III RESULTADOS	16
III.1 Dados.....	16
III.2 Modelos de estimação	20
III.3 Resultados	23
III.4 Causalidade de Granger e Impulso resposta.....	34
CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS.....	39

INTRODUÇÃO

O processo de decisão que os agentes econômicos participam constantemente depende de uma cesta de informações que está disponível para eles em um dado momento. Uma das dificuldades desse processo é que existem diversas estatísticas que são divulgadas com uma defasagem entre o período de referência e o de divulgação. Seja pela complexidade de cálculo ou outras razões quaisquer, tal atraso impede que os agentes tenham uma figura completa do cenário econômico, podendo afetar ou postergar suas decisões, levando à impactos reais no sistema. Uma possível solução para esse problema é o uso de índices de confiança que, a partir de um questionário qualitativo, tentam capturar o sentimento de empresários e famílias acerca do presente e futuro dos seus setores e situação financeira, respectivamente.

Um dado de grande relevância para análises econômicas é o índice geral de produção física da pesquisa industrial mensal (PIM-PF), divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, sendo observada com atenção por formuladores de política, analistas financeiros e diversos outros agentes. Por ter um atraso de divulgação de dois meses, muitos usam o índice de confiança da sondagem da Indústria (ICI), disponibilizado pela Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas, como substituto temporário para a percepção sobre os movimentos do setor.

Índices de expectativa, como também são conhecidos, já foram objeto de diversos estudos, na tentativa de averiguar se eles funcionam como proxy ou podem prever o nível de atividade das áreas que eles se comprometem a explicar. De Mello e Figueredo (2017), a partir da comparação da previsão entre modelos autorregressivos univariados e modelos similares utilizando diversos índices de confiança, encontraram que o ICI tem capacidade preditiva tanto para o presente quanto para o futuro da PIM da indústria de transformação, PIB e formação bruta de capital fixo.

O estudo de Bentes (2006) utilizou vetores autorregressivos para quantificar a relação entre o nível de consumo do Estado de São Paulo e a confiança dos consumidores desse estado. Controlando para variáveis macroeconômicas, os resultados sobre o poder de explicação do índice de confiança do consumidor foram difusos. A adição gerou uma piora para todos os modelos de consumo não-durável, mas uma melhora baixa, de menos de três pontos percentuais, para o consumo agregado, quando controlando para renda e desemprego.

Campelo, Bittencourt e Malgarini (2020), por sua vez, estimaram regressões para o consumo brasileiro utilizando variáveis macroeconômicas que possuem uma forte relação com esse dado, como desemprego, inflação, taxa de juros entre outros. Modelando três grupos de dados, cada um deles contendo o anterior e adicionando novas variáveis, foi inserido o índice de confiança do consumidor (ICC) em cada um deles, para averiguar se houve melhora do poder explicativo e redução do erro de previsão dinâmica dos modelos. Os resultados foram que o ICC funciona como um bom preditor para os gastos com consumo, adicionando informação relevante, mesmo após a adição de outras estatísticas normalmente usadas com esse intuito.

Marconcini (2011) procurou, a partir de controles para variáveis macroeconômicas, isolar o efeito dos índices de confiança da indústria e do consumo na previsão da produção industrial e consumo das famílias, respectivamente. Utilizando vetores autorregressivos com as duas variáveis já citadas e o PIB, a autora concluiu que o ICI manteve a sua relevância no modelo. O estudo reportou também que o índice de confiança Granger causa a produção industrial, fortalecendo a hipótese da relação entre os dois dados.

Durão (2018) analisou a efetividade da confiança empresarial destrinchando o índice e verificando se os dados desagregados de 2006 até 2018, em conjunto com outras informações estatísticas de alta correlação, funcionam como um bom indicador antecedente para a produção industrial. A conclusão foi que o uso de dados desagregados do ICI reduz o erro previsão e funcionam como um primeiro sinal do movimento do ciclo industrial.

Na busca de agregar à literatura desse tema, esse trabalho se propõe a testar a capacidade de previsão do índice de confiança industrial, utilizando diversos modelos e comparando entre eles as suas mediadas de erros de previsão. Começando por um processo ARMA que será utilizado como base de comparação, visto que possui um baixo número de informações, a equação seguinte será um VAR contendo o PIB, taxa de juros e taxa de câmbio, com o intuito de testar outros controles macroeconômicos, além dos propostos por Marconcini (2011). O último modelo base contará com as variáveis já explicitadas e com a adição das utilizadas por Durão (2018)¹. Com esse processo ARMA e os dois VAR montados, o passo seguinte é

1 O Indicador de Nível de Atividade, divulgado pelo Centro das Indústrias do Estado de São Paulo (CIESP) foi encerrado em novembro de 2019 e, portanto, não foi incluído nesse estudo.

adicionar o ICI em todos os modelos, criando outros três VAR, a fim de fazer a comparação entre os erros de previsão entre os modelos com e sem o índice de confiança.

O trabalho possui dois capítulos de desenvolvimento. O primeiro conta com uma breve descrição teórica dos modelos ARMA e VAR, assim como os testes de diagnóstico necessários, já o segundo apresentará os dados, os seis modelos e os seus resultados, tanto das regressões quanto dos diagnósticos, para que se possa apresentar as conclusões do estudo.

II METODOLOGIA

II.1 Modelos ARMA

Uma vez que os dados deste trabalho são séries temporais, isto é, um conjunto de observações ordenadas no tempo, determinados cuidados são necessários para evitar que suas características levem a conclusão de resultados espúrios, que impediriam qualquer tipo de avaliação.

Os processos ARMA são formados pela junção de duas formas de tentar explicar o comportamento de uma série histórica. O modelo autorregressivo (AR) determina que os valores futuros de uma série dependem de um ou mais valores passados da mesma, mais o termo de erro, sendo o processo mais simples, em que apenas o último valor influencia o próximo dado, portanto um modelo autorregressivo de ordem um, ou AR (1) pode ser escrito da seguinte forma:

$$Y_t = \alpha + \beta Y_{t-1} + \epsilon_t \quad (1)$$

Aonde β é o termo que multiplica o termo passado e ϵ o termo de erro. Por outro lado, o modelo de Médias Móveis (MA) procura descrever o comportamento de uma série a partir dos erros contemporâneos e passados. A equação que descreve um processo MA que só necessita do erro do período anterior para corretamente expor uma série é um MA (1) e pode ser escrito como:

$$Y_t = \alpha + \epsilon_t + \beta \epsilon_{t-1} \quad (2)$$

A metodologia proposta por Box e Jenkins para modelos univariados dita quatro pontos para se chegar a um modelo satisfatório, seja para previsão ou para inferir o comportamento da série. Inicia-se determinando se os dados são estacionários, a estacionariedade é definida quando a série possui média e variância constantes, independentemente do período mensurado. Caso a série tenha uma tendência, determinística ou estocástica, ao longo do tempo, impedindo-a de ter medidas constantes, ela é não estacionária e precisa ser diferenciada o número necessário de vezes até que sua média e variância sejam constantes. Para descobrir se uma série é ou não estacionária, testes de raiz unitária são feitos. Em seguida é identificado quais são as ordens do modelo ARMA(p,q), a ordem p refere-se ao processo AR, enquanto a ordem q é associada à parte MA do modelo. A escolha dessas ordens é feita a partir da análise gráfica das funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP) ou a com a ajuda dos

critérios de informação. Em posse da ordem do modelo ARMA, o próximo passo é rodar e por último realizar os testes de diagnóstico necessários para que se obedecem às hipóteses teóricas.

O teste de Dickey-Fuller aumentado (ADF) é um teste de raiz unitária que tem como hipótese nula a presença de raiz unitária, que indica que a série é não estacionária. Caso o resultado do teste ultrapasse valores críticos tabelados para diferentes níveis de confiança, pode-se afirmar, de acordo com a porcentagem específica, que a hipótese nula de não estacionariedade foi rejeitada.

As funções FAC e FACP produzem gráficos que, a partir do seu decaimento é possível deduzir as ordens do modelo, em processos $AR(p)$ a FAC tende a cair lentamente, já a FACP decai subitamente, no ponto p do modelo. Tal comportamento se apresenta oposto no caso de processos $MA(q)$, aonde a FAC tem sua queda na defasagem q e a FACP apresenta decaimento suave. Tal análise visual pode ser imprecisa e se torna mais complexa em processos $ARMA(p,q)$, portanto outro método e o que será empregado nesse trabalho é o uso de critérios de informação para a identificação da melhor ordem.

Critérios de informação são utilizados para tentar preservar a parcimoniosidade do modelo, uma vez que o acréscimo de informações, em geral, proporciona uma redução do termo de erro da equação. Diferentes critérios de informação penalizam a adição de novos termos condicionando-os a uma redução de erro que sobreponha a perda de simplicidade gerada. Ao longo desse estudo foi utilizado o critério de informação de Akaike (AIC), sendo escolhido o modelo com o menor valor.

Para que as hipóteses que validam o processo ARMA sejam aceitas duas suposições sobre a equação precisam ser verdadeiras, que os resíduos não sejam auto correlacionados e que não haja presença de heteroscedasticidade. A quebra de qualquer uma dessas suposições acarreta em problemas que devem ser corrigidos.

O diagnóstico acerca da autocorrelação de resíduos é feito a partir do teste de Ljung-Box, que possui como hipótese nula que o somatório da função de autocorrelação dos erros para todo o período da série é zero. Por sua vez, o teste para averiguar a homoscedasticidade dos erros, ou seja, que a sua variância é constante, é o proposto por Breusch e Pagan (BP), que tem como hipótese nula a homoscedasticidade do termo de erro da equação.

II.2 Modelos VAR

Uma das limitações dos processos ARMA é que eles comportam apenas uma série histórica em suas equações, quando na ciência econômica variáveis tendem a se relacionar e influenciar umas às outras. Os vetores autorregressivos são uma resposta à esse problema, uma vez que, com algumas restrições, permitem a inclusão de várias séries endógenas.

Diversas das precauções que se têm na modelagem de um ARMA existem quando se trabalha com um VAR. No entanto, um passo imprescindível é determinar se o conjunto de dados escolhidos para montar as equações possuem ou não uma relação de longo prazo. O VAR é utilizado para ditar relações de curto prazo entre séries; mas, na existência de raiz unitária em todos os dados, há possibilidade que uma relação de longo prazo se configure.

O Vetor de Correção de Erros (VECM) pode ser descrito como um VAR de longo prazo em que as séries são cointegradas. A cointegração é um evento que pode ocorrer quando dois ou mais dados não estacionários apresentam uma relação linear estacionária. A presença de cointegração faz com que qualquer resultado de um VAR que ignore esse fato seja viesado e, portanto, impróprio para inferências.

