

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS
ESCOLA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA
MESTRADO EM FINANÇAS E ECONOMIA EMPRESARIAL

ANDRESSA MONTEIRO DURÃO

MODELOS DE PREVISÃO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL
BRASILEIRA: USO DE DADOS DESAGREGADOS DA SONDAAGEM
INDUSTRIAL

Rio de Janeiro

2018

ANDRESSA MONTEIRO DURÃO

**MODELOS DE PREVISÃO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL
BRASILEIRA: USO DE DADOS DESAGREGADOS DA SONDAAGEM
INDUSTRIAL**

Dissertação apresentada à Escola de Pós-Graduação em
Economia da Fundação Getulio Vargas, como requisito
parcial para obtenção do grau de Mestre em Finanças e
Economia Empresarial.

Área de concentração: Macroeconomia

Rio de Janeiro

2018

Durão, Andressa Monteiro

Modelos de previsão da produção industrial brasileira : uso de dados desagregados da sondagem industrial / Andressa Monteiro Durão. – 2018.
42 f.

Dissertação (mestrado) - Fundação Getulio Vargas, Escola de Pós-Graduação em Economia.

Orientadora: Silvia Maria Matos.

Inclui bibliografia.

1. Previsão econômica. 2. Produção (Teoria econômica). 3 Indicadores econômicos. 4. Estatística industrial. I. Matos, Silvia Maria. II. Fundação Getulio Vargas. Escola de Pós- Graduação em Economia. III. Título.

CDD – 338.5442

ANDRESSA MONTEIRO DURÃO

**“MODELOS DE PREVISÃO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL BRASILEIRA: USO DE DADOS
DESAGREGADOS DA SONDAÇÃO INDUSTRIAL”.**

Dissertação apresentado(a) ao Curso de Mestrado Profissional em Economia
Empresarial e Finanças do(a) Escola de Pós-Graduação em Economia para obtenção do
grau de Mestre(a) em Economia Empresarial e Finanças.

Data da defesa: 03/12/2018

ASSINATURA DOS MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA



Silvia Maria Matos
Orientador(a)



Samuel de Abreu Pessoa



Pedro Guilherme Costa Ferreira

RESUMO

O trabalho tem como objetivo explorar a base de dados desagregados da Sondagem da Indústria da FGV IBRE, e selecionar os segmentos industriais que possam ser utilizados na construção de indicadores antecedentes e coincidentes da produção industrial do Brasil, que, juntamente com outros indicadores setoriais e variáveis macroeconômicas, sejam utilizados na elaboração de um modelo de previsão para a produção industrial. O banco de dados, com dados entre 2006 e 2018, é composto pelas seguintes informações estatísticas: Produção física Industrial, do IBGE; Indicador de nível de atividade de produtos de metal, do CIESP; série do fluxo de veículos pesados, da ABCR; Expedição total de caixas, acessórios e chapas de papelão ondulado, da ABPO; Produção total de autoveículos, da ANFAVEA; e séries da Sondagem da Indústria da FGV/IBRE. Para a verificação empírica dos resultados, foram utilizados Análise de componentes principais, Causalidade de Granger, além de testes para validade dos modelos, que foram realizados utilizando o software Eviews. Os resultados mostraram que o uso de um indicador construído a partir de séries de segmentos industriais específicos tem melhor desempenho como variável preditora da produção industrial brasileira do que as séries agregadas de sondagem. Além disso, o trabalho enfatiza o uso de dados de sondagem como um primeiro sinal do movimento do ciclo industrial, dado o fato de que os resultados da sondagem são divulgados com significativa antecedência em relação à data de divulgação da variável *target*.

Palavras-chave: Sondagem da Indústria. Produção industrial. Previsão.

ABSTRACT

The objective of this study is to explore the disaggregated data base of the FGV IBRE Manufacturing Industry Survey and to select the industrial segments that can be used in the construction of leading and coincident indicators of industrial production in Brazil, which together with other sectoral indicators and macroeconomic variables, are used in the elaboration of a forecast model for industrial production. The database, with data between 2006 and 2018, is composed of the following statistical information: Industrial Production, IBGE; Indicator of activity level of metal products, CIESP; series of heavy-duty vehicles, ABCR; Total shipment of cartons, accessories and corrugated sheets, from ABPO; Total production of vehicles, from ANFAVEA; and series of the FGV / IBRE Manufacturing Industry Survey. For the empirical verification of the results, were used Principal Component Analysis, Granger Causality, and tests for validity of models, that were performed using the Eviews software. The results showed that the use of an indicator constructed from series of specific industrial segments has a better performance as a predictor variable of the Brazilian industrial production than the aggregated survey series. In addition, the study emphasizes the use of survey data as a first signal of the movement of the industrial cycle, given the fact that the results of the survey are released with significant advance in relation to the date of disclosure of the variable target.

Keywords: Industry Survey. Industrial production. Prediction.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	9
3	CONSTRUÇÃO DE UM INDICADOR ANTECEDENTE DA PRODUÇÃO A PARTIR DE DADOS DE SONDAAGEM.....	12
4	PREVISÃO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL.....	21
4.1	Base de dados	21
4.1.1	Produção industrial	21
4.1.2	Demais variáveis	24
4.2	Modelos de previsão	27
5	CONCLUSÕES.....	33
	REFERÊNCIAS	34
	APÊNDICE	36

1 INTRODUÇÃO

O setor industrial brasileiro possui notável importância para o desenvolvimento econômico do país, com cerca de 20% de participação no PIB. Sendo destaque em geração de empregos, investimentos, importação e exportação, a Indústria brasileira serve como um termômetro para a economia e é considerada diversificada.

A Pesquisa industrial do IBGE mede a produção industrial no Brasil e seu índice é historicamente conhecido e utilizado. Iniciada na década de setenta, a pesquisa abrange todo o território nacional e é divulgada mensalmente, de forma a garantir o entendimento das diversas atividades industriais no país e o acompanhamento do ciclo industrial por parte dos setores público e privado.

As pesquisas de tendência de negócios refletem o cenário econômico e indicam a direção da atividade econômica no curto prazo. Respostas de empresas industriais sobre expectativas acerca da economia são informações extremamente úteis para tentar antecipar o ciclo econômico. A Sondagem da Indústria da FGV IBRE é uma pesquisa de tendência de negócios que tem por característica a rapidez com que seus dados são divulgados e a capacidade de atender às demandas de acompanhamento do setor industrial.

Neste contexto, surge a motivação para analisar a base de dados da Sondagem da Indústria, a fim de identificar segmentos que tenham boa aderência com o ciclo industrial. Sabe-se que o setor industrial brasileiro engloba grande diversidade de segmentos com características próprias e, possivelmente por conta disso, existem diferenças na forma com que as empresas de diferentes segmentos respondem mensalmente aos quesitos qualitativos questionados na pesquisa, em termos de volatilidade, estabilidade e também na capacidade de antecipar o movimento de outros ou do setor como um todo.

O objetivo deste trabalho é construir um núcleo a partir de séries da Sondagem da Indústria, considerando somente segmentos que têm maior aderência ao ciclo industrial, que, juntamente com outras variáveis macroeconômicas, será utilizado na elaboração de um modelo de previsão para a produção industrial brasileira, de forma a antecipar o comportamento da atividade econômica e que seja mais eficiente que os modelos utilizados atualmente. O indicador será de grande utilidade pois os dados mensais da Sondagem são divulgados com mais rapidez quando comparados com outras variáveis macroeconômicas. Além disso, não existem ainda no Brasil

trabalhos que utilizam séries desagregadas não divulgadas da Sondagem da Indústria para este fim.¹

Para o desenvolvimento do presente trabalho, foram utilizadas pesquisas bibliográficas, revisões da literatura e base de dados que abrange o período 2002-2018. Para a realização dos testes empíricos, foram utilizados instrumentos como análise de componentes principais, testes de causalidade de Granger, autocorrelação e heterocedasticidade. Os modelos econométricos foram estimados com a utilização de modelos ARIMA (*autoregressive integrated moving average*).

Os resultados encontrados confirmaram que os dados da Sondagem da Indústria, além de serem divulgados com significativa antecedência em relação à variável-alvo, podem ser utilizados em modelos de previsão para a produção industrial. Além disso, o uso de dados desagregados da sondagem permite gerar indicadores que são ainda mais efetivos na previsão do que os agregados, diminuindo significativamente o erro de previsão.

Além desta introdução, o trabalho está dividido em mais quatro capítulos. No próximo, é apresentada a revisão da literatura, onde são comentados resultados de estudos sobre construção e uso de indicadores antecedentes e sobre diferentes métodos de previsões para a produção industrial. No capítulo 3, é apresentada a Sondagem da Indústria da FGV IBRE e explicada a construção dos indicadores a partir de dados de sondagem que serão utilizados nas previsões. No capítulo 4, são apresentadas e analisadas as variáveis que serão utilizadas no trabalho e discutidos os métodos econométricos aplicados para que fosse possível obter os resultados. Neste capítulo também são discutidos os resultados encontrados nos modelos de previsão da produção industrial do Brasil. O último capítulo trata das principais conclusões do trabalho.

¹ Estudo sobre o comportamento dos consumidores brasileiros foi feito com uso de dados desagregados da Sondagem do consumidor, também da FGV IBRE. (VELHO, 2016)

2 REVISÃO DA LITERATURA

Considerando a importância da análise dos ciclos econômicos, estudos sobre indicadores antecedentes utilizados em previsões de séries de tempo macroeconômicas são relevantes para que seja possível a antecipação dos movimentos da atividade econômica. Nesse sentido, a técnica dos indicadores antecedentes foi proposta por Burns e Mitchell em 1946 no National Bureau of Economic Research (NBER).

Némethné Pál, Petz e Vanicsek (2004) utilizam índices de confiança para a previsão da produção industrial da Hungria. Os autores mostram que o índice de confiança industrial é um indicador coincidente da Produção e podem ser utilizados em modelos de previsão, com destaque para três ramos industriais: indústria alimentícia; indústria química; e maquinaria. As características do ciclo de negócios dessas três indústrias se mostraram completamente diferentes, e, por conta disso, foram construídos três diferentes modelos de regressão. As variáveis independentes do modelo foram derivadas dos índices de confiança, que são calculados a partir de uma pesquisa de tendência de negócios. Os autores concluíram que a utilização de dados em níveis mais baixos de agregação para prever o índice de confiança não foi melhor, embora o índice possa ser usado para prever a produção de toda a indústria.

Para Stock e Watson (2002), em previsões macroeconômicas, muitas vezes, o número de variáveis preditoras candidatas pode ser muito grande, talvez maior que o número de observações disponíveis para a construção de um modelo. A partir daí, consideram a previsão de uma variável usando um grande número de variáveis, que pode ser realizada em um processo de duas etapas, em que, primeiro, uma série temporal de fatores é estimada a partir dos preditores, usando a análise de componentes principais, e, depois, a relação entre a variável a ser prevista e estes fatores gerados são estimados por uma regressão linear. Os resultados empíricos mostraram que as estimativas são consistentes e sugerem que as previsões de uma única série com base nos componentes principais de um grande número de preditores podem contribuir para a melhoria em previsões de modelos convencionais com um pequeno número de variáveis.

Biau, Erkel-Rousse e Ferrari (2006) comparam os desempenhos de indicadores agregados resultantes dos saldos de opinião com os de indicadores desagregados derivados da metodologia de Mitchell, Smith e Weale (MSW) como preditores da taxa de crescimento da produção industrial. Os indicadores desagregados são derivados das respostas individuais dos

empresários aos questionários de pesquisas de tendência da indústria, sendo de dois tipos: paramétrico, baseados em modelos ordenados de escolha discreta no nível da empresa; e uma metodologia não paramétrica mais simples. A aplicação do MSW sugere que seus indicadores forneçam estimativas mais precisas do crescimento da produção industrial do que um conjunto de indicadores agregados clássicos. Isso foi confirmado pelo estudo para dados britânicos e alemães, mas não para os dados portugueses e suecos.

Claudio R. Contador (1977), pioneiro sobre aplicação da técnica de Indicadores antecedentes no Brasil, resumiu a técnica em seu artigo, onde mostra a necessidade de uma análise prévia da relação entre a variável-alvo e as demais variáveis utilizadas, de forma que seja possível classificar as variáveis como antecedentes ou coincidentes, antes de sua utilização em modelos de previsão. Após esta análise, o autor sugere a utilização da metodologia de componentes principais na construção dos indicadores.

O trabalho de Markwald, Moreira & Pereira (1988) teve como objetivo a construção de um indicador antecedente para a produção industrial do Brasil, de forma a antecipar reversões cíclicas da série. Para isso, o autor utilizou três tipos de agregações das variáveis consideradas antecedentes, dos quais o melhor foi através de pesos estimados pelo método de mínimos quadrados ordinários. Foi também apresentada uma medida das probabilidades de ocorrência ou iminência de reversão do ciclo.

Lima, Moro e Junior (2006) construíram um modelo de indicadores através da análise de componentes principais de setenta e três variáveis, dentre elas variáveis antecedentes e coincidentes, buscando o acompanhamento e previsão do movimento do ciclo econômico no Brasil. Foram analisados os resultados das previsões dentro e fora da amostra e os modelos foram comparados e combinados com modelos ARIMA para o PIB. Os resultados mostraram-se satisfatórios, garantindo a eficiência de modelos construídos com variáveis coincidentes e antecedentes em previsões para a atividade econômica no Brasil.

Campelo (2008) compara em seu estudo diferentes métodos de construção de indicadores antecedentes, dentre eles: a metodologia tradicional do NBER adaptada; seleção de variáveis por testes de causalidade de Granger; e seleção de variáveis e pesos dados por regressão múltipla. O estudo avalia a capacidade de antecipação da série da produção industrial brasileira fora da amostra pelos métodos citados e conclui que o método a ser utilizado depende do tipo de indicador coincidente que se deseja criar, de acordo com sua finalidade, mas que, para o estudo, a combinação da metodologia tradicional, que necessita de maior ênfase na análise de

conformidade cíclica total, com as novas metodologias técnicas pode resultar num sistema de indicadores coincidentes mais eficiente no caso do Brasil.