Engle e Granger propuseram um método de identificação de cointegração. Primeiro averigua-se, via teste de raiz unitária, se todas as séries são não estacionárias, em seguida calcula-se uma regressão linear com todas as variáveis e faz-se outro teste ADF, desta vez sobre o resíduo dessa regressão. No entanto, os valores críticos para a rejeição da hipótese nula são diferentes o que faz com que sejam necessários resultados menores para que se rejeite a hipótese nula. Na tabela (1), que usa os valores estipulados por MacKinnon em 1991 é possível observar que, quanto menor o número de observações e maior o número de variáveis no teste ADF, menores os valores críticos, em todos os níveis de confiança.

Tabela (1) Valores Críticos para o teste de cointegração de Engle-Granger

<i>T</i>	1%	5%	10%	1%	5%	10%
	<i>Two Variables</i>			<i>Three Variables</i>		
50	-4.123	-3.461	-3.130	-4.592	-3.915	-3.578
100	-4.008	-3.398	-3.087	-4.441	-3.828	-3.514
200	-3.954	-3.368	-3.067	-4.368	-3.785	-3.483
500	-3.921	-3.350	-3.054	-4.326	-3.760	-3.464
	<i>Four Variables</i>			<i>Five Variables</i>		
50	-5.017	-4.324	-3.979	-5.416	-4.700	-4.348
100	-4.827	-4.210	-3.895	-5.184	-4.557	-4.240
200	-4.737	-4.154	-3.853	-5.070	-4.487	-4.186
500	-4.684	-4.122	-3.828	-5.003	-4.446	-4.154

Fonte: Enders (2005)

Uma vez feito o teste de Engle-Granger e confirmado que se está lidando com um VAR, a sequência lógica é usar todas as séries em sua forma estacionária e selecionar, a partir dos critérios de informação, o melhor número de lag p do VAR(p). Um modelo bivariado com apenas uma defasagem, quando escrito na sua forma restrita, é apresentado nas equações 3 e 4.

$$Y_t = \beta_{10} + \beta_{11} Y_{t-1} + \beta_{12} Z_{t-1} + \epsilon_{1t} \quad (3)$$

$$Z_t = \beta_{20} + \beta_{21} Y_{t-1} + \beta_{22} Z_{t-1} + \epsilon_{2t} \quad (4)$$

A fim de satisfazer as suposições do modelo, de forma análoga aos processos ARMA, é preciso constatar que não há autocorrelação entre os erros e se eles são homoscedásticos. No que se refere à autocorrelação, a preocupação específica para modelos multivariados é que, ao invés de se testar a hipótese nula de não autocorrelação de apenas um termo de erro, procura-se averiguar a existência de autocorrelação multivariadas. O teste de Portmanteau, com hipótese nula de ausência de autocorrelação é o utilizado nesse trabalho. Para entender se o VAR é homoscedástico, pode-se utilizar o teste de Multiplicador de Lagrange para Heteroscedasticidade Condicional Autorregressiva (ARCH-LM) proposto por Engle que tem como hipótese nula a inexistência de heteroscedasticidade.

Caso a hipótese nula do teste ARCH-LM seja rejeitada, uma possível solução para esse empecilho é estimar uma matriz de erros consistente para heteroscedasticidade (HC). Proposta por White (1980), a fim de manter o modelo consistente com a suposição de homoscedasticidade e permitir a análise de seus coeficientes.

II.3 Medidas de análise de previsão

Ao prosseguir para a etapa de previsão, uma forma de verificar quais modelos apresentam uma melhor qualidade preditiva é calcular o erro entre os dados reais e os projetados a partir de uma previsão dinâmica, que não utiliza nenhuma informação adicional além das já apresentadas. Diferentes formas de mensurar esse erro podem levar à ranqueamentos diferentes portanto, três indicadores de medida de erro foram utilizados, o Erro Absoluto Médio (MAE), a Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE) e o Erro Absoluto Percentual Médio (MAPE).

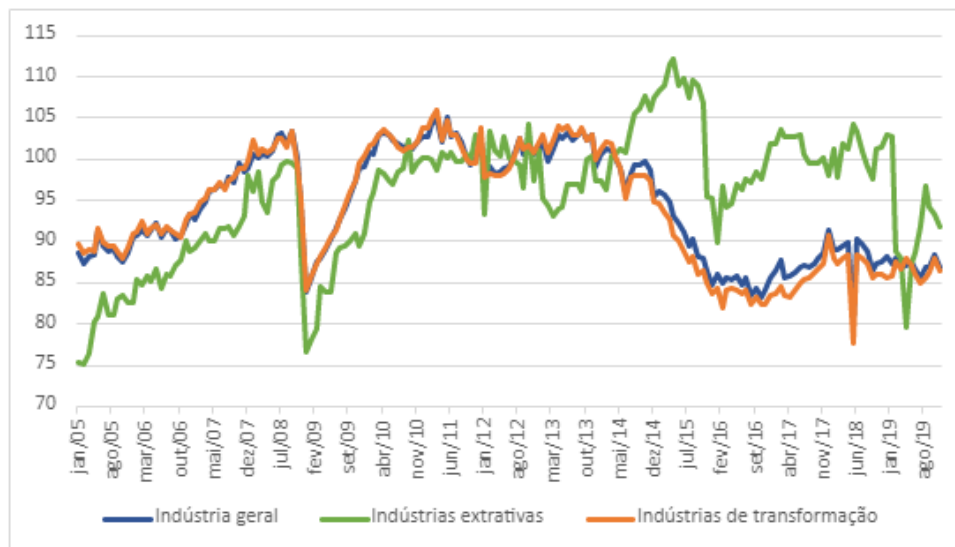
O MAE é a média entre a diferença entre o valor real e o estimado em termos absolutos, esse indicador não aplica nenhuma penalidade heterogênea para os erros. Por sua vez o RSME é a raiz da média do erro elevado a segunda potência, uma maneira muito utilizada de medir a previsão de modelos quando se escolhe apenas um método uma vez que tal equação dá maior importância para grandes desvios de previsão que, em geral, são os que mais se desejam evitar. Outra medida de relativa preferência é o MAPE, já que seu resultado em porcentagem é o de mais fácil comparação.

III RESULTADOS

III.1 Dados

Índice da Pesquisa Industrial Mensal-Produção Física – Produzida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas com o intuito de ser um indicador de evolução do valor adicionado do setor no curto prazo², a pesquisa tem âmbito nacional e abrange tanto a indústria extrativista quanto a de transformação. Por mais que o foco do trabalho seja o último, uma vez que o ICI se presta a ser um previsor apenas da indústria de transformação, uma análise gráfica entre o índice geral e o de transformação mostra grande correlação entre eles. Por meio do gráfico também é possível entender a escolha pelo sub índice ao invés do geral, visto que os movimentos do setor extrativo diferem, especialmente a partir de meados de 2014, o que poderia gerar ruído nas previsões.

Gráfico (1): Comparação gráfica entre os índices da PIM-PF



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, elaboração própria

Índice de Confiança da Sondagem da Indústria de Transformação: Produzido pelo Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas (FGV IBRE), a pesquisa envia um questionário contendo perguntas qualitativas e quantitativas referentes a diversos aspectos

² Indicadores conjunturais da indústria: produção / IBGE, Coordenação de Indústria. - 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2015

do ambiente industrial. As perguntas qualitativas oferecem três opções: otimista/favorável, neutra e pessimista/desfavorável. A pergunta quantitativa, referente ao nível de utilização da capacidade instalada, disponibiliza faixas de porcentagem.

As perguntas são separadas em dois grupos: mensais e trimestrais. O questionário trimestral é mais abrangente, inquirindo questões adicionais sobre a avaliação dos empresários à cerca da compra de matérias primas e componentes, custos de produção, preços de venda, evolução do quadro de funcionários, turnos trabalhados e fatores limitativos à expansão da produção. Por sua vez no questionário mensal os industriais são convidados a responder a questões que, após ponderações, formam indicadores. O índice síntese da pesquisa é composto por índices de situação atual, formado a partir dos indicadores de nível de estoques, situação atual de negócios e demanda total³, e pelo índice de expectativas, que abarca os indicadores das perguntas de produção e emprego previsto para os próximos três meses e a tendência de negócios para os seis meses seguintes. Outros indicadores que não formam os índices síntese são provenientes das perguntas sobre o nível de utilização da capacidade instalada, dificuldade de acesso ao crédito e demanda total prevista.

Um ponto interessante sobre o ICI é que ele, assim como outros índices de sentimento setorial da FGV, é um índice padronizado que varia entre, 0 e 200, com média 100⁴, como pode ser visto no gráfico da série. Valores acima da média indicam um otimismo quanto ao setor, na medida que o oposto é um sinal de pessimismo a respeito da indústria. Isso significa que esse dado deve ser utilizado com a finalidade de analisar ou prever as flutuações do setor, e não um estudo sobre o nível da produção industrial.

³ O indicador de demanda total é produzido a partir das questões tanto para o mercado interno, quanto para o externo. O resultado de cada pergunta é então ponderado com base no total de venda de cada categoria.

⁴ Há uma certa discussão sobre os índices de confiança serem estacionários pela própria natureza do objeto de estudo, porém tanto nesse estudo quanto em trabalhos com o ICC, foram detectados presença de raiz unitária, para um maior comentário ver Campelo et al p.10

Gráfico (2): Índice de Confiança da Indústria



Fonte: Instituto Brasileiro de Economia, elaboração própria

Taxa básica de juros da economia (Selic): A taxa de juros do mercado de empréstimos overnight é calculada pelo Banco Central (BC), a partir das negociações do Sistema Especial de Liquidação e Custódia, o qual administra. A taxa possui uma meta que é definida pelo Comitê de Política Monetária (Copom), que estabelece um valor que o BC deve perseguir via operações com títulos públicos. Uma vez que os outros dados são mensais e as reuniões do Copom acontecem a cada 45 dias, utiliza-se a taxa Selic diária acumulada no mês anualizada.

Taxa de Câmbio: A taxa de conversão média entre o dólar e o real é calculado pelo BC. Para o trabalho será utilizada a taxa de compra média mensal.

Produto Interno Bruto Mensal (PIB): O produto interno divulgado com periodicidade mensal é um cálculo feito pelo BC para ser utilizado em operações com outros índices mensais. Ele é extraído a partir da divulgação oficial do PIB trimestral feita pelo IBGE via interpolação. O valor foi deflacionado com base no IPCA, utilizando o mês de dezembro de 2019 igual a 1.