Velho (2016), ao analisar o comportamento dos consumidores brasileiros utilizando dados desagregados da Sondagem do Consumidor da FGV IBRE, mostrou que é possível obter maior correlação em relação ao consumo das famílias e outras variáveis relacionadas com a pesquisa. Ao utilizar a técnica de componentes principais, foi extraído o núcleo dos melhores indicadores desagregados da sondagem na tentativa de melhorar previsões. Como complemento, o autor criou um indicador de dispersão de respostas dos quesitos da pesquisa, que foi utilizado como proxy da incerteza para compreender o lado subjetivo existente neste tipo de pesquisa qualitativa. O trabalho evidenciou que nem sempre informações em níveis mais agregados possuem melhor poder preditivo.

O Banco Central do Brasil, em boxe do Relatório de inflação de dezembro de 2013, buscou avaliar o poder preditivo de índices de confiança do Brasil de diferentes fontes. Para isso, foram utilizados também indicadores e variáveis relacionados ao nível de atividade econômica e, para cada índice de confiança, foram comparados os erros quadráticos médios de previsões a partir de modelos autorregressivos univariados com os de modelos semelhantes também contendo o índice de confiança correspondente como variável explicativa. Os testes indicaram ganho de poder preditivo quando utilizado o ICI da FGV e seus componentes como variáveis explicativas nos modelos de previsão para a atividade econômica. A conclusão do boxe foi que, dentre os índices de confiança utilizados no exercício, o ICI e seus componentes se destacaram, fornecendo informações relevantes de curto prazo para os agentes econômicos.

Ferreira e Mattos (2018) obtiveram previsões para a produção industrial do Brasil, também variável-alvo deste estudo, através de estimações de modelos por diferentes metodologias, dentre elas: SARIMA; regressões; modelo estrutural; modelo de fator dinâmico; árvores de decisão; e *Random forest*, e concluíram que o último método foi o melhor, pois forneceu uma previsão com maior precisão dentre os estudados. Porém, a combinação das previsões dos modelos apresentados através de um modelo de regressão linear (OLS) reduziu o erro de previsão, tornando-se melhor que o método *Random forest*.

3 CONSTRUÇÃO DE UM INDICADOR ANTECEDENTE DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL A PARTIR DE DADOS DE SONDAAGEM

A Sondagem da Indústria é uma pesquisa de tendência criada pela FGV em 1980 que tem como objetivo gerar estatísticas que apontem sobre o rumo do setor industrial. Uma importante qualidade da pesquisa é a rapidez com que os dados são coletados, analisados e divulgados, fornecendo informações que são utilizadas no monitoramento da situação corrente e na antecipação de eventos futuros da economia no próprio mês de referência da pesquisa, enquanto os resultados das variáveis econômicas quantitativas são divulgados com certa defasagem em relação ao seu período de referência.

Os indicadores da Sondagem da Indústria buscam antecipar o movimento de indicadores reais da economia, “constituindo-se em subsídio para a tomada de decisões empresariais no âmbito privado; para a análise econômica realizada no meio acadêmico e de consultoria; e, principalmente, na elaboração da política econômica pelo governo” (IBRE, 2018). Para isso, o questionário da pesquisa abrange diferentes temas econômicos em seus quesitos, sendo os principais:

Produção – Perspectivas com a evolução da produção dos produtos fabricados pela empresa para os três meses seguintes.

Situação dos negócios – Este quesito procura captar o sentimento da empresa em relação ao estado geral de seus negócios. Para responder a este quesito, as empresas normalmente levam em consideração fatores como lucro, faturamento e fatores macroeconômicos que podem afetar seu desempenho, como juros, previsões de crescimento e câmbio. A *situação dos negócios* é avaliada em relação ao momento de realização da pesquisa e em relação às perspectivas para os próximos seis meses.

Demanda – Avaliação do nível de demanda pelos produtos da empresa. Existe um quesito para cada mercado – interno ou externo. A *demanda* é avaliada quanto ao momento de realização da pesquisa e quanto às perspectivas para os três meses seguintes.

Estoques – Situação atual do nível dos estoques dos produtos fabricados pela empresa.

Emprego – Perspectivas com a evolução do total de mão-de-obra empregado pela empresa para os três meses seguintes.

Nível de Utilização da Capacidade Instalada (NUCI) – Percentual de ocupação dos fatores capital e trabalho, referente ao mês de realização da pesquisa.

Com exceção do NUCI, todas as perguntas do questionário da pesquisa são de natureza qualitativa, de forma que existem três tipos de opções de resposta para cada uma, consideradas como “favorável”, “neutra” ou “desfavorável” à economia.

Os segmentos setoriais da pesquisa são determinados pela CNAE 2.0², do IBGE. Os resultados mais desagregados são obtidos para 65 grupos de CNAE 2.0, que são agregados em 19 segmentos de CNAE 2.0 e no setor da Indústria de transformação, de forma que só são divulgados publicamente os dados dos 19 segmentos e do setor da Indústria de transformação.

Os grupos e segmentos estão listados na tabela a seguir, juntamente com as ponderações a partir do Valor da Transformação Industrial (VTI) da Pesquisa Industrial Anual (PIA), do IBGE, para cada grupo de CNAE 2.0, de forma que somem 100% no nível de grupos.

Tabela 1 - Agregações segundo tipos de atividades da Indústria de Transformação

Descrição dos Segmentos / Grupos	Códigos da CNAE 2.0	Valor da Transformação Industrial (PIA 2013/2014)
Alimentos	10	18,3%
Abate e fabricação de produtos de carne	101	4,7%
Fabricação de óleos e gorduras vegetais e animais	104	1,9%
Laticínios	105	2,0%
Moagem, fabricação de produtos amiláceos e de alimentos para animais	106	2,1%
Fabricação e refino de açúcar	107	3,0%
Outros produtos alimentícios	102, 103, 108 e 109	4,6%
Têxtil	13	1,7%
Vestuário	14	2,1%
Couros e calçados	15	1,8%
Couros	151 e 152	0,4%
Calçados	153 e 154	1,4%

² De acordo com o IBGE (2007), a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) é a classificação oficialmente adotada pelo Sistema Estatístico Nacional e pelos órgãos federais gestores de registros administrativos. A CNAE 2.0 é derivada da versão 4 da International Standard Industrial Classification of All Economic Activities – ISIC. O gestor da ISIC/CIIU é a Divisão de Estatísticas das Nações Unidas.

Descrição dos Segmentos / Grupos	Códigos da CNAE 2.0	Valor da Transformação Industrial (PIA 2013/2014)
Celulose e papel	17	3,5%
Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	171	0,9%
Fabricação de papel, cartolina e papel-cartão	172	0,8%
Fabricação de embalagens de papel, cartolina, papel-cartão e papelão ondulado	173	1,0%
Fabricação de produtos diversos de papel, cartolina, papel-cartão e papelão ondulado	174	0,8%
Derivados de petróleo e biocombustíveis	19	12,3%
Derivados do petróleo e coquerias	191 e 192	10,8%
Biocombustíveis	193	1,5%
Química	201 a 205, 207 e 209	6,7%
Fabricação de produtos químicos inorgânicos	201	1,9%
Fabricação de produtos químicos orgânicos	202	0,9%
Fabricação de resinas e elastômeros	203	1,1%
Fabricação de defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários	205	1,1%
Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins	207	0,7%
Outros produtos químicos não especificados	204 e 209	1,0%
Limpeza e perfumaria	206	1,4%
Farmacêutica	21	2,6%
Produtos de plástico	222	2,8%
Minerais não metálicos	23	3,9%
Fabricação de vidro e de produtos do vidro	231	0,5%
Fabricação de cimento	232	1,0%
Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso e materiais semelhantes	233	1,0%
Fabricação de produtos cerâmicos	234	0,9%
Aparelhamento de pedras e fabricação de outros produtos de minerais não-metálicos	239	0,6%
Metalurgia	24	6,0%
Metalurgia dos metais não-ferrosos	244	1,3%
Siderurgia	241 e 242	4,0%
Outros produtos de metalurgia básica	243 e 245	0,7%
Produtos de metal	25	3,5%
Fabricação de estruturas metálicas e obras de caldeiraria pesada	251	0,9%
Forjaria, estamparia, metalurgia do pó e serviços de tratamento de metais	253	0,6%
Fabricação de artigos de cutelaria, de serralheria e ferramentas	254	0,5%
Outros produtos de metal	252, 255 e 259	1,5%
Informática e eletrônicos	26	2,9%
Fabricação de equipamentos de informática e periféricos	262	0,5%
Fabricação de equipamentos de comunicação	263	1,1%
Fabricação de aparelhos de recepção, reprodução, gravação e amplificação de áudio e vídeo	264	0,7%
Outros - material eletrônico, aparelhos e equipamentos de comunicação, informática e ópticos	261, 265 a 268	0,6%

Descrição dos Segmentos / Grupos	Códigos da CNAE 2.0	Valor da Transformação Industrial (PIA 2013/2014)
Máquinas e materiais elétricos	27	3,0%
Fabricação de geradores, transformadores e motores elétricos	271	1,0%
Fabricação de equipamentos para distribuição e controle de energia elétrica	273	0,7%
Fabricação de eletrodomésticos	275	0,8%
Outros equipamentos e aparelhos elétricos	272, 274 e 279	0,4%
Máquinas e equipamentos	28	5,4%
Fabricação de motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão	281	1,1%
Fabricação de máquinas e equipamentos de uso geral	282	1,3%
Fabricação de tratores e de máquinas e equipamentos para a agricultura e pecuária	283	1,1%
Fabricação de máquinas e equipamentos de uso na extração mineral e na construção	285	0,9%
Outras máquinas e equipamentos	284 e 286	0,9%
Veículos automotores	29	10,0%
Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários	291	4,2%
Fabricação de caminhões e ônibus	292	1,5%
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	294	3,7%
Outros veículos automotores	293 e 295	0,7%
Outros equipamentos de transporte	30	2,0%
Construção de embarcações	301	0,7%
Fabricação de aeronaves	304	0,6%
Outros equipamentos de transporte não especificados	303, 305 e 309	0,7%
Outros produtos	111, 112, 12, 16, 18, 221, 31 e 32	10,0%
Fabricação de bebidas alcoólicas	111	2,0%
Fabricação de bebidas não-alcoólicas	112	1,9%
Fumo	12	0,8%
Fabricação de artigos de madeira	16	0,9%
Impressão e reprodução de gravações	18	0,8%
Fabricação de artigos de borracha	221	1,2%
Fabricação de artigos do mobiliário	31	1,3%
Fabricação de produtos diversos	32	1,1%

Fonte: FGV IBRE

Os resultados das opções de resposta de cada grupo são obtidos através do cálculo do percentual de respostas de cada opção em cada grupo, de forma que as três opções somem 100%. O indicador de cada quesito pesquisado na sondagem para cada grupo é obtido através da fórmula:

$$100 + \text{resultado da opção "favorável"} - \text{resultado da opção "desfavorável"}$$

Dessa forma, os indicadores da sondagem variam entre 0 e 200 e, por construção, são estacionárias. Os indicadores da Indústria de Transformação de cada quesito são obtidos através

da agregação ponderada de cada indicador dos grupos de CNAE 2.0, de acordo com os pesos mostrados na tabela 1. O ajuste sazonal das séries da sondagem é realizado pelo método X-13 ARIMA-SEATS.

A principal variável-alvo da Sondagem da Indústria é a Pesquisa Industrial Mensal de Produção Física, do IBGE, da Indústria de Transformação. Por conta disso, decidiu-se avaliar o uso de variáveis de sondagem em modelos de previsão para a produção industrial a partir da construção de um indicador antecedente/coincidente com base nessas variáveis. Para tal, foram separadas as 585 séries a nível de CNAE 2.0 de 3 dígitos (grupos) dos indicadores dos quesitos do questionário da pesquisa, relacionados anteriormente, que foram disponibilizados pela FGV IBRE para utilização neste trabalho.

Foi feita uma matriz de correlações para testar a relação contemporânea e com *lags* 1, 2 e 3, dados os horizontes de tempo dos quesitos, entre as 585 séries (65 grupos industriais x 9 quesitos da pesquisa) de grupos industriais da sondagem em nível, com e sem ajuste sazonal, com a série em variação interanual da produção industrial. Não houve correlações significativas nos *lags* 2 e 3. As frequências das quantidades de indicadores por quesito e por faixa de correlação, contemporânea e um passo à frente, estão demonstradas nas tabelas a seguir.

Tabela 2 – Frequência relativa (%) da quantidade de indicadores sem ajuste sazonal por faixa de correlação no lag 0 com a PIM-PF

Coeficiente de Pierson (r)	Indicadores									Total
	Situação atual	Demanda externa	Demanda interna	Demanda total	Emprego previsto	Nível de estoques	NUCI	Produção prevista	Tendência dos negócios	
<= 0	3,1	17,2	0,0	1,5	3,1	13,8	17,2	0,0	0,0	6,2
0,0 - 0,4	30,8	62,5	33,8	30,8	46,9	55,4	45,3	75,0	15,4	43,9
0,4 - 0,5	12,3	15,6	10,8	10,8	18,8	10,8	14,1	17,2	16,9	14,1
0,5 - 0,6	13,8	3,1	21,5	20,0	18,8	15,4	18,8	6,3	26,2	16,0
0,6 - 0,7	26,2	1,6	18,5	23,1	10,9	4,6	4,7	1,6	26,2	13,1
0,7 - 0,8	13,8	0,0	13,8	12,3	1,6	0,0	0,0	0,0	10,8	5,9
0,8 - 0,9	0,0	0,0	1,5	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	0,9
>= 0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Elaboração própria

Tabela 3 – Frequência relativa (%) da quantidade de indicadores sem ajuste sazonal por faixa de correlação no *lag 1* com a PIM-PF

Coeficiente de Pierson (r)	Indicadores									
	Situação atual	Demanda externa	Demanda interna	Demanda total	Emprego previsto	Nível de estoques	NUCI	Produção prevista	Tendência dos negócios	Total
<= 0	1,5	15,6	0,0	1,5	0,0	9,2	18,8	1,6	0,0	5,3
0,0 - 0,4	30,8	64,1	32,3	29,2	54,7	60,0	46,9	70,3	15,4	44,8
0,4 - 0,5	15,4	18,8	7,7	9,2	15,6	15,4	21,9	18,8	15,4	15,3
0,5 - 0,6	15,4	0,0	32,3	35,4	18,8	15,4	12,5	7,8	23,1	17,9
0,6 - 0,7	30,8	1,6	15,4	12,3	9,4	0,0	0,0	1,6	24,6	10,7
0,7 - 0,8	6,2	0,0	12,3	12,3	1,6	0,0	0,0	0,0	16,9	5,5
0,8 - 0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	0,5
>= 0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Elaboração própria

Tabela 4 – Frequência relativa (%) da quantidade de indicadores com ajuste sazonal por faixa de correlação no *lag 0* com a PIM-PF

Coeficiente de Pierson (r)	Indicadores									
	Situação atual	Demanda externa	Demanda interna	Demanda total	Emprego previsto	Nível de estoques	NUCI	Produção prevista	Tendência dos negócios	Total
<= 0	1,5	17,2	0,0	1,5	3,1	13,8	17,2	1,6	0,0	6,2
0,0 - 0,4	27,7	62,5	32,3	27,7	42,2	55,4	45,3	54,7	15,4	40,3
0,4 - 0,5	15,4	14,1	9,2	10,8	21,9	10,8	14,1	23,4	16,9	15,1
0,5 - 0,6	13,8	4,7	21,5	20,0	17,2	13,8	18,8	14,1	23,1	16,4
0,6 - 0,7	26,2	1,6	18,5	23,1	12,5	6,2	4,7	6,3	21,5	13,4
0,7 - 0,8	15,4	0,0	16,9	15,4	3,1	0,0	0,0	0,0	18,5	7,7
0,8 - 0,9	0,0	0,0	1,5	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	0,9
>= 0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Elaboração própria

Tabela 5 – Frequência relativa (%) da quantidade de indicadores com ajuste sazonal por faixa de correlação no *lag 1* com a PIM-PF

Coeficiente de Pierson (r)	Indicadores									
	Situação atual	Demanda externa	Demanda interna	Demanda total	Emprego previsto	Nível de estoques	NUCI	Produção prevista	Tendência dos negócios	Total
<= 0	1,5	17,2	0,0	1,5	0,0	9,2	18,8	1,6	0,0	5,5
0,0 - 0,4	27,7	60,9	30,8	27,7	46,9	60,0	46,9	50,0	15,4	40,6
0,4 - 0,5	16,9	18,8	12,3	12,3	20,3	13,8	20,3	23,4	15,4	17,0
0,5 - 0,6	16,9	1,6	27,7	29,2	17,2	12,3	14,1	15,6	21,5	17,4
0,6 - 0,7	29,2	1,6	13,8	16,9	12,5	4,6	0,0	9,4	24,6	12,6
0,7 - 0,8	7,7	0,0	15,4	12,3	3,1	0,0	0,0	0,0	18,5	6,4
0,8 - 0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	0,5
>= 0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Elaboração própria

Inicialmente, decidiu-se por selecionar para análise as séries com correlação a partir de 0,7, valor que indica correlação forte. Porém, foram analisadas também as séries com correlação 0,6, consideradas moderadas, para testar se haveria perdas ao excluí-las da análise.

Essas séries foram separadas, primeiramente, entre oito grupos de acordo com o lag, correlação e ajuste sazonal. Para cada um desses grupos, foi realizado o método da Análise de Componentes Principais (PCA)³, que gerou oito séries de núcleo de PCA1, com as quais foram feitas correlações com a série da PIM contemporânea e um passo à frente para decidir quais séries serão escolhidas para serem inseridas nos modelos de previsão. Curiosamente, mesmo para o núcleo formado por séries mais correlacionadas no *lag 1*, as correlações foram maiores no *lag 0*. Os grupos e as correlações entre suas séries e a PIM estão relacionados abaixo:

- 1) PCA1 das séries com correlação acima de 0,6 no lag 0 sem ajuste sazonal (correlação = 0,86 no lag 0 e = 0,83 no lag 1)
- 2) PCA1 das séries com correlação acima de 0,6 no lag 1 sem ajuste sazonal (correlação = 0,86 no lag 0 e = 0,84 no lag 1)
- 3) PCA1 das séries com correlação acima de 0,7 no lag 0 sem ajuste sazonal (correlação = 0,86 no lag 0 e = 0,83 no lag 1)

³ J. Edward Jackson (1991) define a Análise de Componentes Principais (PCA), ou método dos componentes principais, basicamente como uma técnica multivariada de análise de dados que obtém transformações lineares de um grupo de variáveis correlacionadas em um conjunto menor de variáveis, de modo que certas condições ótimas sejam alcançadas. A mais importante dessas condições é que as variáveis transformadas não sejam correlacionadas.

- 4) PCA1 das séries com correlação acima de 0,7 no lag 1 sem ajuste sazonal (correlação = 0,86 no lag 0 e = 0,85 no lag 1)
- 5) PCA1 das séries com correlação acima de 0,6 no lag 0 com ajuste sazonal (correlação = 0,86 no lag 0 e = 0,83 no lag 1)
- 6) PCA1 das séries com correlação acima de 0,6 no lag 1 com ajuste sazonal (correlação = 0,86 no lag 0 e = 0,85 no lag 1)
- 7) PCA1 das séries com correlação acima de 0,7 no lag 0 com ajuste sazonal (correlação = 0,87 no lag 0 e = 0,85 no lag 1)
- 8) PCA1 das séries com correlação acima de 0,7 no lag 1 com ajuste sazonal (correlação = 0,87 no lag 0 e = 0,86 no lag 1)

A descrição das variáveis e dos grupos das séries utilizadas e o resultado dos testes de raiz unitária se encontram no apêndice deste trabalho. Cabe ressaltar que, entre as 585 séries de grupos industriais da sondagem, a correlação máxima de uma delas com a PIM-IT é de 0,85 e, dentre os indicadores oficiais dos 19 segmentos da sondagem e da Indústria de transformação, que são divulgados, o mais correlacionado com a PIM-IT possui correlação de 0,86. Ou seja, a análise de componentes principais feita a partir de dados de grupos industriais gerou combinações de séries que possuem correlações ligeiramente maiores que a de qualquer uma das séries de sondagem já utilizadas atualmente.

Apesar de as correlações no *lag* 0 para os 8 grupos serem estatisticamente iguais (0,86 e 0,87), as séries de PCA1 dos grupos 7 e 8 foram escolhidas como as principais candidatas à preditoras da PIM por possuírem as maiores correlações. Foram feitos testes de causalidade de Granger⁴ com um lag para mostrar que os indicadores podem antecipar a produção industrial (PIM-IT) em um período, conforme resultados a seguir.

⁴ “Em uma regressão de Y sobre outras variáveis (incluindo seus próprios valores passados), se incluirmos os valores passados ou defasados de X e ele aprimorar significativamente a previsão de Y , podemos dizer que X (Granger) causa Y .” (GUJARATI, 2011, p. 649)

Tabela 6 – Testes de causalidade de Granger de 2006 a 2017

Lags: 1

Null Hypothesis:	Obs.	F-Statistic	Prob.
PCA_grupo8 does not Granger Cause PIM_IT	143	46,9742	0.0000***
PIM_IT does not Granger Cause PCA_grupo8		0,5617	0,4548
PCA_grupo7 does not Granger Cause PIM_IT	143	37,4664	0.0000***
PIM_IT does not Granger Cause PCA_grupo7		0,28242	0,5960

Fonte: Elaboração própria

A hipótese nula de que os indicadores construídos não *granger* causam a PIM-IT foi rejeitada, mostrando que os indicadores podem ser considerados antecedentes em um período da produção industrial.

Com os indicadores construídos, foi dado início à busca por demais indicadores setoriais de outras fontes e de variáveis macroeconômicas para o desenvolvimento de modelos de previsão para a produção industrial do Brasil.

4 PREVISÃO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL

4.1 Base de dados

A base de dados que será utilizada neste trabalho abrange séries com periodicidade mensal e possui horizonte de tempo baseado no número de observações contemplado na série histórica da variável-alvo, que será apresentada a seguir.

4.1.1 Produção industrial

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE produz, desde 1970, indicadores de curto prazo relativos à produção industrial a partir da Pesquisa Industrial Mensal Produção Física – Brasil. O objetivo teórico destes indicadores é o de refletir a evolução de curto prazo do valor adicionado⁵ da indústria ao longo do tempo.

A variável levantada pela pesquisa é calculada a partir da variação da quantidade produzida de um conjunto de produtos e serviços industriais previamente selecionados. O resultado dos indicadores para a atividade da Indústria geral é construído a partir da agregação destes produtos e serviços baseados num sistema de ponderação gerado a partir da Pesquisa Industrial Anual – PIA, também do IBGE.

A pesquisa é direcionada para empresas de todo o país que são classificadas como industriais e divulga resultados de indicadores tanto para o Brasil como para algumas Unidades da Federação. Os dados da Pesquisa Industrial Mensal (PIM) utilizados neste trabalho são índices de base fixa sem ajuste sazonal com base em 2012 (média de 2012 = 100), compreendendo o período de janeiro de 2012 até julho de 2018. Devido à volatilidade da série sem ajuste sazonal em nível, os dados são utilizados em variação percentual interanual para melhor análise do ciclo econômico.

Assim como na Sondagem da Indústria, os indicadores são apresentados por atividades industriais organizadas de acordo com a CNAE 2.0. A pesquisa acompanha a evolução da produção industrial a partir dos produtos industriais definidos pelas unidades classificadas nas atividades econômicas em Indústrias extrativas e Indústrias de transformação (seções B e C da CNAE 2.0, respectivamente), a partir das quais é gerada a série da Indústria geral. O quadro a

⁵ Segundo o Sistema de Contas Nacionais (2016), o valor adicionado é o valor que a atividade agrega aos bens e serviços consumidos no seu processo produtivo. É o valor adicional criado pelo processo de produção, e pode ser medido da forma bruta ou líquida, isto é, antes ou após a dedução do consumo de capital fixo. O valor adicionado bruto é o valor bruto da produção menos o valor do consumo intermediário.

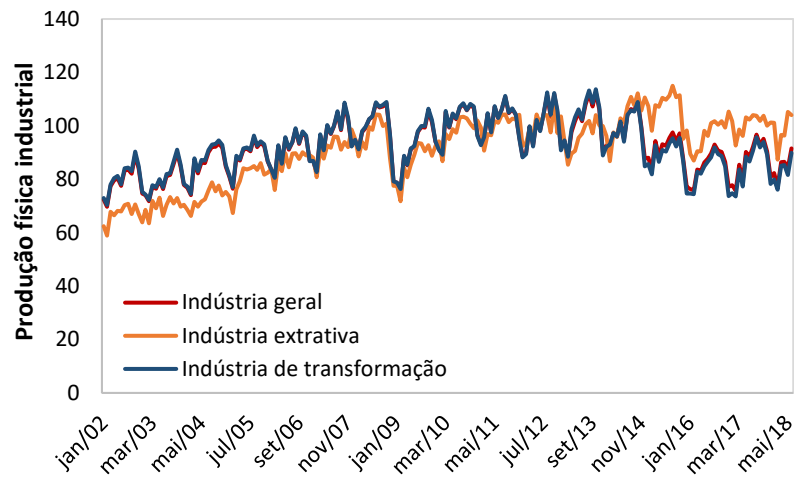
seguir descreve as atividades da CNAE 2.0 que são contempladas na PIM-PF, cujos indicadores são divulgados.

Quadro 1 - Organização das atividades CNAE 2.0 para a PIM-PF

Atividades da CNAE 2.0	Descrição
05 a 09	Indústrias Extrativas
10	Fabricação de produtos alimentícios
11	Fabricação de bebidas
12	Fabricação de produtos do fumo
13	Fabricação de produtos têxteis
14	Confecção de artigos do vestuário e acessórios
15	Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados
16	Fabricação de produtos de madeira
17	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel
18	Impressão e reprodução de gravações
19	Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis
20.6	Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal
20.1 a 20.5 e 20.7 e 20.9	Fabricação de outros produtos químicos
21	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos
22	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico
23	Fabricação de produtos de minerais não metálicos
24	Metalurgia
25	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos
26	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos
27	Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos
28	Fabricação de máquinas e equipamentos
29	Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias
30	Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores
31	Fabricação de móveis
32	Fabricação de produtos diversos
33	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos

Fonte: IBGE

Para início da análise dos indicadores da pesquisa, foram feitas correlações entre as séries dos totais da Indústria extrativa e da Indústria de transformação com a série da Indústria geral, cujos coeficientes de correlação foram 0.6536 e 0.9953, respectivamente, mostrando que a série da Indústria de transformação reflete praticamente os mesmos movimentos da série da Indústria geral, o que também é nítido ao observar o gráfico a seguir.

Gráfico 1 – Índices da Produção industrial de 2002 a 2018

Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE

Diante desta informação, e devido ao fato de que a Sondagem da indústria é direcionada à Indústria de transformação, optou-se por utilizar a série da PIM-IT (Indústria de transformação) como variável-alvo deste trabalho. Com isso, foram também calculadas as correlações entre a série da PIM-IT e as séries dos segmentos que a compõem, que estão demonstradas na figura abaixo, onde o código 3 corresponde à Indústria de transformação e os demais códigos são as atividades da CNAE 2.0, conforme visto no quadro 1.