Produção total de autoveículos (ANFAVEA): Divulgado pela Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores, o dado inclui a produção total de autoveículos, contando automóveis, veículos comerciais leves, caminhões e ônibus.

Fluxo de passagem de veículos pesados nas estradas (ABCR): Calculado pela Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias, o índice mede a quantidade de caminhões, ônibus e tratores que passam por praças de pedágio de rodovias sob concessão privadas.

Expedição total de caixas, acessórios e chapas de papelão ondulado (ABPO): Disponibilizado pela Associação Brasileira de Papel Ondulado, o índice informa a quantidade de toneladas distribuídas pelas indústrias do setor.

A escolha da janela de tempo dos dados foi feita a partir da disponibilidade das estatísticas. Uma vez que a série histórica da ABPO sofreu uma revisão que gerou uma descontinuidade dos dados a partir de janeiro de 2005, decidiu-se utilizar como esse o início da análise. O fim da janela se dá em dezembro de 2019, uma vez que os dados de 2020 sofreram uma grande variação devido aos efeitos das medidas sanitárias para a contenção da pandemia do vírus Sars-CoV-2. Uma vez que tais efeitos são recentes e não ocorreram devido a características econômicas, optou-se por não os incluir na análise para manter o foco do estudo.

Em relação a sazonalidade das séries, todas as séries históricas com exceção das séries da Selic e câmbio apresentaram algum tipo de sazonalidade ou efeito calendário. Uma vez que haverá combinação de variáveis com e sem sazonalidade, decidiu-se utilizar as séries de tempo que já possuem ajuste sazonal feito pelas respectivas instituições e rodar um ajuste a partir do método X-13 ARIMA para as séries do PIB, ANFAVEA e ABPO.

Para checar a estacionariedade das séries foi utilizado teste ADF para verificar quais séries, em transformação logarítmica, possuem raiz unitária. Todos os dados, com exceção da Anfavea e PIB na equação com intercepto, quando analisados em nível, não foram capazes de rejeitar a hipótese nula de presença de raiz unitária. Já quando o teste se aplica nas séries com diferenciação, o resultado é de rejeição da hipótese nula com nível de significância de 1% para todas as equações.

Uma vez que os testes referentes ao PIB e a Anfavea, contando com um intercepto em nível, apresentaram um possível comportamento estacionário com nível de significância de 5%,

o teste KPSS foi feito para certificar se essa conclusão é reproduzível em outro teste. Os números podem ser vistos na tabela 2.1. Considerando que a hipótese nula deste teste é de processo estacionário, a rejeição com nível de significância de 1% para as séries em nível e a não rejeição para as séries em primeira diferença reforça a convicção que todas as séries são integradas de ordem 1.

Tabela (2) Resultados do teste ADF

Dados	Em nível			1º Diferença		
	Sem alteração	Intercepto	Tendência	Sem alteração	Intercepto	Tendência
PIM-PF	-0,2739	-1,3424	-2,1863	-9,8228***	-9,7992***	-9,8148***
ICI	-0,0545	-2,3592	-2,6024	-6,1887***	-6,1695***	-6,1485***
Selic	-1,1157	-0,8026	-1,4487	-3,3202***	-3,5096***	-3,5249**
Câmbio	0,7659	-0,5506	-2,5708	-7,9318***	-7,9988***	-8,0703***
PIB	2,9521	-3,4271**	-1,5776	-3,0399***	-8,5202***	-9,2515***
ANFAVEA	0,0341	-2,9386**	-2,996	-8,9063***	-8,8771***	-8,8785***
ABCR	1,0373	-1,8452	-1,5216	-11,214***	-11,2688***	-11,3186***
ABPO	1,1033	-1,4829	-3,0967	-14,68***	-14,7329***	-14,6879***
Valores críticos para Sem alteração: -1,62(10%); -1,95(5%); -2,58(1%)						
Valores críticos para Intercepto: -2,57(10%); -2,88(5%); -3,46(1%)						
Valores críticos para Tendência: -3,13(10%); -3,43(5%); -3,99(1%)						

Fonte: Elaboração própria

Tabela (2.1) Resultados do teste KPSS

Dados	Em nível	1º Diferença
PIB	0,3624***	0,0856
ANFAVEA	0,2168***	0,0486
Valores críticos : 0,119(10%) 0,146(5%) 0,216(1%)		

Fonte: Elaboração própria

III.2 Modelos de estimação

Os modelos ARIMA, mesmo que relativamente simples, são um bom ponto de partida para tentar prever variações de curto prazo de séries de tempo, ainda que tendência de retorno à média do modelo faça com que eles não tenham uma boa performance de médio e longo prazo. Para a PIM-PF a ordem (1,0) do modelo ARMA escolhida a partir do critério AIC, ou seja, o modelo AR (1) para a série em primeira diferença é o modelo de melhor ajuste. A equação pode ser descrita da seguinte forma:

$$\Delta PIM_t = \alpha + \beta \Delta PIM_{t-1} + \epsilon_t \quad (5)$$

Aonde: α e β são coeficientes, t é notificação de tempo e ϵ é a medida de erro.

Aplicando o teste de Ljung-Box, não foi possível rejeitar a hipótese nula de ausência de autocorrelação entre os resíduos, garantindo que o modelo está com o número ideal de lags. No entanto, não foi possível aceitar a hipótese nula de homoscedasticidade do teste BP, portanto o modelo apresenta heteroscedasticidade.

Em seguida, na busca de montar um modelo com maior capacidade de previsão das variações da PIM-PF, estimou-se um VAR adicionando o ICI. No entanto, para se ter certeza que o VAR é o modelo apropriado foi feito o teste de cointegração de Engle-Granger para verificar se há ou não uma relação de longo prazo. O resultado do teste ADF do resíduo da regressão linear entre as duas variáveis propostas não rejeitou a hipótese nula, portanto não há cointegração entre a série histórica da PIM-PF e ICI no período de tempo proposto pelo trabalho.

Para a escolha da ordem de defasagem p desse modelo VAR_{pim+ici}, utilizou-se o critério AIC, que apontou que a primeira ordem seria a que melhor define o modelo. Dessa forma o sistema de equações, na forma reduzida, pode ser definido como:

$$\Delta PIM_t = \alpha_{10} + \beta_{11} \Delta PIM_{t-1} + \beta_{12} \Delta ICI_{t-1} + \epsilon_{1t} \quad (6)$$

$$\Delta ICI_t = \alpha_{20} + \beta_{21} \Delta PIM_{t-1} + \beta_{22} \Delta ICI_{t-1} + \epsilon_{2t} \quad (7)$$

O teste de Portmanteau indicou que não foi possível rejeitar a hipótese nula de que não há autocorrelação nos resíduos do VAR. Para realizar o teste de heteroscedasticidade deste modelo e dos seguintes foi utilizado o teste ARCH-LM. No teste do atual VAR, a hipótese nula de homoscedasticidade multivariada foi rejeitada, portanto o modelo possui heteroscedasticidade condicional.

Em seguida, para controlar via variáveis macroeconômicas, foi adicionado às variações da PIM-PF, variações da taxa Selic, câmbio e do PIB mensal. A seleção das variáveis junto com a PIM-PF também não apresentou o cointegração, portanto excluiu-se a possibilidade de criar um VECM. A ordem de defasagem do VAR escolhida via critério de seleção continuou na

primeira ordem, portanto o que convém chamar $\text{VAR}_{\text{macro}}$ também é um VAR (1). Os testes de diagnóstico não rejeitaram a hipótese nula de ausência de autocorrelação, mas acusaram presença de heteroscedasticidade condicional.

Para verificar a capacidade do ICI de melhorar modelos de previsão após a adição de variáveis reais, o índice foi introduzido ao modelo anterior para que, após a estimação de ambos, possa-se verificar o erro de previsão. Essa mudança não foi suficiente para gerar uma relação de cointegração, portanto não há impedimentos para montar o modelo $\text{VAR}_{\text{macro+ICI}}$. A ordem de defasagem desse vetor de acordo com o critério AIC deveria ser de 1 lag no entanto, no teste de Portmanteau foi possível rejeitar a hipótese nula de não autocorrelação dos resíduos com um nível de significância maior que 10%, portanto foi selecionado a segundo melhor ordem de defasagem recomendada que foi $p = 4$. Para esse lag, o teste não foi capaz de rejeitar a hipótese nula e com isso, garantiu uma melhor modelagem, todavia, a hipótese de homoscedasticidade condicional do teste ARCH-LM foi rejeitada novamente.

Por último, para tentar capturar efeitos setoriais específicos da indústria, as séries de tempo da ANFAVEA, ABCR e ABPO foram adicionadas ao modelo $\text{VAR}_{\text{macro}}$ no intuito de criar uma $\text{VAR}_{\text{indústria}}$. A produção de automóveis representa um dos principais setores da indústria de transformação, respondendo por 7,3% de acordo com a Pesquisa Industrial Anual (PIA) de 2018, por outro lado o índice da ABCR contém um sinal importante sobre o ritmo de atividade da economia, uma vez que o transporte rodoviário permanece sendo um dos principais meios de escoamento da produção e com isso, sendo uma variável de interesse para o setor industrial por ser capaz de explicar o transporte de carga do setor. Por fim, a expedição de papel ondulado possui um poder explicativo sobre encomendas e uma relação com o ciclo industrial, sendo de interesse para o modelo.

A novas variáveis escolhidas para formar o $\text{VAR}_{\text{indústria}}$ mais uma vez não apresentaram cointegração. O critério AIC apontou que um VAR (2) seria o melhor modelo e a não rejeição da hipótese nula do teste de correlação dos resíduos sedimentou o modelo como o mais adequado para estimação. O teste para heteroscedasticidade mais uma vez aceitou a hipótese alternativa de heteroscedasticidade condicional, porém apenas para um nível de significância de 10%

Por último, o modelo final a ser estimado será a adição do ICI ao modelo VAR_{indústria} para averiguar se, após esses controles, a confiança empresarial expressa por esse indicador é capaz de gerar ganhos de previsão. O teste de Engle-Granger permitiu verificar que não há cointegração, com isso o VAR_{indústria+ICI} com 4 defasagens foi montado e os testes de diagnóstico do modelo não foram capazes de rejeitar as hipóteses nulas de ausência de autocorrelação e de homoscedasticidade, sendo esse o único modelo que não há heteroscedasticidade condicional.

A tabela (3) contém o compilado de testes de diagnóstico para os resíduos dos seis modelos escolhidos para o trabalho, assim como suas respectivas ordens.