Figura 1 – Correlações entre a PIM da Indústria de transformação e seus segmentos

3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fonte: Elaboração própria

As correlações mostram que existem determinados segmentos altamente correlacionados com a série da Indústria de transformação, como é o caso dos segmentos de Produtos têxteis; Vestuário; Produtos de borracha e plástico; Minerais-não-metálicos; Metalurgia; Produtos de metal; Máquinas e equipamentos; Veículos automotores; e Outros, que possuem correlação acima de 90%.

Esse resultado mostra que alguns segmentos podem refletir o resultado geral, não sendo necessária, talvez, a utilização de todos os segmentos industriais para, por exemplo, fazer uma previsão da série da Indústria de transformação agregada. Nesse sentido, a busca por variáveis a serem utilizadas num modelo de previsão para a produção industrial brasileira torna-se menos custosa.

4.1.2 Demais variáveis

A série da PIM-IT, variável-alvo apresentada na sessão anterior, é utilizada em variação percentual contra o mesmo período do mês anterior. Além das séries dos indicadores construídos a partir dos grupos industriais da sondagem, é utilizada para comparação a série do indicador de Tendência dos negócios oficial da Sondagem da Indústria (TN6), já descrito anteriormente, dessazonalizada e em nível. As outras variáveis que fazem parte da base de dados utilizada são as seguintes:

ANFAVEA – Produção total de autoveículos, em variação percentual interanual – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores

Por se tratar de um dos maiores segmentos industriais, com cerca de 11% de participação na Indústria, a série da produção de autoveículos é bastante utilizada em modelos de previsão da produção industrial. Além disso, a divulgação deste indicador é relativamente rápida, fazendo com que se tenha um adiantamento do possível movimento industrial bem antes da divulgação da PIM.

ABPO – Expedição total de caixas, acessórios e chapas de papelão ondulado, em toneladas, em variação percentual interanual – Associação Brasileira do Papelão Ondulado

Este indicador é importante pois tem forte relação com o ciclo industrial. Os dados de expedição de caixas de papelão ondulado trazem informações implícitas de

encomendas, o que sinaliza aquecimento e desaquecimento da atividade. A divulgação desta variável também tem pouca defasagem em relação à divulgação da variável alvo.

ABCR_PESADOS – Fluxo pedagiado de veículos pesados nas estradas, em variação percentual interanual – Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias

O fluxo de veículos pesados está associado diretamente ao ritmo da atividade econômica, dado que o modal rodoviário responde à grande parte da matriz de transportes brasileira. Por conta disso, este indicador reflete o movimento do setor industrial devido ao transporte de carga, tornando-se uma variável importante para a previsão.

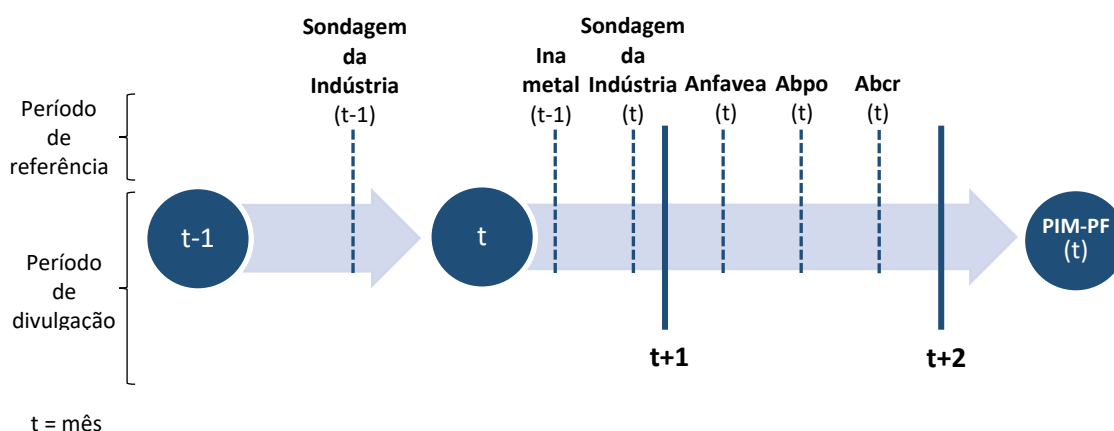
INA_METAL – Indicador de Nível de atividade de Produtos de metal, em variação percentual interanual – Centro das Indústrias do Estado de São Paulo

A série do INA de Produtos de metal mede o nível da atividade de empresas de uma amostra da indústria do estado de São Paulo, onde está concentrada a maior parte das indústrias brasileiras, produtoras de produtos de metal, importante segmento industrial.

O intuito deste trabalho é apresentar o “primeiro sinal” do movimento industrial com mais de um mês de antecedência em relação à divulgação da variável *target*. E, ainda, um “pré-sinal”, com mais de dois meses de antecedência. Por exemplo, a Sondagem da indústria referente ao mês $t-1$ ajuda a prever a produção industrial em t , que só será divulgada em $t+2$, como podemos observar na Figura 2.

Os modelos benchmarks de variáveis mais correlacionadas, como a série da ANFAVEA, com a *target* PIM, serão incorporadas num “segundo sinal” de previsão, porém com uma antecedência menor, como ilustra o exemplo a seguir. Portanto, o uso da tempestividade dos dados de sondagem é um trunfo acerca de informações com uma relevante antecedência em uma economia cada vez mais dinâmica que demanda por informações mais precisas.

A figura a seguir ajuda a ilustrar uma sequência de possíveis modelos de previsão que incorporam em cada etapa um conjunto mais amplo de variáveis, tornando o modelo de previsão ainda mais acurado ao longo do tempo.

Figura 2 - Tempestividade entre divulgação de séries para previsão e variável-alvo

Fonte: Elaboração própria

Como visto na linha do tempo acima, a divulgação da variável *target* ocorre após pouco mais de um mês do fim do período de referência. Já a divulgação dos dados da Sondagem da Indústria ocorre no próprio mês de referência da pesquisa, contando ainda com uma prévia do resultado final na terceira semana do mês. Ao utilizar a variável de sondagem com um *lag*, obtém-se uma previsão com mais de dois meses de antecedência.

A série do INA é normalmente divulgada com defasagem de 10 a 20 dias após o término do mês de referência. No modelo, como esta variável será utilizada com uma defasagem, adiantará a previsão em, mais ou menos, um mês e meio.

O restante das variáveis é divulgado no mês seguinte ao mês de referência, que corresponde ao mês anterior à divulgação da pesquisa, de forma que normalmente são divulgadas na ordem descrita na figura, com ANFAVEA e prévia da ABPO sendo divulgadas entre a primeira e segunda semanas e ABCR entre a terceira e quarta semanas.

A tabela abaixo mostra as correlações das variáveis com a PIM-PF:

Tabela 7 - Coeficiente de correlação de *Pearson* entre o Índice de Produção da Indústria de transformação e demais variáveis da base de dados de jan/2006 a dez/2017

TN6	TN6(-1)	PCA_grupo7	PCA_grupo7(-1)	PCA_grupo8
0.84	0.86	0.87	0.85	0.87
PCA_grupo8(-1)	INA_METAL(-1)	ANFAVEA	ABPO	ABCR_PESADOS
0.86	0.81	0.71	0.78	0.84

Fonte: Elaboração própria

4.2 Modelos de previsão

Nesta seção, serão apresentados os métodos utilizados para a análise empírica e os modelos criados. As estimativas e testes foram realizados utilizando o software E-Views 9.0. Foram analisados os p-valores, coeficientes, R^2 , os critérios de informação, Durbin Watson, além de testes para validação dos modelos.

Todos os modelos testados com os indicadores construídos também foram testados com o indicador de Tendência dos negócios oficial, divulgado na pesquisa da FGV, de forma a provar que, além dos modelos de previsão que incluem sondagem serem melhores que os que não incluem, os indicadores construídos a partir da análise de componentes principais das séries dos grupos industriais selecionados são mais eficientes do que a série oficial que, dentre as séries divulgadas, é melhor correlacionada com a variável-alvo.

A variável de dias úteis (DU) é utilizada como controle. Seu uso é importante nos modelos para identificar um possível aumento ou diminuição da produção industrial ocasionado devido ao maior ou menor número de dias úteis no mês comparado ao mês base. A série é utilizada em diferença contra o mesmo mês do ano anterior.

Os indicadores de sondagem, por serem antecedentes e/ou coincidentes da produção, serão utilizados com e sem defasagem. Optou-se por utilizar o Indicador de Nível de atividade de metais (INA_METAL) com uma defasagem, pois dessa forma a variável mostrou melhor desempenho no modelo, o que pode ser explicado pelo fato de que o segmento de *produtos de metal* é composto por produtos industriais utilizados como matéria prima na transformação de outros produtos, tornando-se antecedente ao comportamento do ciclo do produto final.

O número de termos auto-regressivos e a ordem de médias móveis utilizados nos modelos foram escolhidos a partir da ferramenta *Automatic ARIMA Forecasting*, do Eviews, que seleciona a melhor combinação através dos critérios de informação.

O primeiro conjunto de modelos criado utiliza somente dados de sondagem, o que poderá ser obtido sempre com certa antecedência, conforme explicado anteriormente. São comparados abaixo três modelos que trazem um “pré-sinal”, os quais se diferenciam entre si pelo uso de diferentes indicadores da sondagem e são os modelos que utilizam dados de sondagem com um *lag*, considerados indicadores antecedentes à produção. Na primeira equação, é utilizado o indicador oficial de Tendência dos negócios divulgado na Sondagem da Indústria; na segunda,

é utilizado o indicador construído a partir de PCA1 do grupo 7; e, na terceira, a partir de PCA1 do grupo 8. As regressões deste primeiro grupo são demonstradas abaixo:

$$pimpf_t = \hat{\alpha} + \hat{\gamma}_1 tn6_{t-1} + \hat{\gamma}_2 du_t + \hat{\theta}_1 \varepsilon_{t-1} + \hat{\theta}_2 \varepsilon_{t-2} + \hat{\theta}_3 \varepsilon_{t-3} + \hat{\theta}_4 \varepsilon_{t-4} + \hat{\theta}_5 \varepsilon_{t-5} + \hat{\theta}_6 \varepsilon_{t-6} + \hat{\theta}_7 \varepsilon_{t-7} + \hat{\theta}_8 \varepsilon_{t-8} + \hat{\theta}_9 \varepsilon_{t-9} + \hat{\theta}_{10} \varepsilon_{t-10} + \hat{\theta}_{11} \varepsilon_{t-11} + \hat{\theta}_{12} \varepsilon_{t-12} \quad (1)$$

$$pimpf_t = \hat{\alpha} + \hat{\beta}_1 pimpf_{t-1} + \hat{\beta}_2 pimpf_{t-2} + \hat{\beta}_3 pimpf_{t-3} + \hat{\beta}_4 pimpf_{t-4} + \hat{\beta}_5 pimpf_{t-5} + \hat{\beta}_6 pimpf_{t-6} + \hat{\beta}_7 pimpf_{t-7} + \hat{\beta}_8 pimpf_{t-8} + \hat{\beta}_9 pimpf_{t-9} + \hat{\beta}_{10} pimpf_{t-10} + \hat{\beta}_{11} pimpf_{t-11} + \hat{\gamma}_1 pca_grupo7_{t-1} + \hat{\gamma}_2 du_t + \hat{\theta}_1 \varepsilon_{t-1} + \hat{\theta}_2 \varepsilon_{t-2} + \hat{\theta}_3 \varepsilon_{t-3} + \hat{\theta}_4 \varepsilon_{t-4} + \hat{\theta}_5 \varepsilon_{t-5} + \hat{\theta}_6 \varepsilon_{t-6} + \hat{\theta}_7 \varepsilon_{t-7} + \hat{\theta}_8 \varepsilon_{t-8} + \hat{\theta}_9 \varepsilon_{t-9} \quad (2)$$

$$pimpf_t = \hat{\alpha} + \hat{\beta}_1 pimpf_{t-1} + \hat{\beta}_2 pimpf_{t-2} + \hat{\beta}_3 pimpf_{t-3} + \hat{\beta}_4 pimpf_{t-4} + \hat{\beta}_5 pimpf_{t-5} + \hat{\beta}_6 pimpf_{t-6} + \hat{\beta}_7 pimpf_{t-7} + \hat{\beta}_8 pimpf_{t-8} + \hat{\beta}_9 pimpf_{t-9} + \hat{\beta}_{10} pimpf_{t-10} + \hat{\beta}_{11} pimpf_{t-11} + \hat{\beta}_{12} pimpf_{t-12} + \hat{\gamma}_1 pca_grupo8_{t-1} + \hat{\gamma}_2 du_t + \hat{\theta}_1 \varepsilon_{t-1} + \hat{\theta}_2 \varepsilon_{t-2} + \hat{\theta}_3 \varepsilon_{t-3} + \hat{\theta}_4 \varepsilon_{t-4} + \hat{\theta}_5 \varepsilon_{t-5} + \hat{\theta}_6 \varepsilon_{t-6} + \hat{\theta}_7 \varepsilon_{t-7} + \hat{\theta}_8 \varepsilon_{t-8} \quad (3)$$

O próximo conjunto de equações se diferencia do primeiro em relação à defasagem dos indicadores da sondagem, neste caso os indicadores são coincidentes à produção. Nos modelos 4, 5 e 6, são utilizados dados de sondagem contemporâneos à variável *target*, trazendo um “primeiro sinal” da produção industrial, que é obtido com mais de um mês de antecedência de sua divulgação.

$$pimpf_t = \hat{\alpha} + \hat{\beta}_1 pimpf_{t-1} + \hat{\beta}_2 pimpf_{t-2} + \hat{\beta}_3 pimpf_{t-3} + \hat{\beta}_4 pimpf_{t-4} + \hat{\beta}_5 pimpf_{t-5} + \hat{\beta}_6 pimpf_{t-6} + \hat{\beta}_7 pimpf_{t-7} + \hat{\beta}_8 pimpf_{t-8} + \hat{\beta}_9 pimpf_{t-9} + \hat{\beta}_{10} pimpf_{t-10} + \hat{\beta}_{11} pimpf_{t-11} + \hat{\gamma}_1 tn6_t + \hat{\gamma}_2 du_t + \hat{\theta}_1 \varepsilon_{t-1} + \hat{\theta}_2 \varepsilon_{t-2} + \hat{\theta}_3 \varepsilon_{t-3} + \hat{\theta}_4 \varepsilon_{t-4} + \hat{\theta}_5 \varepsilon_{t-5} + \hat{\theta}_6 \varepsilon_{t-6} + \hat{\theta}_7 \varepsilon_{t-7} + \hat{\theta}_8 \varepsilon_{t-8} + \hat{\theta}_9 \varepsilon_{t-9} + \hat{\theta}_{10} \varepsilon_{t-10} + \hat{\theta}_{11} \varepsilon_{t-11} \quad (4)$$

$$pimpf_t = \hat{\alpha} + \hat{\beta}_1 pimpf_{t-1} + \hat{\beta}_2 pimpf_{t-2} + \hat{\beta}_3 pimpf_{t-3} + \hat{\beta}_4 pimpf_{t-4} + \hat{\beta}_5 pimpf_{t-5} + \hat{\beta}_6 pimpf_{t-6} + \hat{\beta}_7 pimpf_{t-7} + \hat{\gamma}_1 pca_grupo7_t + \hat{\gamma}_2 du_t + \hat{\theta}_1 \varepsilon_{t-1} + \hat{\theta}_2 \varepsilon_{t-2} + \hat{\theta}_3 \varepsilon_{t-3} + \hat{\theta}_4 \varepsilon_{t-4} + \hat{\theta}_5 \varepsilon_{t-5} + \hat{\theta}_6 \varepsilon_{t-6} + \hat{\theta}_7 \varepsilon_{t-7} + \hat{\theta}_8 \varepsilon_{t-8} + \hat{\theta}_9 \varepsilon_{t-9} + \hat{\theta}_{10} \varepsilon_{t-10} + \hat{\theta}_{11} \varepsilon_{t-11} + \hat{\theta}_{12} \varepsilon_{t-12} \quad (5)$$

$$pimpf_t = \hat{\alpha} + \hat{\beta}_1 pimpf_{t-1} + \hat{\beta}_2 pimpf_{t-2} + \hat{\beta}_3 pimpf_{t-3} + \hat{\beta}_4 pimpf_{t-4} + \hat{\beta}_5 pimpf_{t-5} + \hat{\beta}_6 pimpf_{t-6} + \hat{\beta}_7 pimpf_{t-7} + \hat{\beta}_8 pimpf_{t-8} + \hat{\beta}_9 pimpf_{t-9} + \hat{\beta}_{10} pimpf_{t-10} + \hat{\beta}_{11} pimpf_{t-11} + \hat{\beta}_{12} pimpf_{t-12} + \hat{\gamma}_1 pca_grupo8_t + \hat{\gamma}_2 du_t + \hat{\theta}_1 \varepsilon_{t-1} + \hat{\theta}_2 \varepsilon_{t-2} + \hat{\theta}_3 \varepsilon_{t-3} + \hat{\theta}_4 \varepsilon_{t-4} + \hat{\theta}_5 \varepsilon_{t-5} + \hat{\theta}_6 \varepsilon_{t-6} + \hat{\theta}_7 \varepsilon_{t-7} \quad (6)$$

Optou-se por utilizar o indicador *pca_grupo8* nos próximos modelos, pois este mostrou melhor desempenho em relação ao indicador *pca_grupo7*. O indicador oficial de Tendência dos negócios continuou sendo utilizado para fins de comparação.

No próximo conjunto de modelos, é incorporada nos modelos (1) e (6) a série do *INA_METAL* com uma defasagem, formando os modelos (7) e (8), “segundo sinal” da produção industrial.

$$pimpf_t = \hat{\alpha} + \hat{\beta}_1pimpf_{t-1} + \hat{\beta}_2pimpf_{t-2} + \hat{\beta}_3pimpf_{t-3} + \hat{\gamma}_1tn6_{t-1} + \hat{\gamma}_2du_t + \hat{\gamma}_3ina_metal_{t-1} + \hat{\theta}_1\varepsilon_{t-1} + \hat{\theta}_2\varepsilon_{t-2} + \hat{\theta}_3\varepsilon_{t-3} + \hat{\theta}_4\varepsilon_{t-4} + \hat{\theta}_5\varepsilon_{t-5} + \hat{\theta}_6\varepsilon_{t-6} + \hat{\theta}_7\varepsilon_{t-7} + \hat{\theta}_8\varepsilon_{t-8} + \hat{\theta}_9\varepsilon_{t-9} + \hat{\theta}_{10}\varepsilon_{t-10} + \hat{\theta}_{11}\varepsilon_{t-11} + \hat{\theta}_{12}\varepsilon_{t-12} \quad (7)$$

$$pimpf_t = \hat{\alpha} + \hat{\beta}_1pimpf_{t-1} + \hat{\beta}_2pimpf_{t-2} + \hat{\beta}_3pimpf_{t-3} + \hat{\gamma}_1pca_grupo8_t + \hat{\gamma}_2du_t + \hat{\gamma}_3ina_metal_{t-1} + \hat{\theta}_1\varepsilon_{t-1} + \hat{\theta}_2\varepsilon_{t-2} + \hat{\theta}_3\varepsilon_{t-3} + \hat{\theta}_4\varepsilon_{t-4} + \hat{\theta}_5\varepsilon_{t-5} + \hat{\theta}_6\varepsilon_{t-6} + \hat{\theta}_7\varepsilon_{t-7} + \hat{\theta}_8\varepsilon_{t-8} + \hat{\theta}_9\varepsilon_{t-9} + \hat{\theta}_{10}\varepsilon_{t-10} + \hat{\theta}_{11}\varepsilon_{t-11} \quad (8)$$

Seguindo a ordem de divulgação das variáveis, um “terceiro sinal” é obtido com a inclusão da série da ANFAVEA, divulgada pouco antes das séries da ABPO e ABCR. Os modelos (9) e (10) incluem a série da ANFAVEA nos modelos (7) e (8), respectivamente:

$$pimpf_t = \hat{\alpha} + \hat{\beta}_1pimpf_{t-1} + \hat{\beta}_2pimpf_{t-2} + \hat{\gamma}_1tn6_{t-1} + \hat{\gamma}_2du_t + \hat{\gamma}_3ina_metal_{t-1} + \hat{\gamma}_4anfavea_t + \hat{\theta}_1\varepsilon_{t-1} + \hat{\theta}_2\varepsilon_{t-2} + \hat{\theta}_3\varepsilon_{t-3} + \hat{\theta}_4\varepsilon_{t-4} + \hat{\theta}_5\varepsilon_{t-5} + \hat{\theta}_6\varepsilon_{t-6} + \hat{\theta}_7\varepsilon_{t-7} + \hat{\theta}_8\varepsilon_{t-8} + \hat{\theta}_9\varepsilon_{t-9} + \hat{\theta}_{10}\varepsilon_{t-10} + \hat{\theta}_{11}\varepsilon_{t-11} \quad (9)$$

$$pimpf_t = \hat{\alpha} + \hat{\beta}_1pimpf_{t-1} + \hat{\beta}_2pimpf_{t-2} + \hat{\beta}_3pimpf_{t-3} + \hat{\beta}_4pimpf_{t-4} + \hat{\beta}_5pimpf_{t-5} + \hat{\beta}_6pimpf_{t-6} + \hat{\beta}_7pimpf_{t-7} + \hat{\beta}_8pimpf_{t-8} + \hat{\beta}_9pimpf_{t-9} + \hat{\beta}_{10}pimpf_{t-10} + \hat{\beta}_{11}pimpf_{t-11} + \hat{\beta}_{12}pimpf_{t-12} + \hat{\gamma}_1pca_grupo8_t + \hat{\gamma}_2du_t + \hat{\gamma}_3ina_metal_{t-1} + \hat{\gamma}_4anfavea_t + \hat{\theta}_1\varepsilon_{t-1} + \hat{\theta}_2\varepsilon_{t-2} + \hat{\theta}_3\varepsilon_{t-3} + \hat{\theta}_4\varepsilon_{t-4} + \hat{\theta}_5\varepsilon_{t-5} + \hat{\theta}_6\varepsilon_{t-6} + \hat{\theta}_7\varepsilon_{t-7} + \hat{\theta}_8\varepsilon_{t-8} \quad (10)$$

No último conjunto, os modelos são compostos por todas as variáveis da base de dados, que, em sua maioria, são divulgadas no mês anterior à divulgação da variável *target*.

$$pimpf_t = \hat{\alpha} + \hat{\beta}_1pimpf_{t-1} + \hat{\beta}_2pimpf_{t-2} + \hat{\beta}_3pimpf_{t-3} + \hat{\beta}_4pimpf_{t-4} + \hat{\gamma}_1tn6_{t-1} + \hat{\gamma}_2du_t + \hat{\gamma}_3ina_metal_{t-1} + \hat{\gamma}_4anfavea_t + \hat{\gamma}_5abpo_t + \hat{\gamma}_6abcr_pesados_t + \hat{\theta}_1\varepsilon_{t-1} + \hat{\theta}_2\varepsilon_{t-2} \quad (11)$$

$$pimpf_t = \hat{\alpha} + \hat{\beta}_1pimpf_{t-1} + \hat{\beta}_2pimpf_{t-2} + \hat{\beta}_3pimpf_{t-3} + \hat{\gamma}_1pca_grupo8_t + \hat{\gamma}_2du_t + \hat{\gamma}_3ina_metal_{t-1} + \hat{\gamma}_4anfavea_t + \hat{\gamma}_5abpo_t + \hat{\gamma}_6abcr_pesados_t + \hat{\theta}_1\varepsilon_{t-1} + \hat{\theta}_2\varepsilon_{t-2} + \hat{\theta}_3\varepsilon_{t-3} + \hat{\theta}_4\varepsilon_{t-4} \quad (12)$$

Após estimados os coeficientes dos modelos, foram feitas as previsões fora da amostra para cada um deles no período de dois anos. A tabela 8 apresenta os resultados dos modelos (1) a (8), o erro quadrático médio de previsão de cada um deles e a estatística de Durbin Watson. A tabela completa, com a inclusão do número de defasagens e ordem de médias móveis se encontra no apêndice deste trabalho.

Tabela 8 – Modelos de regressão – Variável dependente: Produção industrial (pimpf)

	sondagem em (t-1)			sondagem em (t)			modelo 1 + INA	modelo 6 + INA
Regressores	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6	Modelo 7	Modelo 8
tn6				0.26*** (0.06)				
tn6(-1)	0.2*** (0.04)						0.26*** (0.04)	
pca_grupo7					0.82*** (0.08)			
pca_grupo7(-1)		0.79*** (0.07)						
pca_grupo8						0.93*** (0.05)		0.95*** (0.05)
pca_grupo8(-1)			0.94*** (0.1)					
du-du(-12)	1.58*** (0.19)	1.54*** (0.18)	1.5*** (0.17)	1.5*** (0.18)	1.47*** (0.16)	1.4*** (0.16)	1.32*** (0.14)	1.11*** (0.13)
ina_metal(-1)							0.08*** (0.01)	0.11*** (0.01)
c	-19.48*** (3.6)	-0.53*** (0.14)	-0.5*** (0.14)	-2.59*** (5.71)	-0.52*** (0.1)	-0.45*** (0.08)	-26.45*** (3.51)	0 (1.1)
R ²	0.92441	0.926694	0.931339	0.924708	0.92752	0.92985	0.94545	0.94564
Akaike info criterion	4.74183	4.75464	4.69211	4.82907	4.59100	4.69564	4.41772	4.35194
Schwarz criterion	5.09126	5.27878	5.21625	5.39690	5.09331	5.19795	4.87635	4.76689
Durbin-Watson	2.01	1.98	1.98	1.98	1.96	1.96	1.98	2.01
n	132	132	132	132	132	132	132	132
EQM de previsão	4.53	7.39	6.57	4.56	3.55	2.96	3.72	3.45

Fonte: Elaboração própria

Todas as regressões apresentaram resultados satisfatórios. Os R² são altos e muito parecidos, quando comparados entre os mesmos conjuntos de modelos, assim como os critérios de informação. Os coeficientes das variáveis explicativas foram significativos e apresentaram os sinais esperados. A estatística de Durbin Watson é próxima de 2 em todos os modelos. O sinal da série de diferença entre dias úteis no mês de referência contra o mesmo mês do ano anterior confirma que quanto mais dias de produção no mês, mais é produzido.

Os indicadores da Sondagem da Indústria mostraram-se significativos para a produção industrial, sinalizando que quanto maior a expectativa dos empresários industriais em relação aos seus negócios, maior a produção na indústria de transformação. No primeiro conjunto de modelos, em que foram utilizadas as séries de sondagem em t-1, o modelo que utiliza a série oficial de Tendência dos negócios foi o que apresentou menor erro quadrático médio (4.53).

Observando o segundo conjunto de modelos, com as séries de sondagem em t, o modelo que utiliza a série de Tendência dos negócios em t gera um erro quadrático médio muito parecido, e maior, com o gerado pelo modelo que utiliza a mesma série em t-1 (4.56). Já o modelo (6), que utiliza o indicador de sondagem construído pelo método de componentes principais (pca_grupo8), apresentou erro significativamente menor (2.96), diminuindo em cerca de 65% o menor erro do primeiro conjunto de modelos.

Com a inclusão do *ina_metal(-1)*, os erros voltam a aumentar, apesar da série ser relevante para explicar a produção industrial. O resultado mostrou que quando a atividade de produtos de metal da indústria de São Paulo aumenta, aumenta o indicador de produção industrial brasileiro.

A tabela 9, a seguir, mostra os resultados dos modelos (9) a (12), que incluem primeiro a série da ANFAVEA e, depois, as séries da ABPO e ABCR.