Tabela (3): P-valor dos testes de diagnóstico

Testes ARIMA/ VAR	p-valor	
	Ljung-box/ Portmanteau	Breusch-Pagan / ARCH LM
ARMA _{PIM} (1,0)	0,789	0,003174***
VAR _{PIM+ICI} (1)	0,6094	0,0003008***
VAR _{MACRO} (1)	0,1032	0,000001453***
VAR _{MACRO+ICI} (4)	0,6625	0,009954***
VAR _{INDÚSTRIA} (2)	0,18	0,08672*
VAR _{INDÚSTRIA+ICI} (4)	0,4598	0,1969

Fonte: elaboração própria

Uma vez que se possui os modelos adequados, a próxima etapa será rodar as regressões com o período de janeiro de 2005 até dezembro de 2018 e usar como treino os dados de 2019 no intuito de fazer uma comparação entre a previsão do modelo e os dados reais.

III.3 Resultados

O desvio padrão dos modelos que apresentaram heteroscedasticidade nos testes de diagnóstico foram recalculados a partir de uma matriz de coeficientes consistente com heteroscedasticidade (HC). A permanência dessa característica não só acarretaria na distorção do intervalo de confiança como também invalidaria o teste de hipótese, levando à falsas conclusões sobre a significância das estimativas.

Uma análise do modelo ARMA_{PIM}, disponível na tabela 3 mostra que o componente auto regressivo é significativo e negativo com 1% de significância, enquanto o intercepto não.

Tabela (4): Resultados do modelo ARMA_{PIM}(1,0)

	PIM-PF		
Predictors	Estimates	Std. Error	Pr(> t)
$\Delta PIM_{(t-1)}$	-0,2225327 **	0,0752814	0,0031165
Intercepto	-0,0002321	0,0014298	0,8710253
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1			

Fonte: Elaboração própria

Os resultados do VAR_{PIM+ICI}, na tabela 4, mostram que o índice de confiança de fato é significativo num modelo explicativo, com o seu sinal positivo concordando com a premissa de que aumentos na confiança dos agentes levam à aumentos na produção industrial. Por outro lado, a variação mensal do PIM-PF não se mostrou significativa na equação do ICI, demonstrando que não há um efeito contínuo de aumentos de uma variável levanto a elevações subsequentes da outra.

Tabela (5): Resultados do VAR_{PIM+ICI}(1)

	PIM-PF			ICI		
Predictors	Estimates	Std. Error	Pr(> t)	Estimates	Std. Error	Pr(> t)
$\Delta PIM_{(t-1)}$	-0,4022076 .	0,2168787	0,0654703	0,0785722	0,1392483	0,5733530
$\Delta ICI_{(t-1)}$	0,4078152 **	0,1540951	0,0089298	0,4798478 ***	0,1273965	0,0002308
Intercepto	-0,0000023	0,0016340	-0,0013800	-0,0002378	0,0019628	0,9037109
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1						

Fonte: Elaboração própria

A adição de variáveis para a formação do VAR_{macro} se mostraram significativas na estimação da PIM-PF, e com sinais que condizem com a teoria, com o impacto do PIB sendo positivo e as variações da taxa Selic e câmbio tendo um efeito negativo.

Tabela (6): Resultados do VAR_{macro} (1)

	PIM-PF			Câmbio		
Predictors	Estimates	Std. Error	Pr(> t)	Estimates	Std. Error	Pr(> t)
$\Delta PIM_{(t-1)}$	-0,4172232 *	0,2008276	0,0393413	0,1924162	0,174744350	0,2724838
$\Delta CA_{(t-1)}$	-0,1296153 *	0,0523314	0,0142895	0,3657627 ***	0,107485759	0,0008413
$\Delta SEL_{(t-1)}$	-0,1309861 **	0,0445833	0,0037886	0,1639703 .	0,089217621	0,0679247
$\Delta PIB_{(t-1)}$	0,5071426 **	0,1873939	0,0075375	-0,7349223 *	0,284253539	0,0106115
Intercepto	-0,0022946	0,0019033	0,2297566	0,0048839	0,003032695	0,1092668
	Selic			PIB		
Predictors	Estimates	Std. Error	Pr(> t)	Estimates	Std. Error	Pr(> t)
$\Delta PIM_{(t-1)}$	0,0465803	0,0600133	0,4387899	-0,0973456 .	0,057197578	0,0907008
$\Delta CA_{(t-1)}$	0,0126203	0,0380191	0,7403621	-0,022074	0,030283751	0,4671179
$\Delta SEL_{(t-1)}$	0,7967385 ***	0,0603710	0,0000000	-0,0221257	0,025510537	0,3870597
$\Delta PIB_{(t-1)}$	-0,0004441	0,1286695	0,9972504	0,1266088	0,094091172	0,1803246
Intercepto	-0,0014527	0,0014803	0,3278959	0,0023673 *	0,000919538	0,0109408
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1						

Fonte: Elaboração própria

A adição do ICI ao modelo anterior, assim como no caso da comparação entre os dois primeiros modelos, se apresentou significativa a positiva. O acréscimo do índice alterou a significância de algumas variáveis, como o caso da Selic, que se tornou significativa apenas na terceira defasagem, e a taxa de câmbio, que não apresenta mais nenhum estimador relevante em nenhum dos lags. No caso da equação do ICI, mais uma vez as variações da PIM-PF foram incapazes de apresentar um estimador relevante em qualquer uma das defasagens, enquanto as flutuações mensais do próprio índice se mostraram significantes no primeiro, terceiro e quarto lags, denotando uma possível persistência do sentimento dos empresários em suas avaliações futuras.

Tabela (7): Resultados dos vetores PIM-PF e ICI do VAR_{macro+ICI}(4)

Predictors	PIM-PF			ICI		
	Estimates	Std. Error	Pr(> t)	Estimates	Std. Error	Pr(> t)
$\Delta PIM_{(t-1)}$	-0,6348305 *	0,2449529	0,0105498	0,0072328	0,1634609	0,9647691
$\Delta ICI_{(t-1)}$	0,3749551 *	0,1739927	0,0328477	0,3026594 **	0,1139518	0,0088110
$\Delta CA_{(t-1)}$	-0,0316402	0,0585687	0,5898888	-0,2058637	0,1280022	0,1099945
$\Delta SEL_{(t-1)}$	0,1012405	0,1039841	0,3319032	-0,082946	0,1027540	0,4208846
$\Delta PIB_{(t-1)}$	0,3747356 *	0,1874205	0,0474690	0,1955482	0,2478209	0,4313863
$\Delta PIM_{(t-2)}$	-0,3385399 .	0,1736848	0,0532471	-0,1177061	0,1275346	0,3576068
$\Delta ICI_{(t-2)}$	-0,0252072	0,0869427	0,7722935	-0,0938373	0,2092155	0,6544617
$\Delta CA_{(t-2)}$	-0,0381123	0,0645753	0,5559955	-0,0500189	0,0961420	0,6036916
$\Delta SEL_{(t-2)}$	0,0211161	0,0740955	0,7760714	0,0039019	0,1140364	0,9727529
$\Delta PIB_{(t-2)}$	0,1496435	0,2055845	0,4678776	0,1281582	0,1871516	0,4945972
$\Delta PIM_{(t-3)}$	-0,2061013 *	0,1039013	0,0492258	-0,0668102	0,1244323	0,5921628
$\Delta ICI_{(t-3)}$	0,04698	0,0695298	0,5003417	0,1924208 .	0,1082443	0,0776014
$\Delta CA_{(t-3)}$	-0,029519	0,0515889	0,5680933	-0,0710314	0,1007205	0,4818205
$\Delta SEL_{(t-3)}$	-0,2020141 *	0,0977121	0,0405079	-0,3155462 *	0,1325102	0,0185780
$\Delta PIB_{(t-3)}$	0,2420945	0,1766335	0,1726613	0,0853895	0,1918082	0,6568661
$\Delta PIM_{(t-4)}$	-0,068927	0,1038921	0,5081190	0,100448	0,1032547	0,3322979
$\Delta ICI_{(t-4)}$	-0,102319	0,0670505	0,1292344	-0,1919761 *	0,0862000	0,0275145
$\Delta CA_{(t-4)}$	-0,0615074	0,0503636	0,2240084	0,1236233 *	0,0592048	0,0385782
$\Delta SEL_{(t-4)}$	-0,0766951	0,0937042	0,4144538	0,1229664	0,1044414	0,2410163
$\Delta PIB_{(t-4)}$	0,180505	0,1555208	0,2477323	-0,384669	0,2392152	0,1100463
Intercepto	-0,0037851 .	0,0022062	0,0883960	-0,0015475	0,0021449	0,4717828

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Fonte: Elaboração própria

Tabela (7.1): Continuação dos resultados do VAR_{macro+ICI} (4)