Tabela 9 – Modelos de regressão – Variável dependente: Produção industrial (pimpf)

	modelo 7 + ANFAVEA	modelo 8 + ANFAVEA	modelo 9 + ABPO + ABCR	modelo 10 + ABPO + ABCR
Regressores	Modelo 9	Modelo 10	Modelo 11	Modelo 12
tn6(-1)	0.31*** (0.03)		0.18*** (0.04)	
pca_grupo8		0.67*** (0.03)		0.42*** (0.08)
du-du(-12)	1.28*** (0.19)	1.05*** (0.15)	0.16 (0.17)	0.18 (0.16)
ina_metal(-1)	0.06*** (0.01)	0.06*** (0.01)	0.05*** (0.01)	0.06*** (0.01)
abcr_pesados			0.41*** (0.06)	0.39*** (0.06)
abpo			0.22*** (0.05)	0.21*** (0.05)
anfavea	0.05*** (0.01)	0.06*** (0.01)	0.03*** (0.01)	0.03*** (0.01)
c	-30.45*** (3.38)	-0.75*** (0.03)	-19.02** (3.67)	-1.45** (0.65)
R ²	0.95278	0.95938	0.96737	0.96794
Akaike info criterion	4.24961	4.17594	3.71072	3.70619
Schwarz criterion	4.66456	4.74376	4.01647	4.03378
Durbin-Watson	1.93	1.92	1.96	1.92
n	132	132	132	132
EQM de previsão	4.27	3.68	2.64	2.08

Fonte: Elaboração própria

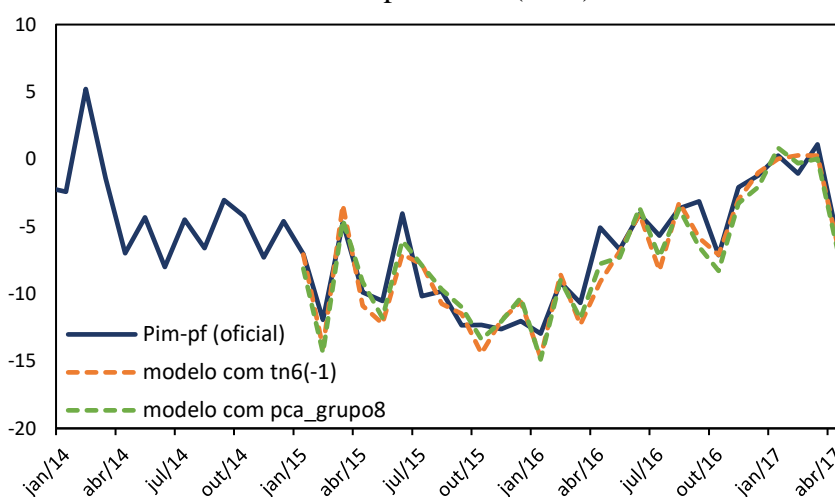
O sinal positivo do coeficiente da série da ANFAVEA mostra que o aumento da produção de veículos aumenta a produção do total da indústria de transformação. Porém, com a inclusão da série da ANFAVEA – modelos (9) e (10), o erro quadrático médio aumenta ainda mais quando comparado aos modelos que incluem o *ina_metal(-1)*.

O fluxo de veículos pesados indicou que quanto mais veículos observados nas estradas, maior a produção industrial naquele mês. No mesmo sentido, a série da ABPO também foi significativa, indicando que quanto maior a expedição de papelão ondulado, maior a produção industrial. A inclusão destas variáveis diminuiu bem o erro (2.08), trazendo os melhores modelos em $t-1$ e em t .

Para testar a validade dos modelos (11) e (12), foram realizados testes para detectar a presença de heterocedasticidade⁶ e multicolinearidade⁷. Os testes se encontram no anexo deste trabalho.

O gráfico a seguir compara as previsões dos modelos (11) e (12), mostrando que o modelo (12) é, em média, melhor que o modelo (11), confirmando que o indicador *pca_grupo8* é melhor preditor da produção industrial, quando utilizado em t , que o melhor indicador da sondagem divulgado atualmente.

Gráfico 2 – Índices da Produção industrial de 2002 a 2018
Oficial e previsões (AsA)



Fonte: Elaboração própria

Os resultados mostraram que o uso de um indicador construído a partir de séries de segmentos industriais específicos tem melhor desempenho como variável preditora, em t , da produção industrial brasileira do que as séries agregadas da sondagem. Além disso, o trabalho enfatizou o uso de dados de sondagem como um primeiro sinal do movimento do ciclo industrial, mostrando que o erro quadrático médio obtido a partir do modelo que utiliza somente dados de sondagem é baixo (2.96) e bem próximo do erro obtido a partir do modelo completo (2.08).

⁶ Variância do erro não constante.

⁷ Existência de uma relação linear exata ou aproximadamente exata entre algumas ou todas as variáveis independentes do modelo de regressão.

5 CONCLUSÕES

O presente trabalho pretendeu mostrar a importância da utilização de dados de pesquisa de tendência dos negócios no acompanhamento e antecipação de indicadores reais da economia. As séries da Sondagem da Indústria da FGV IBRE foram utilizadas nos modelos de previsão da produção industrial de forma a melhorar os modelos já existentes e trazer um sinal do movimento do ciclo industrial com significativa antecipação em relação a outras variáveis utilizadas para previsão.

Decidiu-se por explorar a base de dados desagregada da sondagem e utilizar séries de segmentos industriais específicos que fossem altamente correlacionados com a série da produção industrial do IBGE e, ainda, utilizar a técnica de componentes principais para extrair um núcleo comum entre essas séries com o objetivo de criar um indicador antecedente e/ou coincidente da produção industrial para ser utilizado em um modelo de previsão e aumentar sua robustez em relação ao modelo de previsão que utiliza a série de sondagem agregada da Indústria de transformação.

O mais importante, portanto, para que o objetivo do trabalho fosse atingido, é que o erro quadrático médio das previsões geradas através do modelo que utiliza os indicadores construídos pelo método dos componentes principais seja menor do que o da previsão gerada com o modelo que utiliza o indicador oficial de Tendência dos negócios da sondagem. Os resultados mostraram que há considerável diferença entre os erros quadráticos médios das previsões dos diferentes modelos apresentados. O indicador *pca_grupo8* construído apresentou menor erro que o indicador oficial, de forma que, no último conjunto de modelos, mais completo, chegou-se ao menor erro entre todos os modelos (2,08).

Os resultados corroboram a hipótese de que a utilização de dados de sondagem desagregados em modelos de previsão pode ser melhor do que a utilização das séries oficiais agregadas. Além disso, mostram que um modelo com erro próximo ao alcançado no modelo mais completo, pode ser obtido mais de um mês antes da divulgação da variável *target*.

Por fim, os objetivos foram alcançados e o trabalho contribui com um modelo mais completo e mais eficiente de previsão para a produção industrial brasileira, mostrando que dados desagregados de informações de empresas industriais podem ser trabalhados trazendo resultados interessantes e mostrando-se extremamente úteis como ferramenta de previsão.

REFERÊNCIAS

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Avaliando o Poder Preditivo de Curto Prazo dos Índices de Confiança. *Relatório de inflação*, 2013.

BIAU, O.; ERKEL-ROUSSE, H.; FERRARI, N. Individual Responses to BTS and the Forecasting of Manufactured Production: An assessment of the Mitchell, Smith and Weale dis-aggregate indicators on French Data. 28th CIRET Conference, Rome, 2006.

BURNS, A. F.; MITCHELL, W. C. Measuring Business Cycles. *National Bureau of Economic Research*, 1946.

CAMPELO, A. M. C. Indicadores antecedentes de atividade industrial no brasil. EPGE FGV, 2008.

CONTADOR, C. Ciclos Econômicos e Indicadores de Atividade. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 1977.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. Econometria Básica. 5ª ed. Nova York: The McGraw-Hill Companies, Inc, 2011.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Indicadores Conjunturais da Indústria – Produção, 2ª edição. Série Relatórios Metodológicos, Volume 31, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Comissão Nacional de Classificação – Concla. Classificação Nacional de Atividades Econômicas, Versão 2.0, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Sistema de Contas Nacionais – Brasil. Contas Nacionais, número 63. 2016.

JACKSON, J. E. A user's guide to principal componentes. A Wiley-Interscience Publication. John Wiley & Sons, inc, 1991.

LIMA, I. C.; MORO, S.; JUNIOR, F. G. J. Ciclos e previsão cíclica: um modelo de indicadores antecedentes para a economia brasileira. ANPEC, 2006.

MATOS, D.; FERREIRA, P., 2018. Machine-learning techniques and short-term combination forecasting of industrial production, 2018. Disponível em <<https://portalibre.fgv.br>>

MARKWALD, R.; MOREIRA, A. R.; PEREIRA, P. L. Previsão do nível e ciclo da produção industrial. *Instituto de Planejamento Econômico e Social*, 1988.

PÁL, K. N.; PETZ, R.; VANICSEK, M. Characteristics of Business Cycle in Some Industrial Branches in Hungary. 27th CIRET Conference, Warsaw, 2004.

STOCK, J. H.; WATSON, M. W. Forecasting Using Principal Components From a Large Number of Predictors. American Statistical Association. Journal of the American Statistical Association, Vol. 97, No. 460, Theory and Methods, 2002.

VELHO, V. Análise comportamental de consumidores brasileiros: fatos estilizados por estratificação social e aplicações em modelos de projeção macro. EPGE FGV, 2016.

APÊNDICE

Neste apêndice são apresentados os testes de validação dos principais modelos apresentados no trabalho e das tabelas completas de resultados de todos os modelos.

Tabela 10 – Teste White de Heterocedasticidade (modelo 11)

F-statistic	1,453345	Prob. F(6,116)	0,2004
Obs*R-squared	8,599805	Prob. Chi-Square(6)	0,1974
Scaled explained SS	5,612615	Prob. Chi-Square(6)	0,4680

Fonte: Elaboração própria

Tabela 11 – Teste White de Heterocedasticidade (modelo 12)

F-statistic	2,098737	Prob. F(6,116)	0,0585
Obs*R-squared	12,04479	Prob. Chi-Square(6)	0,0610
Scaled explained SS	8,396143	Prob. Chi-Square(6)	0,2105

Fonte: Elaboração própria

Os resultados das tabelas sugerem que, para os dois modelos, não é possível rejeitar a hipótese nula de ausência de heteroscedasticidade ao nível de significância de 5%.

O teste VIF (Variance Inflation Factors) indica problemas de multicolinearidade quando $VIF > 10$.

Tabela 12 – Teste VIF – Produção industrial (modelo 11)

Variable	Centered VIF
DU-DU(-12)	2,676392
TN6(-1)	1,723745
INA_METAL(-1)	1,579244
ABCR_PESADOS	3,766984
ABPO	3,089621
ANFAVEA	1,730605
SIGMASQ	1,183517

Fonte: Elaboração própria

Tabela 13 – Teste VIF – Produção industrial (modelo 12)

Variable	Centered VIF
DU-DU(-12)	2,809158
PCA_07_LAG1_COM	2,5682
INA_METAL(-1)	1,637597
ABCR_PESADOS	4,124056
ABPO	3,024229
ANFAVEA	1,939025
SIGMASQ	1,463983

Fonte: Elaboração própria

Como os valores de VIF são menores que 10 para todas as variáveis nos dois modelos, rejeitamos a hipótese de que as séries possuem relação linear entre si.

Tabela 14 – Descrição das variáveis dos grupos industriais utilizados na análise de componentes principais - Grupo 1

Séries do Grupo 1 - com correlação acima de 0,6 no lag 0 sem ajuste sazonal			
Variável	Grupo industrial	Variável	Grupo industrial
Situação atual dos negócios	Peças e acessórios para veículos	Demanda interna	Embalagens de papel e cartolina
Situação atual dos negócios	Artigos de borracha	Demanda interna	Máquinas para extração
Situação atual dos negócios	Caminhões e ônibus	Demanda interna	Metais não-ferrosos
Situação atual dos negócios	Celulose e outras pastas	Demanda interna	Outras máquinas e equipamentos
Situação atual dos negócios	Derivados de petróleo	Demanda interna	Outros produtos de metal
Situação atual dos negócios	Embalagens de papel e cartolina	Demanda interna	Outros produtos de metal
Situação atual dos negócios	Equipamentos de informática	Demanda interna	Outros produtos de metalal
Situação atual dos negócios	Artigos de madeira	Demanda interna	Outros veículos automotores
Situação atual dos negócios	Máquinas para extração	Demanda interna	Plástico
Situação atual dos negócios	Metais não-ferrosos	Demanda interna	Produtos cerâmicos
Situação atual dos negócios	Outras máquinas e equipamentos	Demanda interna	Produtos químicos orgânicos
Situação atual dos negócios	Outros produtos de metal	Demanda interna	Equipamentos de energia
Situação atual dos negócios	Outros produtos de metal	Demanda interna	Resinas e elastômeros
Situação atual dos negócios	Outros produtos de metalal	Demanda interna	Siderurgia
Situação atual dos negócios	Outros produtos químicos	Demanda interna	Têxtil
Situação atual dos negócios	Outros veículos automotores	Demanda interna	Tratores, máquinas e outros
Situação atual dos negócios	Papel, cartolina e outros	Demanda interna	Vidro e produtos de vidro
Situação atual dos negócios	Plástico	Emprego previsto	Peças e acessórios para veículos
Situação atual dos negócios	Produtos químicos inorgânicos	Emprego previsto	Caminhões e ônibus
Situação atual dos negócios	Produtos químicos orgânicos	Emprego previsto	Outras máquinas e equipamentos
Situação atual dos negócios	Equipamentos de energia	Emprego previsto	Outros produtos de metal
Situação atual dos negócios	Resinas e elastômeros	Emprego previsto	Outros produtos de metal
Situação atual dos negócios	Siderurgia	Emprego previsto	Outros veículos automotores
Situação atual dos negócios	Têxtil	Emprego previsto	Equipamentos de energia
Situação atual dos negócios	Tratores, máquinas e outros	Emprego previsto	Siderurgia
Situação atual dos negócios	Vidro e produtos de vidro	Nível de estoques	Artigos de borracha
Demanda interna	Peças e acessórios para veículos	Nível de estoques	Caminhões e ônibus
Demanda interna	Aparelhos de recepção	Nível de estoques	Outros produtos de metal
Demanda interna	Artigos de borracha	NUCI	Artigos de borracha
Demanda interna	Caminhões e ônibus	NUCI	Metais não-ferrosos
Demanda interna	Artigos de cutelaria	NUCI	Siderurgia