Predictors	Câmbio			Selic			PIB		
	Estimates	Std. Error	Pr(> t)	Estimates	Std. Error	Pr(> t)	Estimates	Std. Error	Pr(> t)
$\Delta PIM_{(t-1)}$	0,049035	0,2013809	0,8079742	0,1003391	0,0765191	0,1918750	-0,1752224 **	0,0619273	0,0053381
$\Delta ICI_{(t-1)}$	-0,1454271	0,1672313	0,3859775	0,0032722	0,0536378	0,9514409	0,1221225 **	0,0450728	0,0075695
$\Delta CA_{(t-1)}$	0,3827601 **	0,1328668	0,0045826	-0,0064536	0,0422680	0,8788651	0,0124932	0,0272366	0,6471566
$\Delta SEL_{(t-1)}$	0,2168361	0,1466950	0,1415844	0,4983868 ***	0,1159128	0,0000316	0,089066 .	0,0470391	0,0603328
$\Delta PIB_{(t-1)}$	-0,7779685 *	0,3546193	0,0298751	-0,1045603	0,1458511	0,4746149	0,0687617	0,0878095	0,4348854
$\Delta PIM_{(t-2)}$	-0,2484253	0,1914046	0,1964236	0,1614184	0,0997451	0,1078152	-0,0972553	0,0669105	0,1482876
$\Delta ICI_{(t-2)}$	0,2605011	0,2059669	0,2080249	-0,0066599	0,0707222	0,9251072	-0,0498218	0,0561781	0,3766566
$\Delta CA_{(t-2)}$	-0,131017	0,1060391	0,2186646	0,0255593	0,0414767	0,5387267	-0,0357182	0,0329471	0,2801543
$\Delta SEL_{(t-2)}$	0,086137	0,1629878	0,5979860	0,358392 *	0,1409616	0,0120789	-0,0042654	0,0577673	0,9412441
$\Delta PIB_{(t-2)}$	-0,21441	0,2897628	0,4605518	-0,1488154	0,1248756	0,2353632	0,0922622	0,1039499	0,3762761
$\Delta PIM_{(t-3)}$	-0,2998629	0,2373244	0,2084746	0,1094226	0,1167251	0,3501248	0,0170756	0,0593725	0,7740707
$\Delta ICI_{(t-3)}$	-0,0959457	0,1455536	0,5108492	0,0484234	0,0698458	0,4892602	-0,0194947	0,0345014	0,5729369
$\Delta CA_{(t-3)}$	0,0256734	0,1135554	0,8214585	0,0077477	0,0432153	0,8579732	-0,0534372 .	0,0293056	0,0703392
$\Delta SEL_{(t-3)}$	0,0274159	0,1710207	0,8728669	0,3265126 **	0,0986290	0,0011807	-0,0873934	0,0548721	0,1134567
$\Delta PIB_{(t-3)}$	0,1738239	0,3362152	0,6059591	0,0070405	0,1374631	0,9592242	-0,069202	0,0860563	0,4226555
$\Delta PIM_{(t-4)}$	-0,2867722	0,3007565	0,3419555	-0,019172	0,1016202	0,8506260	-0,0410702	0,0544503	0,4519363
$\Delta ICI_{(t-4)}$	0,0729537	0,1708103	0,6699505	0,0899908	0,0693112	0,1962691	-0,0419194	0,0358862	0,2447167
$\Delta CA_{(t-4)}$	-0,0992022	0,0998801	0,3222959	-0,0123175	0,0423702	0,7716958	-0,054921 *	0,0259751	0,0362306
$\Delta SEL_{(t-4)}$	-0,214119	0,1560883	0,1722951	-0,3026351 ***	0,0878489	0,0007512	-0,0442197	0,0503252	0,3810602
$\Delta PIB_{(t-4)}$	-0,0436025	0,3522409	0,9016598	-0,1708714	0,1734140	0,3261341	0,0811481	0,1035614	0,4345946
Intercepto	0,0054559	0,0042133	0,1974403	0,0003936	0,0016942	0,8166277	0,0023374 *	0,0011120	0,0373147

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Fonte: Elaboração própria

O penúltimo modelo, com a adição das últimas três variáveis, não teve sucesso em gerar estimadores significativos, na equação da PIM-PF, para as novas séries. Mais uma vez a relevância do estimador das variações da taxa de câmbio, vista no VAR_{macro}, foi perdida com essa mudança de estatísticas.

Tabela (8): Resultados do vetor PIM do VAR indústria (2)

Predictors	PIM-PF		
	Estimates	Std. Error	Pr(> t)
$\Delta PIM_{(t-1)}$	-0,377636 **	0,1429384	0,0091171
$\Delta CA_{(t-1)}$	-0,0649435	0,0621945	0,2980732
$\Delta SEL_{(t-1)}$	0,0569586	0,1124358	0,6131877
$\Delta PIB_{(t-1)}$	0,4723529 *	0,1944294	0,0163041
$\Delta ANF_{(t-1)}$	0,0226258	0,0334125	0,4993440
$\Delta ABCR_{(t-1)}$	-0,2521171	0,2466685	0,3083845
$\Delta ABPO_{(t-1)}$	0,1451805	0,1570533	0,3567613
$\Delta PIM_{(t-2)}$	-0,0152882	0,1456680	0,9165539
$\Delta CA_{(t-2)}$	-0,1097581	0,1154355	0,3432263
$\Delta SEL_{(t-2)}$	-0,1961432 .	0,1070713	0,0689510
$\Delta PIB_{(t-2)}$	0,1405827	0,2296676	0,5413893
$\Delta ANF_{(t-2)}$	0,0167281	0,0250480	0,5052598
$\Delta ABCR_{(t-2)}$	0,0137628	0,2067267	0,9470088
$\Delta ABPO_{(t-2)}$	-0,1290215	0,1587802	0,4177468
Intercepto	-0,00232	0,0022131	0,2961797
Signif. codes: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1			

Fonte: Elaboração própria

Tabela (8.1): Continuação dos resultados do VAR indústria (2)

Predictors	Câmbio			Selic			PIB		
	Estimates	Std. Error	Pr(> t)	Estimates	Std. Error	Pr(> t)	Estimates	Std. Error	Pr(> t)
$\Delta\text{PIM}_{(t-1)}$	0,2423808	0,3409880	0,4783000	0,3294901 **	0,1040190	0,0018627	0,0158089	0,073329496	0,8296026
$\Delta\text{CA}_{(t-1)}$	0,4111495 ***	0,1143706	0,0004397	0,0081914	0,0426102	0,8478136	0,0192486	0,029614143	0,5166983
$\Delta\text{SEL}_{(t-1)}$	0,1277555	0,1382845	0,3570429	0,5550941 ***	0,1147365	0,0000032	0,0619527	0,046028147	0,1803418
$\Delta\text{PIB}_{(t-1)}$	-0,803635 *	0,3089421	0,0102187	0,0058743	0,1562881	0,9700675	0,1984439 *	0,095708025	0,0398424
$\Delta\text{ANF}_{(t-1)}$	0,0495809	0,0423400	0,2434479	-0,031399	0,0216480	0,1490254	-0,0156423	0,012418784	0,2097821
$\Delta\text{ABCR}_{(t-1)}$	-0,1237487	0,1695718	0,4666679	-0,2027134 **	0,0636814	0,0017709	-0,0634506	0,063529521	0,3195206
$\Delta\text{ABPO}_{(t-1)}$	-0,0058271	0,1690582	0,9725500	0,0913392	0,0754891	0,2281957	-0,0172903	0,057411250	0,7637054
$\Delta\text{PIM}_{(t-2)}$	-0,0364641	0,2833796	0,8977864	0,2229972 .	0,1151217	0,0546177	-0,0755203	0,066270293	0,2562780
$\Delta\text{CA}_{(t-2)}$	-0,0850988	0,0960331	0,3769606	0,0340931	0,0339403	0,3167544	-0,0778269 *	0,033770168	0,0225607
$\Delta\text{SEL}_{(t-2)}$	0,0489159	0,1514963	0,7472321	0,3319682 **	0,1242149	0,0083611	-0,1037482 *	0,049626230	0,0382514
$\Delta\text{PIB}_{(t-2)}$	-0,3460831	0,3044262	0,2574191	-0,0332137	0,1627304	0,8385498	0,0718046	0,104377736	0,4925589
$\Delta\text{ANF}_{(t-2)}$	-0,0138037	0,0375152	0,7134302	-0,017232	0,0372337	0,6441740	-0,0045764	0,010298516	0,6574100
$\Delta\text{ABCR}_{(t-2)}$	-0,0298136	0,1652401	0,8570618	-0,0871713	0,0886132	0,3268336	0,0440267	0,059097701	0,4574483
$\Delta\text{ABPO}_{(t-2)}$	0,0730436	0,1431088	0,6105173	0,0448599	0,0768972	0,5605170	-0,0491625	0,051338499	0,3397980
Intercepto	0,0059045 .	0,0035161	0,0951845	-0,0007113	0,001642679	0,6656215	0,0020146 *	0,000972828	0,0400842

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Fonte: Elaboração própria

Tabela (8.2): Continuação dos resultados do VAR indústria (2)

Predictors	Anfavea			ABCR			ABPO		
	Estimates	Std. Error	Pr(> t)	Estimates	Std. Error	Pr(> t)	Estimates	Std. Error	Pr(> t)
$\Delta\text{PIM}_{(t-1)}$	-1,1284134	1,6048906	0,4830775	0,1935061	0,1812313	0,2873578	0,0475744	0,2050540	0,8168473
$\Delta\text{CA}_{(t-1)}$	-0,2068517	0,3146606	0,5119438	-0,0061564	0,0995972	0,9507943	0,0225363	0,1056348	0,8313504
$\Delta\text{SEL}_{(t-1)}$	0,0813994	0,4572051	0,8589342	0,1185226	0,1692555	0,4848506	0,2963303	0,1798866	0,1015860
$\Delta\text{PIB}_{(t-1)}$	2,955137 **	0,9415142	0,0020437	0,4831184 .	0,2505204	0,0556868	0,5644128 *	0,2765758	0,0430326
$\Delta\text{ANF}_{(t-1)}$	-0,3901711 .	0,2068324	0,0611723	-0,0084242	0,0563415	0,8813434	-0,018703	0,0530518	0,7249265
$\Delta\text{ABCR}_{(t-1)}$	-0,2455187	0,9097177	0,7876200	-0,9140254 .	0,5323906	0,0880739	-0,622461	0,5578176	0,2662553
$\Delta\text{ABPO}_{(t-1)}$	0,1971239	0,4920733	0,6892857	0,1312049	0,3377574	0,6982272	-0,1278898	0,2745665	0,6420428
$\Delta\text{PIM}_{(t-2)}$	-1,2253131	1,1654230	0,2947708	0,0006065	0,1994209	0,9975774	-0,1027007	0,2118643	0,6285626
$\Delta\text{CA}_{(t-2)}$	-0,7352131	0,5784316	0,2056800	0,0262607	0,1045178	0,8019606	-0,0735162	0,1169583	0,5305881
$\Delta\text{SEL}_{(t-2)}$	-0,7208068	0,5037184	0,1545184	-0,1509553	0,1655469	0,3633065	-0,3935753 *	0,1803381	0,0306336
$\Delta\text{PIB}_{(t-2)}$	-1,2332362	1,0357410	0,2356600	0,4502788	0,4131034	0,2774652	0,2669979	0,3971760	0,5024645
$\Delta\text{ANF}_{(t-2)}$	-0,0235228	0,1974135	0,9053119	0,0101485	0,0487763	0,8354623	0,0277011	0,0493197	0,5751835
$\Delta\text{ABCR}_{(t-2)}$	0,838997	0,7650204	0,2745306	-0,2513015	0,4236696	0,5539710	-0,0787797	0,4056549	0,8462791
$\Delta\text{ABPO}_{(t-2)}$	-0,2998104	0,6327125	0,6362963	-0,1187905	0,2969912	0,6897403	-0,2411538	0,2852894	0,3992923
Intercepto	-0,0064763	0,0091564	0,4804819	-0,0004135	0,0043602	0,9245673	0,0002592	0,0042005	0,9508774

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Fonte: Elaboração própria

Por fim, o modelo final com todas as variáveis propostas foi estimado. Mais uma vez a relevância do ICI pode ser vista na equação referente à PIM-PF. Em relação as outras séries, com exceção das taxas de câmbio, Selic e os números da ANFAVEA, todas as variáveis tiveram estimadores significativos em pelo menos uma das defasagens. No entanto, os estimadores relevantes da ABPO e ABCR apresentaram sinal negativo, diferente do que se esperava.

Tabela (9): Resultados dos vetores PIM-PF e ICI do VAR indústria+ICI (4)

Predictors	PIM-PF			ICI		
	Estimates	Std. Error	Pr(> t)	Estimates	Std. Error	Pr(> t)
$\Delta PIM_{(t-1)}$	-0,4930754 ***	0,1429325	0,0007571	0,0534693	0,1680211	0,7508214
$\Delta ICI_{(t-1)}$	0,3681014 ***	0,0766806	0,0000043	0,3814561 ***	0,0901401	0,0000435
$\Delta CA_{(t-1)}$	-0,0125233	0,0494513	0,8004788	-0,224869 ***	0,0581313	0,0001725
$\Delta SEL_{(t-1)}$	0,099311	0,0939276	0,2923287	-0,09878	0,1104144	0,3726384
$\Delta PIB_{(t-1)}$	0,4770887 *	0,1937347	0,0151025	0,4285145 .	0,2277404	0,0621276
$\Delta ANF_{(t-1)}$	0,0094098	0,0238358	0,6936535	-0,0667172 *	0,0280196	0,0187122
$\Delta ABCR_{(t-1)}$	-0,1578175 .	0,0892368	0,0793186	0,1954229 .	0,1049002	0,0647274
$\Delta ABPO_{(t-1)}$	-0,0040754	0,0909837	0,9643415	-0,1688809	0,1069538	0,1167643
$\Delta PIM_{(t-2)}$	-0,1017509	0,1589063	0,5230915	-0,2955448	0,1867987	0,1160437
$\Delta ICI_{(t-2)}$	-0,049826	0,0848946	0,5582780	-0,0898051	0,0997959	0,3698440
$\Delta CA_{(t-2)}$	-0,0593053	0,0545085	0,2786083	-0,0331984	0,0640763	0,6052638
$\Delta SEL_{(t-2)}$	-0,0271184	0,1055014	0,7975523	0,0447111	0,1240198	0,7190462
$\Delta PIB_{(t-2)}$	0,193705	0,1895434	0,3086999	0,1755036	0,2228134	0,4323231
$\Delta ANF_{(t-2)}$	0,0364549	0,0260358	0,1638407	0,0173622	0,0306058	0,5714982
$\Delta ABCR_{(t-2)}$	-0,1108191	0,1082680	0,3079429	-0,0306299	0,1272720	0,8101941
$\Delta ABPO_{(t-2)}$	-0,1869008 *	0,0923761	0,0450967	0,0730869	0,1085906	0,5021099
$\Delta PIM_{(t-3)}$	0,116121	0,1639072	0,4799307	-0,0421831	0,1926774	0,8270469
$\Delta ICI_{(t-3)}$	-0,0375979	0,0866967	0,6652457	0,1158938	0,1019143	0,2575594
$\Delta CA_{(t-3)}$	0,0204304	0,0575634	0,7232253	-0,1165284 .	0,0676674	0,0874340
$\Delta SEL_{(t-3)}$	-0,1672697	0,1081370	0,1243350	-0,3300188 *	0,1271180	0,0105119
$\Delta PIB_{(t-3)}$	0,1939745	0,1911454	0,3120858	-0,11425	0,2246966	0,6119902
$\Delta ANF_{(t-3)}$	0,0124819	0,0237737	0,6004561	0,0173631	0,0279466	0,5354946
$\Delta ABCR_{(t-3)}$	-0,2001191 .	0,1038038	0,0560534	-0,1383125	0,1220242	0,2590969
$\Delta ABPO_{(t-3)}$	-0,1039652	0,0921566	0,2613403	0,1391815	0,1083326	0,2011603
$\Delta PIM_{(t-4)}$	0,1652415	0,1445798	0,2551771	0,042841	0,1699575	0,8013858
$\Delta ICI_{(t-4)}$	-0,0802385	0,0791719	0,3127174	-0,1615449 .	0,0930687	0,0849758
$\Delta CA_{(t-4)}$	-0,0101816	0,0576857	0,8601750	0,1756465 *	0,0678111	0,0106855
$\Delta SEL_{(t-4)}$	-0,0294513	0,0999039	0,7686200	0,1052432	0,1174397	0,3718308
$\Delta PIB_{(t-4)}$	0,3590369 .	0,1897475	0,0606907	-0,30449	0,2230534	0,1745797
$\Delta ANF_{(t-4)}$	-0,0308984	0,0210765	0,1450595	-0,008854	0,0247760	0,7214008
$\Delta ABCR_{(t-4)}$	-0,13805	0,0967773	0,1561298	-0,0511516	0,1137644	0,6537276
$\Delta ABPO_{(t-4)}$	-0,024654	0,0844047	0,7706811	0,0834945	0,0992200	0,4016086
Intercepto	-0,0032249 .	0,0019062	0,0930754	-0,0022525	0,0022408	0,3166590

Fonte: Elaboração própria

Tabela (9.1): Continuação dos resultados do VAR indústria+ICI (4)

Predictors	Cambio			Salic			PIB		
	Estimates	Std. Error	Pr(> t)	Estimates	Std. Error	Pr(> t)	Estimates	Std. Error	Pr(> t)
$\Delta PIM_{(t-1)}$	0,1314323	0,2515116	0,6021633	0,2240417.	0,1254306	0,0764010	-0,0282284	0,0731047	0,7000270
$\Delta ICI_{(t-1)}$	-0,2591339.	0,1349312	0,0569861	0,0024402	0,0672911	0,9711284	0,1525984***	0,0392193	0,0001587
$\Delta CA_{(t-1)}$	0,4399147***	0,0870170	0,0000014	-0,0001888	0,0433960	0,9965357	0,0102753	0,0252925	0,6852193
$\Delta SEL_{(t-1)}$	0,2644811	0,1652799	0,1119814	0,5287377***	0,0824262	0,0000000	0,0875503.	0,0480405	0,0706885
$\Delta PIB_{(t-1)}$	-1,0041994**	0,3409058	0,0038196	-0,0285961	0,1700121	0,8666872	0,1885074.	0,0990882	0,0593282
$\Delta ANF_{(t-1)}$	0,0434801	0,0419427	0,3018207	-0,0203141	0,0209171	0,3332670	-0,0382293**	0,0121911	0,0021194
$\Delta AB CR_{(t-1)}$	-0,1390617	0,1570257	0,3774693	-0,1642765*	0,0783098	0,0378610	0,0218213	0,0456413	0,6333788
$\Delta AB PO_{(t-1)}$	0,0874368	0,1600996	0,5859059	0,121577	0,0798428	0,1302615	-0,0853401.	0,0465348	0,0689562
$\Delta PIM_{(t-2)}$	-0,3961696	0,2796199	0,1589290	0,1921381	0,1394484	0,1706187	-0,0803136	0,0812747	0,3249030
$\Delta ICI_{(t-2)}$	0,3752997*	0,1493850	0,0132184	-0,0236332	0,0744993	0,7515798	-0,045713	0,0434205	0,2943860
$\Delta CA_{(t-2)}$	-0,1470719	0,0959161	0,1276223	0,0064363	0,0478340	0,8931727	-0,0237902	0,0278791	0,3950430
$\Delta SEL_{(t-2)}$	0,0093691	0,1856458	0,9598273	0,3162429***	0,0925829	0,0008491	-0,0027925	0,0539601	0,9588063
$\Delta PIB_{(t-2)}$	-0,1840512	0,3335305	0,5820142	-0,2197716	0,1663340	0,1887332	0,1184585	0,0969445	0,2239486
$\Delta ANF_{(t-2)}$	-0,0613945	0,0458139	0,1825559	0,0025265	0,0228477	0,9121201	-0,0101767	0,0133163	0,4461193
$\Delta AB CR_{(t-2)}$	0,2344378	0,1905140	0,2207117	0,0101713	0,0950107	0,9149107	0,0044497	0,0553751	0,9360778
$\Delta AB PO_{(t-2)}$	-0,0158356	0,1625498	0,9225428	-0,0002609	0,0810647	0,9974371	-0,0368822	0,0472470	0,4364422
$\Delta PIM_{(t-3)}$	-0,4294076	0,2884197	0,1389544	0,1607003	0,1438369	0,2659524	0,1037194	0,0838325	0,2182349
$\Delta ICI_{(t-3)}$	0,001822	0,1525561	0,9904894	0,0320413	0,0760808	0,6743422	-0,0383007	0,0443422	0,3893140
$\Delta CA_{(t-3)}$	0,0353984	0,1012916	0,7273020	0,0366478	0,0505148	0,4694584	-0,0698101*	0,0294416	0,0192016
$\Delta SEL_{(t-3)}$	-0,0421942	0,1902836	0,8248614	0,32659***	0,0948957	0,0007783	-0,1151965*	0,0553081	0,0392279
$\Delta PIB_{(t-3)}$	0,3794066	0,3363495	0,2613919	-0,0147452	0,1677398	0,9300872	-0,1187053	0,0977638	0,2268709
$\Delta ANF_{(t-3)}$	-0,0141618	0,0418335	0,7355118	-0,0070576	0,0208626	0,7356899	-0,0127565	0,0121594	0,2960729
$\Delta AB CR_{(t-3)}$	0,1130783	0,1826586	0,5369543	0,0904383	0,0910931	0,3226464	-0,0131987	0,0530918	0,8040613
$\Delta AB PO_{(t-3)}$	-0,0386739	0,1621637	0,8118789	-0,0999336	0,0808721	0,2187990	-0,0375431	0,0471347	0,4271898
$\Delta PIM_{(t-4)}$	0,1038205	0,2544102	0,6838840	-0,070629	0,1268761	0,5787051	0,0032978	0,0739473	0,9644977
$\Delta ICI_{(t-4)}$	-0,0901784	0,1393150	0,5185804	0,1505168*	0,0694774	0,0321034	-0,0505362	0,0404935	0,2142719
$\Delta CA_{(t-4)}$	-0,1549547	0,1015068	0,1293038	-0,0127423	0,0506222	0,8016595	-0,0229577	0,0295041	0,4379131
$\Delta SEL_{(t-4)}$	-0,1318383	0,1757961	0,4546397	-0,2831815**	0,0876707	0,0015676	-0,0183956	0,0510972	0,7194218
$\Delta PIB_{(t-4)}$	-0,1279655	0,3338898	0,7021555	-0,1170236	0,1665131	0,4834438	0,1546644	0,0970489	0,1134374
$\Delta ANF_{(t-4)}$	-0,0012157	0,0370873	0,9738997	-0,0362629.	0,0184957	0,0520625	-0,0216279*	0,0107798	0,0468966
$\Delta AB CR_{(t-4)}$	-0,2006555	0,1702945	0,2408353	0,0979674	0,0849271	0,2508022	-0,0470593	0,0494981	0,3435051
$\Delta AB PO_{(t-4)}$	-0,0079213	0,1485230	0,9575478	-0,022385	0,0740694	0,7629697	0,0166209	0,0431699	0,7008582
Intercepto	0,0055914.	0,0033542	0,0979311	0,0004137	0,0016728	0,8050416	0,0022613*	0,0009749	0,0219299