Tabela 15 – Descrição das variáveis dos grupos industriais utilizados na análise de componentes principais - Grupos 2, 3 e 4

Séries do Grupo 2 - com correlação acima de 0,6 no lag 1 sem ajuste sazonal			
Variável	Grupo industrial	Variável	Grupo industrial
Tendência dos negócios	Peças e acessórios para veículos	Tendência dos negócios	Outros produtos de metal
Tendência dos negócios	Aparelhos de recepção	Tendência dos negócios	Outros produtos de metal
Tendência dos negócios	Aparelhos de recepçãorecep	Tendência dos negócios	Outros produtos químicos
Tendência dos negócios	Artigos de borracha	Tendência dos negócios	Outros veículos automotores
Tendência dos negócios	Caminhões e ônibus	Tendência dos negócios	Papel, cartolina e outros
Tendência dos negócios	Celulose e outras pastas	Tendência dos negócios	Plástico
Tendência dos negócios	Derivados de petróleo	Tendência dos negócios	Produtos cerâmicos
Tendência dos negócios	Papel, cartolina e outros	Tendência dos negócios	Produtos químicos orgânicos
Tendência dos negócios	Eletrodomésticos	Tendência dos negócios	Equipamentos de energia
Tendência dos negócios	Embalagens de papel e cartolina	Tendência dos negócios	Resinas e elastômeros
Tendência dos negócios	Produtos farmacêuticos	Tendência dos negócios	Siderurgia
Tendência dos negócios	Máquinas para extração	Tendência dos negócios	Têxtil
Tendência dos negócios	Metais não-ferrosos	Tendência dos negócios	Tintas, vernizes e outros
Tendência dos negócios	Outras máquinas e equipamentos	Tendência dos negócios	Tratores, máquinas e outros
Tendência dos negócios	Outros produtos de metal	Tendência dos negócios	Vidro e produtos de vidro
Séries do Grupo 3 - com correlação acima de 0,7 no lag 0 sem ajuste sazonal			
Variável	Grupo industrial	Variável	Grupo industrial
Situação atual dos negócios	Peças e acessórios para veículos	Demanda interna	Artigos de borracha
Situação atual dos negócios	Artigos de borracha	Demanda interna	Caminhões e ônibus
Situação atual dos negócios	Caminhões e ônibus	Demanda interna	Outros produtos de metal
Situação atual dos negócios	Embalagens de papel e cartolina	Demanda interna	Outros produtos de metal
Situação atual dos negócios	Outros produtos de metal	Demanda interna	Outros produtos de metal
Situação atual dos negócios	Outros veículos automotores	Demanda interna	Outros produtos de metal
Situação atual dos negócios	Resinas e elastômeros	Demanda interna	Outros veículos automotores
Situação atual dos negócios	Siderurgia	Demanda interna	Resinas e elastômeros
Situação atual dos negócios	Tratores, máquinas e outros	Demanda interna	Siderurgia
Demanda interna	Peças e acessórios para veículos	Demanda interna	Têxtil
Séries do Grupo 4 - com correlação acima de 0,7 no lag 1 sem ajuste sazonal			
Variável	Grupo industrial	Variável	Grupo industrial
Tendência dos negócios	Peças e acessórios para veículos	Tendência dos negócios	Outros veículos automotores
Tendência dos negócios	Artigos de borracha	Tendência dos negócios	Plástico
Tendência dos negócios	Caminhões e ônibus	Tendência dos negócios	Equipamentos de energia
Tendência dos negócios	Embalagens de papel e cartolina	Tendência dos negócios	Siderurgia
Tendência dos negócios	Outros produtos de metal	Tendência dos negócios	Têxtil
Tendência dos negócios	Outros produtos de metal	Tendência dos negócios	Tintas, vernizes e outros
Tendência dos negócios	Outros produtos de metal	Tendência dos negócios	Tratores, máquinas e outros

Tabela 16 – Descrição das variáveis dos grupos industriais utilizados na análise de componentes principais - Grupo 5

Séries do Grupo 5 - com correlação acima de 0,6 no lag 0 com ajuste sazonal			
Variável	Grupo industrial	Variável	Grupo industrial
Situação atual dos negócios	Peças e acessórios para veículos	Demanda interna	Metais não-ferrosos
Situação atual dos negócios	Artigos de borracha	Demanda interna	Outras máquinas e equipamentos
Situação atual dos negócios	Caminhões e ônibus	Demanda interna	Outros produtos de metal
Situação atual dos negócios	Celulose e outras pastas	Demanda interna	Outros produtos de metal
Situação atual dos negócios	Derivados de petróleo	Demanda interna	Outros produtos de metalal
Situação atual dos negócios	Embalagens de papel e cartolina	Demanda interna	Outros veículos automotores
Situação atual dos negócios	Equipamentos de informática	Demanda interna	Papel, cartolina e outros
Situação atual dos negócios	Artigos de madeira	Demanda interna	Plástico
Situação atual dos negócios	Máquinas para extração	Demanda interna	Produtos cerâmicos
Situação atual dos negócios	Metais não-ferrosos	Demanda interna	Produtos químicos orgânicos
Situação atual dos negócios	Outras máquinas e equipamentos	Demanda interna	Equipamentos de energia
Situação atual dos negócios	Outros produtos de metal	Demanda interna	Resinas e elastômeros
Situação atual dos negócios	Outros produtos de metal	Demanda interna	Siderurgia
Situação atual dos negócios	Outros produtos de metalal	Demanda interna	Têxtil
Situação atual dos negócios	Outros produtos químicos	Demanda interna	Tintas, vernizes e outros
Situação atual dos negócios	Outros veículos automotores	Demanda interna	Tratores, máquinas e outros
Situação atual dos negócios	Papel, cartolina e outros	Demanda interna	Vidro e produtos de vidro
Situação atual dos negócios	Plástico	Emprego prevista	Peças e acessórios para veículos
Situação atual dos negócios	Produtos químicos inorgânicos	Emprego prevista	Caminhões e ônibus
Situação atual dos negócios	Produtos químicos orgânicos	Emprego prevista	Outras máquinas e equipamentos
Situação atual dos negócios	Equipamentos de energia	Emprego prevista	Outros produtos de metal
Situação atual dos negócios	Resinas e elastômeros	Emprego prevista	Outros produtos de metal
Situação atual dos negócios	Siderurgia	Emprego prevista	Outros produtos de metalal
Situação atual dos negócios	Têxtil	Emprego prevista	Outros veículos automotores
Situação atual dos negócios	Tintas, vernizes e outros	Emprego prevista	Equipamentos de energia
Situação atual dos negócios	Tratores, máquinas e outros	Emprego prevista	Siderurgia
Situação atual dos negócios	Vidro e produtos de vidro	Emprego prevista	Tratores, máquinas e outros
Demanda interna	Peças e acessórios para veículos	Nível de estoques	Artigos de borracha
Demanda interna	Aparelhos de recepção	Nível de estoques	Caminhões e ônibus
Demanda interna	Artigos de borracha	Nível de estoques	Outros produtos de metalal
Demanda interna	Caminhões e ônibus	Nível de estoques	Têxtil
Demanda interna	Artigos de cutelaria	NUCI	Artigos de borracha
Demanda interna	Embalagens de papel e cartolina	NUCI	Metais não-ferrosos
Demanda interna	Máquinas para extração	NUCI	Siderurgia

Tabela 17 – Descrição das variáveis dos grupos industriais utilizados na análise de componentes principais - Grupos 6, 7 e 8

Séries do Grupo 6 - com correlação acima de 0,6 no lag 1 com ajuste sazonal			
Variável	Grupo industrial	Variável	Grupo industrial
Produção prevista	Derivados de petróleo	Tendência dos negócios	Outras máquinas e equipamentos
Produção prevista	Máquinas para extração	Tendência dos negócios	Outros produtos de metal
Produção prevista	Outras máquinas e equipamentos	Tendência dos negócios	Outros produtos de metal
Produção prevista	Outros veículos automotores	Tendência dos negócios	Outros produtos de metalal
Produção prevista	Equipamentos de energia	Tendência dos negócios	Outros produtos químicos
Produção prevista	Têxtil	Tendência dos negócios	Outros veículos automotores
Tendência dos negócios	Peças e acessórios para veículos	Tendência dos negócios	Papel, cartolina e outros
Tendência dos negócios	Aparelhos de recepção	Tendência dos negócios	Plástico
Tendência dos negócios	Aparelhos de recepçãorecep	Tendência dos negócios	Produtos cerâmicos
Tendência dos negócios	Artigos de borracha	Tendência dos negócios	Produtos químicos inorgânicos
Tendência dos negócios	Caminhões e ônibus	Tendência dos negócios	Produtos químicos orgânicos
Tendência dos negócios	Celulose e outras pastas	Tendência dos negócios	Equipamentos de energia
Tendência dos negócios	Derivados de petróleo	Tendência dos negócios	Resinas e elastômeros
Tendência dos negócios	Papel, cartolina e outros	Tendência dos negócios	Siderurgia
Tendência dos negócios	Eletrodomésticos	Tendência dos negócios	Têxtil
Tendência dos negócios	Embalagens de papel e cartolina	Tendência dos negócios	Tintas, vernizes e outros
Tendência dos negócios	Produtos farmacêuticasa	Tendência dos negócios	Tratores, máquinas e outros
Tendência dos negócios	Máquinas para extração	Tendência dos negócios	Vidro e produtos de vidro
Tendência dos negócios	Metais não-ferrosos		
Séries do Grupo 7 - com correlação acima de 0,7 no lag 0 com ajuste sazonal			
Variável	Grupo industrial	Variável	Grupo industrial
Situação atual dos negócios	Peças e acessórios para veículos	Demanda interna	Caminhões e ônibus
Situação atual dos negócios	Artigos de borracha	Demanda interna	Embalagens de papel e cartolina
Situação atual dos negócios	Caminhões e ônibus	Demanda interna	Metais não-ferrosos
Situação atual dos negócios	Embalagens de papel e cartolina	Demanda interna	Outros produtos de metal
Situação atual dos negócios	Outros produtos de metalal	Demanda interna	Outros produtos de metal
Situação atual dos negócios	Outros veículos automotores	Demanda interna	Outros produtos de metalal
Situação atual dos negócios	Papel, cartolina e outros	Demanda interna	Outros veículos automotores
Situação atual dos negócios	Resinas e elastômeros	Demanda interna	Resinas e elastômeros
Situação atual dos negócios	Siderurgia	Demanda interna	Siderurgia
Situação atual dos negócios	Tratores, máquinas e outros	Demanda interna	Têxtil
Demanda interna	Peças e acessórios para veículos	Emprego prevista	Peças e acessórios para veículos
Demanda interna	Artigos de borracha	Emprego prevista	Siderurgia
Séries do Grupo 8 - com correlação acima de 0,7 no lag 1 com ajuste sazonal			
Variável	Grupo industrial	Variável	Grupo industrial
Tendência dos negócios	Peças e acessórios para veículos	Tendência dos negócios	Outros veículos automotores
Tendência dos negócios	Artigos de borracha	Tendência dos negócios	Plástico
Tendência dos negócios	Caminhões e ônibus	Tendência dos negócios	Equipamentos de energia
Tendência dos negócios	Embalagens de papel e cartolina	Tendência dos negócios	Siderurgia
Tendência dos negócios	Metais não-ferrosos	Tendência dos negócios	Têxtil
Tendência dos negócios	Outros produtos de metal	Tendência dos negócios	Tintas, vernizes e outros
Tendência dos negócios	Outros produtos de metal	Tendência dos negócios	Tratores, máquinas e outros
Tendência dos negócios	Outros produtos de metalal		

Tabela 18 – Testes de raiz unitária

Null Hypothesis: Unit root (individual unit root process)		Sample:	
2006M01 2017M12			
Exogenous variables: Individual effects			
Methods: ADF - Fisher Chi-square and ADF - Choi Z-stat		Statistic	Prob.**
** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi		2746.72	0.0000
-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.		-414551	0.0000
Intermediate ADF test results			
Variável	Grupo industrial	Prob.	
Situação atual dos negócios	Peças e acessórios para veículos	0.0152	
Situação atual dos negócios	Artigos de borracha	0.0018	
Situação atual dos negócios	Caminhões e ônibus	0.1257	
Situação atual dos negócios	Celulose e outras pastas	0.0065	
Situação atual dos negócios	Derivados de petróleo	0	
Situação atual dos negócios	Embalagens de papel	0.003	
Situação atual dos negócios	Equipamentos de informática	0	
Situação atual dos negócios	Artigos de madeira	0.0002	
Situação atual dos negócios	Máquinas para extração	0.0084	
Situação atual dos negócios	Metais não-ferrosos	0.0008	
Situação atual dos negócios	Outras máquinas e equipamentos	0.0005	
Situação atual dos negócios	Outros produtos de metal	0.0047	
Situação atual dos negócios	Outros produtos de metalal	0.0589	
Situação atual dos negócios	Outros produtos químicos	0	
Situação atual dos negócios	Outros veículos automotores	0.0432	
Situação atual dos negócios	Papel, cartolina e outros	0.0004	
Situação atual dos negócios	Plástico	0.0675	
Situação atual dos negócios	Produtos químicos inorgânicos	0.0002	
Situação atual dos negócios	Produtos químicos orgânicos	0.0009	
Situação atual dos negócios	Equipamentos de energia	0.0177	
Situação atual dos negócios	Resinas e elastômeros	0.0002	
Situação atual dos negócios	Siderurgia	0.0054	
Situação atual dos negócios	Têxtil	0.0119	
Situação atual dos negócios	Tratores, máquinas e outros	0.0534	
Situação atual dos negócios	Vidro e produtos de vidro	0.002	
Demanda interna	Peças e acessórios para veículos	0.0042	
Demanda interna	Aparelhos de recepção	0.0002	
Demanda interna	Artigos de borracha	0.0002	
Demanda interna	Caminhões e ônibus	0.059	
Demanda interna	Artigos de cutelaria	0	
Demanda interna	Embalagens de papel	0.0036	
Demanda interna	Máquinas para extração	0.0005	
Demanda interna	Metais não-ferrosos	0	
Demanda interna	Outras máquinas e equipamentos	0.0001	
Demanda interna	Outros produtos de metal	0.0071	
Demanda interna	Outros produtos de metalal	0.0193	
Demanda interna	Outros veículos automotores	0.0779	
Demanda interna	Plástico	0.0336	
Demanda interna	Produtos cerâmicos	0.0004	
Demanda interna	Produtos químicos orgânicos	0.0001	
Demanda interna	Equipamentos de energia	0.0013	
Demanda interna	Resinas e elastômeros	0.0001	
Demanda interna	Siderurgia	0.0177	
Demanda interna	Têxtil	0.0102	
Demanda interna	Tratores, máquinas e outros	0.0141	
Demanda interna	Vidro e produtos de vidro	0.002	
Emprego prevista	Peças e acessórios para veículos	0.0004	
Emprego prevista	Caminhões e ônibus	0.0009	