Fonte: Elaboração própria

Tabela (9.2) Continuação dos resultados do VAR indústria+ICI (4)

Predictors	Anfaeva			ABCR			ABPO		
	Estimates	Std. Error	Pr(> t)	Estimates	Std. Error	Pr(> t)	Estimates	Std. Error	Pr(> t)
$\Delta \text{PIM}_{(t-1)}$	-0,7963451	0,6552889	0,2264702	0,1677724	0,2591095	0,5184526	0,0109219	0,2465832	0,9647389
$\Delta \text{ICI}_{(t-1)}$	1,7024861 ***	0,3515500	0,0000036	0,2287112	0,1390073	0,1023201	0,3426169 *	0,1322872	0,0106938
$\Delta \text{CA}_{(t-1)}$	-0,1008392	0,2267144	0,6572146	0,088713	0,0896457	0,3242101	0,1160652	0,0853119	0,1760323
$\Delta \text{SEL}_{(t-1)}$	0,32132	0,4306207	0,4569067	0,1376892	0,1702729	0,4202005	0,2777673 .	0,1620413	0,0888795
$\Delta \text{PIB}_{(t-1)}$	3,1341639 ***	0,8881968	0,0005780	0,6813805 .	0,3512042	0,0545295	0,7770944 *	0,3342257	0,0216182
$\Delta \text{ANF}_{(t-1)}$	-0,5724891 ***	0,1092775	0,0000006	0,0178773	0,0432097	0,6797508	-0,0031767	0,0411208	0,9385412
$\Delta \text{ABCR}_{(t-1)}$	0,0250268	0,4091151	0,9513155	-1,0136006 ***	0,1617693	0,0000000	-0,7179205 ***	0,1539488	0,0000076
$\Delta \text{ABPO}_{(t-1)}$	-0,3213433	0,4171240	0,4424732	-0,0231438	0,1649361	0,8886244	-0,270909 .	0,1569625	0,0867328
$\Delta \text{PIM}_{(t-2)}$	-0,6697246	0,7285223	0,3596455	0,1614783	0,2880669	0,5760634	0,091671	0,2741407	0,7386211
$\Delta \text{ICI}_{(t-2)}$	-0,7295012 .	0,3892080	0,0631303	-0,0448647	0,1538977	0,7711161	-0,0474838	0,1464578	0,7462964
$\Delta \text{CA}_{(t-2)}$	-0,5757069 *	0,2499000	0,0228235	0,028875	0,0988136	0,7705868	-0,0483978	0,0940366	0,6076577
$\Delta \text{SEL}_{(t-2)}$	-0,2537546	0,4836821	0,6007332	-0,0401441	0,1912540	0,8340749	-0,2414412	0,1820081	0,1869861
$\Delta \text{PIB}_{(t-2)}$	-1,0883609	0,8689812	0,2126521	0,5955943 .	0,3436061	0,0854021	0,4229451	0,3269950	0,1981560
$\Delta \text{ANF}_{(t-2)}$	-0,1511766	0,1193637	0,2075914	0,0642913	0,0471979	0,1755018	0,0670492	0,0449162	0,1379225
$\Delta \text{ABCR}_{(t-2)}$	0,4109667	0,4963657	0,4092154	-0,6162406 **	0,1962692	0,0020931	-0,489194 **	0,1867809	0,0098647
$\Delta \text{ABPO}_{(t-2)}$	-0,606127	0,4235076	0,1547705	-0,2658141	0,1674602	0,1148680	-0,3470565 *	0,1593646	0,0312293
$\Delta \text{PIM}_{(t-3)}$	-0,0299711	0,7514495	0,9682465	0,6286993 *	0,2971326	0,0362614	0,6208903 *	0,2827681	0,0298835
$\Delta \text{ICI}_{(t-3)}$	0,0002152	0,3974699	0,9995688	-0,188543	0,1571646	0,2324559	-0,1898876	0,1495667	0,2065007
$\Delta \text{CA}_{(t-3)}$	0,3041175	0,2639055	0,2512826	0,1173676	0,1043515	0,2627748	0,1363111	0,0993068	0,1722321
$\Delta \text{SEL}_{(t-3)}$	-0,7946816	0,4957652	0,1113750	0,0212271	0,1960318	0,9139373	-0,1372612	0,1865549	0,4631973
$\Delta \text{PIB}_{(t-3)}$	0,5642534	0,8763257	0,5207841	0,5987314 .	0,3465102	0,0863827	0,4381237	0,3297587	0,1863012
$\Delta \text{ANF}_{(t-3)}$	-0,2542368 *	0,1089930	0,0212053	0,0400882	0,0430972	0,3540015	0,0178198	0,0410137	0,6646566
$\Delta \text{ABCR}_{(t-3)}$	-0,3228045	0,4758992	0,4987845	-0,6409581 ***	0,1881765	0,0008770	-0,6318593 ***	0,1790794	0,0005786
$\Delta \text{ABPO}_{(t-3)}$	-0,1898864	0,4225016	0,6538674	-0,1587446	0,1670624	0,3437680	-0,1152572	0,1589860	0,4697846
$\Delta \text{PIM}_{(t-4)}$	-0,0468962	0,6628410	0,9437052	0,645278 *	0,2620957	0,0151263	0,5415759 *	0,2494250	0,0317243
$\Delta \text{ICI}_{(t-4)}$	-0,346695	0,3629718	0,3412710	-0,1707204	0,1435236	0,2364136	-0,1355071	0,1365852	0,3229882
$\Delta \text{CA}_{(t-4)}$	-0,2114586	0,2644662	0,4254200	0,0685603	0,1045733	0,5132276	0,0584099	0,0995178	0,5582689
$\Delta \text{SEL}_{(t-4)}$	0,026116	0,4580196	0,9546173	-0,1490715	0,1811067	0,4119504	0,0351646	0,1723514	0,8386504
$\Delta \text{PIB}_{(t-4)}$	1,3245598	0,8699172	0,1302808	0,495621	0,3439762	0,1520289	0,5702542 .	0,3273472	0,0838653
$\Delta \text{ANF}_{(t-4)}$	-0,2754905 **	0,0966273	0,0050696	-0,0311958	0,0382077	0,4157197	-0,0259939	0,0363606	0,4759573
$\Delta \text{ABCR}_{(t-4)}$	0,0235563	0,4436857	0,9577398	-0,3505394 *	0,1754389	0,0477957	-0,1536141	0,1669576	0,3592358
$\Delta \text{ABPO}_{(t-4)}$	-0,1711528	0,3869621	0,6590081	-0,1272509	0,1530097	0,4071303	-0,308337 *	0,1456127	0,0361206
Intercepto	-0,0102106	0,0087391	0,2447911	-0,0021705	0,0034556	0,5310200	-0,0012589	0,0032885	0,7024785

Fonte: Elaboração própria

Com os modelos propriamente estimados, o próximo passo foi calcular a previsão dinâmica de cada um deles para o ano de 2019 da PIM-PF e, comparar as medidas de erros entre os modelos com o índice de confiança e aqueles que possuem apenas variáveis reais. Além dessa verificação também foi feita outra entre apenas entre os modelos com variáveis reais, para julgar se o aumento no número de séries resultou em uma melhora de previsão.

As medidas de erro escolhidas foram o erro absoluto médio (MAE), a raiz quadrada do erro médio (RSME) e o erro absoluto médio percentual (MAPE). A decisão de escolher diferentes

medidas de erro é baseada nas distintas importâncias que cada fórmula dá para os tipos de erro. Se por um lado o MAE e MAPE dão o mesmo peso para todos os erros, o RSME penaliza mais erros de maior magnitude, fazendo com que desvios maiores gerem um aumento relevante dessa medida.

O resultado das previsões é apresentado na tabela 10. Um problema das medidas de erro é que seus valores não são facilmente comparados separadamente, visto que eles dependem da magnitude da série de erros que está sendo calculada. Com base nisso, as comparações propostas foram calculadas em percentual e apresentadas nas tabelas 11 e 12.

Tabela (10): Medidas de erro de previsão dos modelos para o período de 2019

Modelos	MAE	RMSE	MAPE
ARMA _{PIM} (1,0)	0,0117324	0,0129175	0,982539
VAR _{PIM+ICI} (1)	0,0113424	0,0128008	0,90816
VAR _{MACRO} (1)	0,0114442	0,0128861	0,922584
VAR _{MACRO+ICI} (4)	0,010438	0,0120003	0,840216
VAR _{INDÚSTRIA} (2)	0,0112561	0,0125225	0,955949
VAR _{INDÚSTRIA+ICI} (4)	0,0092214	0,0115	0,735152

Fonte: Elaboração própria

Tabela (11): Comparação percentual entre os modelos com e sem o ICI

Redução do erro via adição do ICI	MAE	RMSE	MAPE
ARMA _{PIM} X VAR _{PIM+ICI}	-3,32%	-0,90%	-7,57%
VAR _{MACRO} X VAR _{MACRO+ICI}	-8,79%	-6,87%	-8,93%
VAR _{INDÚSTRIA} X VAR _{INDÚSTRIA+ICI}	-18,08%	-8,42%	-23,10%

Fonte: Elaboração própria

Tabela (12): Comparação percentual entre os modelos sem o ICI

Comparação entre modelos	MAE	RMSE	MAPE
ARMA _{PIM} X VAR _{MACRO}	-2,46%	-0,24%	-6,10%
ARMA _{PIM} X VAR _{INDÚSTRIA}	-4,06%	-3,06%	-2,71%
VAR _{MACRO} X VAR _{INDÚSTRIA}	-1,64%	-2,82%	3,62%

Fonte: Elaboração própria

A comparação entre os modelos após a adição do ICI mostra que em todas as comparações, houve uma redução do erro de previsão em todas as medidas propostas. A segunda comparação teve resultados similares, com os modelos mais complexos apresentando

menores medidas de erro. Dado esses resultados o modelo contando todas as variáveis propostas mostrou-se ser o melhor, uma vez que apresentou as menores medidas de erro para uma previsão de 12 meses. Outro fator, de menor importância, foi o fato deste modelo ser o único que não apresenta heterocedasticidade.