Variável	Grupo industrial	Prob.
Emprego prevista	Outras máquinas e equipamentos	0.0001
Emprego prevista	Outros produtos de metal	0.0001
Emprego prevista	Outros veículos automotores	0.0003
Emprego prevista	Equipamentos de energia	0
Emprego prevista	Siderurgia	0.0018
Nível de estoques	Artigos de borracha	0
Nível de estoques	Caminhões e ônibus	0.0005
Nível de estoques	Outros produtos de metalal	0.0001
NUCI	Artigos de borracha	0.0141
NUCI	Metais não-ferrosos	0.0013
NUCI	Siderurgia	0.3714
Situação atual dos negócios	Tintas, vernizes e outros	0.0013
Demanda interna	Papel, cartolina e outros	0
Demanda interna	Tintas, vernizes e outros	0
Emprego prevista	Outros produtos de metalal	0.0001
Emprego prevista	Tratores, máquinas e outros	0.0002
Nível de estoques	Têxtil	0.015
NUCI	Siderurgia	0.3782
Produção prevista	Derivados de petróleo	0
Produção prevista	Máquinas para extração	0
Produção prevista	Outras máquinas e equipamentos	0
Produção prevista	Outros veículos automotores	0.0001
Produção prevista	Equipamentos de energia	0
Produção prevista	Têxtil	0
Tendência dos negócios	Peças e acessórios para veículos	0.029
Tendência dos negócios	Aparelhos de recepção	0.0035
Tendência dos negócios	Aparelhos de recepçãorecep	0.0024
Tendência dos negócios	Artigos de borracha	0.0001
Tendência dos negócios	Caminhões e ônibus	0.0395
Tendência dos negócios	Celulose e outras pastas	0.0001
Tendência dos negócios	Derivados de petróleo	0.0043
Tendência dos negócios	Papel, cartolina e outros	0.0004
Tendência dos negócios	Eletrodomésticos	0
Tendência dos negócios	Embalagens de papel	0.0014
Tendência dos negócios	Produtos farmacêuticosa	0
Tendência dos negócios	Máquinas para extração	0.0002
Tendência dos negócios	Metais não-ferrosos	0.0016
Tendência dos negócios	Outras máquinas e equipamentos	0
Tendência dos negócios	Outros produtos de metal	0.0091
Tendência dos negócios	Outros produtos de metalal	0.0279
Tendência dos negócios	Outros produtos químicos	0
Tendência dos negócios	Outros veículos automotores	0.0001
Tendência dos negócios	Papel, cartolina e outros	0.0006
Tendência dos negócios	Plástico	0.1766
Tendência dos negócios	Produtos cerâmicos	0.0023
Tendência dos negócios	Produtos químicos inorgânicos	0.0001
Tendência dos negócios	Produtos químicos orgânicos	0
Tendência dos negócios	Equipamentos de energia	0.0053
Tendência dos negócios	Resinas e elastômeros	0
Tendência dos negócios	Siderurgia	0.1081
Tendência dos negócios	Têxtil	0.0421
Tendência dos negócios	Tintas, vernizes e outros	0.0648
Tendência dos negócios	Tratores, máquinas e outros	0.0258
Tendência dos negócios	Vidro e produtos de vidro	0.0012

Tabela 19 – Tabela 8 completa – Variável dependente: Produção industrial (pimpf)

Regressores	sondagem em (t-1)			sondagem em (t)			modelo 1 + INA	modelo 6 + INA
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6	Modelo 7	Modelo 8
tn6				0.26*** (0.06)				
tn6(-1)	0.2*** (0.04)						0.26*** (0.04)	
pca_grupo7					0.82*** (0.08)			
pca_grupo7(-1)		0.79*** (0.07)						
pca_grupo8						0.93*** (0.05)		0.95*** (0.05)
pca_grupo8(-1)			0.94*** (0.1)					
du-du(-12)	1.58*** (0.19)	1.54*** (0.18)	1.5*** (0.17)	1.5*** (0.18)	1.47*** (0.16)	1.4*** (0.16)	1.32*** (0.14)	1.11*** (0.13)
ina_metal(-1)							0.08*** (0.01)	0.11*** (0.01)
c	-19.48*** (3.6)	-0.53*** (0.14)	-0.5*** (0.14)	-2.59*** (5.71)	-0.52*** (0.1)	-0.45*** (0.08)	-26.45*** (3.51)	0 (1.1)
ar(1)		-0.64*** (0.19)	-0.35 (0.3)	-0.78*** (0.21)	-0.16 (0.28)	-0.45 (0.31)	0.1 (0.16)	-0.51*** (0.07)
ar(2)		1.27*** (0.13)	1.13*** (0.34)	0.27 (0.24)	0.64*** (0.18)	0.38 (0.29)	0.74*** (0.11)	0.45*** (0.08)
ar(3)		1.74*** (0.31)	1.14*** (0.41)	0.54*** (0.17)	0.77*** (0.26)	0.87*** (0.14)	0.55*** (0.12)	0.85*** (0.07)
ar(4)		-0.35 (0.31)	-0.63 (0.58)	-0.13 (0.25)	0.08 (0.35)	0.65** (0.3)	-0.52*** (0.15)	
ar(5)		-2.01*** (0.28)	-1.32*** (0.48)	-0.51** (0.2)	0.14 (0.21)	0.03 (0.35)		
ar(6)		-1** (0.39)	-0.17 (0.52)	-0.22 (0.25)	-0.32** (0.16)	-0.62** (0.27)		
ar(7)		1.2*** (0.2)	1.14** (0.47)	0.27 (0.22)	-0.4** (0.16)	-0.62*** (0.18)		
ar(8)		1.44*** (0.31)	0.59 (0.38)	0.06 (0.24)		0.12 (0.28)		
ar(9)		-0.15 (0.21)	-0.49 (0.38)	-0.46* (0.24)		0.25 (0.18)		
ar(10)		-0.85*** (0.13)	-0.42* (0.24)	-0.21 (0.2)		0.28** (0.14)		
ar(11)		-0.06 (0.18)	0.06 (0.22)	0.43** (0.18)		-0.04 (0.12)		
ar(12)			-0.07 (0.17)			-0.38*** (0.11)		
ma(1)	0.76 (15.39)	1.29 (1.15)	1.05 (3.31)	1.52*** (0.56)	0.79 (35.6)	0.98 (23.78)	0.62 (108.05)	0.79 (21.52)
ma(2)	0.81 (19.78)	-0.46 (3.16)	-0.42 (3.2)	1 (0.94)	-0.07 (116.71)	0.28 (34.21)	-0.36 (50.06)	-0.28 (38.78)
ma(3)	0.77 (20.41)	-1.96 (1.66)	-1.4 (1.72)	0.63 (1.1)	-0.62 (143.88)	-0.45 (41.5)	-0.43 (90.27)	-0.7 (37.16)
ma(4)	0.66 (19.28)	-0.88 (2.59)	-0.38 (2.12)	0.9 (1.42)	-0.61 (123.41)	-1.01 (57.49)	0.15 (73.87)	-0.05 (9.29)
ma(5)	0.67 (18.31)	1.3 (2.96)	0.91 (6.46)	1.18 (0.73)	-0.95 (248.07)	-0.98 (70.36)	-0.2 (80.6)	-0.32 (21.08)
ma(6)	0.7 (15.33)	1.71 (2.46)	0.62 (5.94)	1.05 (0.85)	-0.49 (146.15)	-0.27 (27.68)	-0.24 (116.84)	-0.45 (34.38)
ma(7)	0.67 (22.57)	0.06 (2.51)	-0.68 (3.44)	0.68 (1.29)	0.19 (78.52)	0.44 (47.6)	0.19 (137.65)	-0.07 (18.09)
ma(8)	0.84 (25.93)	-1.22 (2.28)	-0.7 (5.61)	0.73 (1.3)	-0.04 (22.94)		0 (9.86)	0.27 (43.78)
ma(9)	0.76 (20.67)	-0.84 (1.58)		1.35 (1.69)	0.25 (184.67)		0.02 (53.7)	0.27 (46.57)
ma(10)	0.77 (19.2)			1.38 (1.26)	0.61 (333.59)		0.09 (92.24)	0.41 (68.9)
ma(11)	0.68 (13.11)			0.38 (0.32)	0.34 (184.5)		-0.19 (172.89)	0.43 (63.69)
ma(12)	-0.27 (6.27)				-0.4 (271.68)		-0.65 (742.25)	
sigmasq	4.28 (163.61)	4.15 (8.74)	3.89 (2.12)	4.26 (3.19)	3.41 (369.57)	3.97 (51.15)	3.09 (72.32)	3.08 (93.69)
R ²	0.92441	0.926694	0.931339	0.924708	0.92752	0.92985	0.94545	0.94564
Akaike info criterion	4.74183	4.75464	4.69211	4.82907	4.59100	4.69564	4.41772	4.35194
Schwarz criterion	5.09126	5.27878	5.21625	5.39690	5.09331	5.19795	4.87635	4.76689
Durbin-Watson	2.01	1.98	1.98	1.98	1.96	1.96	1.98	2.01
n	132	132	132	132	132	132	132	132
EQM de previsão	4.53	7.39	6.57	4.56	3.55	2.96	3.72	3.45

Tabela 20 – Tabela 9 completa – Variável dependente: Produção industrial (pimpf)

	modelo 7 + Anfavea	modelo 8 + Anfavea	modelo 9 + ABPO + ABCR	modelo 10 + ABPO + ABCR
Regressores	Modelo 9	Modelo 10	Modelo 11	Modelo 12
tn6(-1)	0.31*** (0.03)		0.18*** (0.04)	
pca_grupo8		0.67*** (0.03)		0.42*** (0.08)
du-du(-12)	1.28*** (0.19)	1.05*** (0.15)	0.16 (0.17)	0.18 (0.16)
ina_metal(-1)	0.06*** (0.01)	0.06*** (0.01)	0.05*** (0.01)	0.06*** (0.01)
abcr_pesados			0.41*** (0.06)	0.39*** (0.06)
abpo			0.22*** (0.05)	0.21*** (0.05)
anfavea	0.05*** (0.01)	0.06*** (0.01)	0.03*** (0.01)	0.03*** (0.01)
c	-30.45*** (3.38)	-0.75*** (0.03)	-19.02** (3.67)	-1.45** (0.65)
ar(1)	-0.68*** (0.12)	0.08 (0.22)	-1.14*** (0.1)	-0.73*** (0.1)
ar(2)	-0.48*** (0.14)	0.97*** (0.22)	0.15 (0.11)	0.32** (0.16)
ar(3)		0.34 (0.3)	1.07*** (0.11)	0.74*** (0.11)
ar(4)		-0.28 (0.31)	0.4*** (0.11)	
ar(5)		0.14 (0.28)		
ar(6)		-0.06 (0.31)		
ar(7)		-0.53* (0.27)		
ar(8)		-0.28 (0.26)		
ar(9)		0.27 (0.19)		
ar(10)		0.38** (0.16)		
ar(11)		0.16 (0.12)		
ar(12)		-0.43*** (0.12)		
ma(1)	1.32 (21.12)	0.17 (88.82)	1.69 (57.89)	1.26 (5.92)
ma(2)	1.54 (61.68)	-0.95 (53.97)	1 (68.34)	0.52 (7.19)
ma(3)	1.57 (83.37)	-0.38 (9.3)		0 (7.5)
ma(4)	1.31 (101.58)	0.05 (9.68)		0.26 (19.96)
ma(5)	1.14 (109.2)	-0.61 (82.55)		
ma(6)	0.83 (85.6)	-0.21 (91.51)		
ma(7)	0.62 (71.97)	0.53 (7.32)		
ma(8)	0.66 (94.04)	0.42 (43.45)		
ma(9)	0.68 (102.39)			
ma(10)	0.73 (130.02)			
ma(11)	0.74 (143.89)			
sigmasq	2.67 (71.41)	2.3 (194.92)	1.85 (63.01)	1.81 (62.86)
R²	0.95278	0.95938	0.96737	0.96794
Akaike info criterion	4.24961	4.17594	3.71072	3.70619
Schwarz criterion	4.66456	4.74376	4.01647	4.03378
Durbin-Watson	1.93	1.92	1.96	1.92
n	132	132	132	132
EQM de previsão	4.27	3.68	2.64	2.08