A única exceção foi na comparação de resultados foi entre o VAR_{Macro} e o VAR_{Indústria}, aonde o MAPE apresentou um aumento quando foi feita a adição das variáveis da ANFAVEA, ABCR e ABPO. Uma possível explicação para esse aumento pode ser encontrada na própria fórmula da medida, uma vez que variações com denominadores próximos de 0 pode acarretar em grandes aumentos do MAPE.

III.4 Causalidade de Granger e Impulso resposta

A causalidade de Granger denota se uma variável é capaz de prever outra, diferindo do sentido tradicional de causalidade. A partir desse teste é possível averiguar que as variações ICI Granger causam as da PIM-PF, sem haver essa relação no sentido oposto, de acordo com a tabela 12.

Tabela (13): Resultados do teste de causalidade de Granger

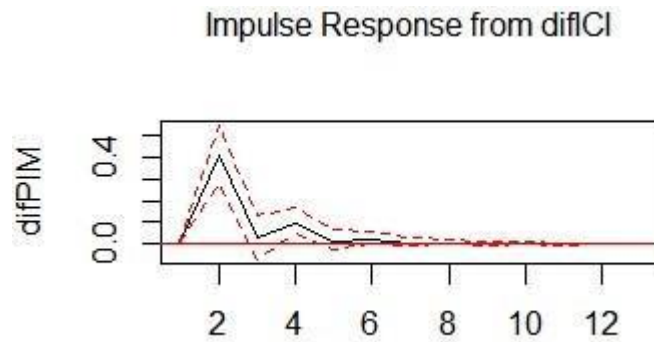
	ICI Granger-causa PIM-PF	PIM-PF Granger-causa ICI
p-valor	0,008527***	0,573

Fonte: Elaboração própria

Outro resultado que é possível extrair de uma análise feita a partir de VARs são os gráficos de impulso resposta, que proporcionam uma visão mais dinâmica da relação entre as séries, mostrando como o choque em uma das variáveis afeta a outra ao longo de vários períodos. A ligação entre o ICI e a PIM-PF é mais uma vez reforçada ao interpretar os gráficos 3 e 4, que explicitam o efeito de um hipotético choque do ICI sobre a produção industrial⁵.

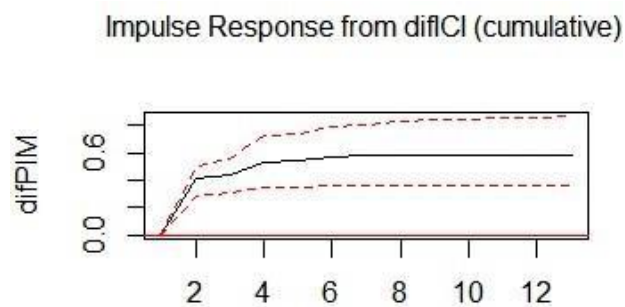
⁵ Todos os resultados foram calculados utilizando a matriz consistente para heteroscedasticidade

Gráfico (3): Impulso resposta da variação do ICI sobre a variação da PIM-PF



Fonte: formulação própria

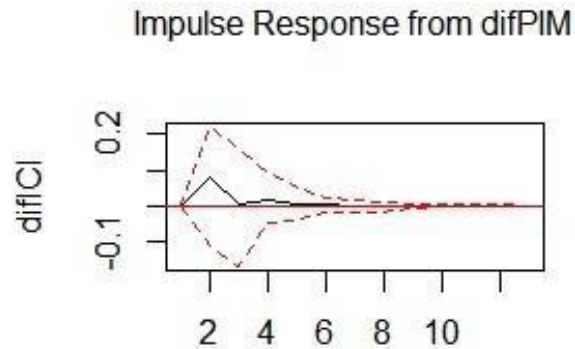
Gráfico (4): Impulso resposta cumulativo da variação do ICI sobre a variação da PIM-PF



Fonte: formulação própria

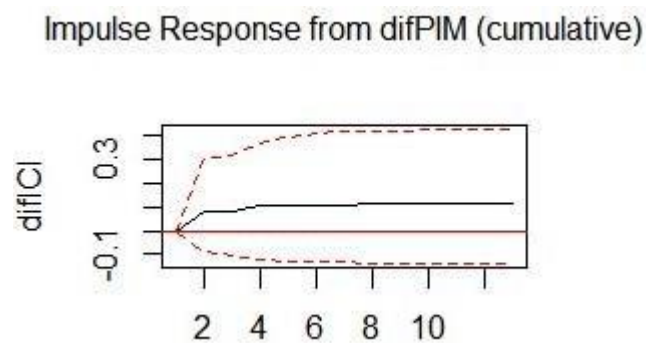
Para sedimentar o entendimento, a relação oposta pode ser calculada, chegando-se aos gráficos 5 e 6, que, por apresentarem resultados com intervalos de confiança de valores positivos e negativos ao mesmo tempo, permite afirmar que o impacto é não significativo.

Gráfico (5): Impulso resposta da variação da PIM-PF sobre a variação do ICI



Fonte: formulação própria

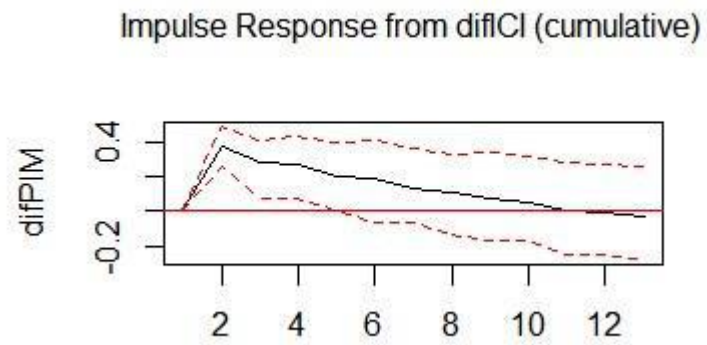
Gráfico (6): Impulso resposta cumulativo da variação da PIM-PF sobre a variação do ICI



Fonte: formulação própria

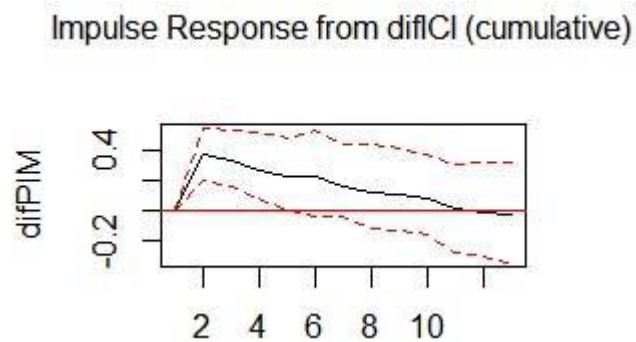
Por fim, ao montar esse mesmo gráfico, porém, usando como base de cálculo o VAR_{MACRO+ICI} e o VAR_{INDÚSTRIA+ICI} pode-se deduzir que as outras variáveis tomam em parte o papel do ICI, uma vez que os gráficos 7 e 8 apresentam picos menores que o comparado no VAR inicial também e uma tendência de queda.

Gráfico (7): Impulso resposta cumulativo da variação do ICI sobre a variação da PIM-PF no
 $\text{VAR}_{\text{MACRO+ICI}}$



Fonte: formulação própria

Gráfico (8): Impulso resposta cumulativo da variação do ICI sobre a variação da PIM-PF no
 $\text{VAR}_{\text{INDÚSTRIA+ICI}}$



Fonte: formulação própria

CONCLUSÃO

Os resultados das medidas de erro mostraram que a inclusão do ICI em modelos que procuravam capturar as flutuações mensais da produção industrial é capaz de gerar previsões mais próximas da realidade do que os seus correspondentes. Essa constatação corrobora com os achados de trabalhos anteriores, que já argumentavam a existência da forte relação entre índices de confiança e as variáveis que eles tentavam explicar com meses antecedência.

As variáveis propostas para a formulação dos modelos mostraram, com exceção da série de câmbio e da ANFAVEA, algum estimador relevante para a equação referente à produção industrial quando incluso a confiança do setor. Novas propostas de equações podem ser apresentadas considerando outras variáveis relevantes para a indústria brasileira, com o intuito de avançar no delicado processo de construção de modelos, uma vez que alguns modelos apresentaram heteroscedasticidade e precisaram ser corrigidos.

REFERÊNCIAS

BENTES, F. G. M. **O Poder Preditivo do Índice de Confiança do Consumidor no Brasil: Uma Análise através de Vetores Autorregressivos**. Dissertação (Mestrado em Economia) — IBMEC, Rio de Janeiro, 2006.

BUENO, R. D. L. S. **Econometria de séries temporais**. 2º Ed. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2011

CAMPELO, Aloisio & BITTENCOURT, Viviane & MALGARINI, Marco. (2020). Consumers Confidence and Households Consumption in Brazil: Evidence from the FGV Survey. **Journal of Business Cycle Research**. 16. 19–34

DURÃO, Andressa Monteiro; **Modelos de Previsão da Produção Industrial Brasileira: Uso de Dados Desagregados da Sondagem Industrial**. 2018, 44 f. Dissertação (Mestrado em finanças e economia empresarial) - Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2018

ENDERS, Walter. **Applied Econometric Time Series**. 2. ed. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 2005. P. 441

INSTITUTO BRASILEIRO DE ECONOMIA – IBRE FGV. **Sondagem da Indústria FGV - Aspectos metodológicos**, 2018. Disponível em <<https://portalibre.fgv.br/publicacoes/estudose-pesquisas/metodologias/metodologias-20.htm>>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Indicadores conjunturais da indústria: produção**. 2º Ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa Industrial Mensal - Produção Física - PIM-PF: O que é**. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9294-pesquisa-industrial-mensal-producao-fisica-brasil.html?=&t=o-que-e>>

MARCONCINI, Livia Ferrari Negrão. **Poder preditivo de índices de confiança brasileiros**. 2011, 45 f. Dissertação (Mestrado profissional em economia) – Insper Instituto de Ensino e Pesquisa, São Paulo, 2011.

MELLO, Euler & FIGUEREDO, F.M.R.. (2017). Assessing the short-term forecasting power of confidence indices. **Economia Aplicada**. 21. 713-735.

WHITE, H. (1980). A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity. **Econometrica**, 48, 817–838.