



**Texto para Discussão 004 | 2023**

***Discussion Paper 004 | 2023***

## **Produtividade do Trabalho Estagnada no Brasil – análise a partir de modelos ARIMA no período 2012/2022**

**João Saboia**

*Professor emérito do Instituto de Economia da UFRJ (IE/UFRJ)*

**Susan Schommer**

*Professora adjunta do Instituto de Economia da UFRJ (IE/UFRJ)*

**Ledson L. G. da Rosa**

*Doutorando do Instituto de Economia da UFRJ (IE/UFRJ)*

This paper can be downloaded without charge from

<https://www.ie.ufrj.br/publicacoes-j/textos-para-discussao.html>

# Produtividade do Trabalho Estagnada no Brasil – análise a partir de modelos ARIMA no período 2012/2022

Fevereiro, 2023

**João Saboia**

*Professor emérito do Instituto de Economia da UFRJ (IE/UFRJ)*

**Susan Schommer**

*Professora adjunta do Instituto de Economia da UFRJ (IE/UFRJ)*

**Ledson L. G. da Rosa**

*Doutorando do Instituto de Economia da UFRJ (IE/UFRJ)*

## Resumo

Após analisar os dados da produtividade do trabalho no Brasil ao longo da última década e identificar um quadro de relativa estagnação, o artigo desagrega as informações dos três grandes setores da economia – agropecuária, indústria e serviços – encontrando comportamentos diferenciados. Em seguida, são estimados modelos ARIMA para dados trimestrais da produtividade em cada um dos três setores e para a economia como um todo. Os resultados mostram uma estrutura relativamente simples para a evolução da variação anual da produtividade, com destaque para modelos MA(1) na agropecuária e indústria e ARMA (2,1) para serviços e o conjunto da economia. No primeiro caso trata-se praticamente de uma série de ruídos brancos em torno de um valor médio, enquanto no segundo há uma estrutura um pouco mais elaborada. No caso do setor de serviços foi estimada uma constante negativa no modelo ARIMA sugerindo a existência de uma tendência negativa para a evolução da produtividade no período. Por causa do forte aumento seguido de queda das séries de produtividade durante a pandemia da COVID-19, foi testada e identificada uma quebra estrutural nos dados na indústria, serviços e no conjunto da economia no final do período, sendo incluídas nos modelos variáveis dummy para darem conta de tais mudanças.

## **Abstract**

After analyzing productivity data in Brazil over the last decade and identifying a situation of relative stagnation, the article disaggregates information on the three major sectors of the economy – agriculture and livestock; industry; and services – finding different behaviors. Next, ARIMA models are estimated for quarterly productivity data in each of the three sectors and for the economy as a whole. The results show a relatively simple structure for the evolution of the annual variation in productivity, with emphasis on MA(1) models in agriculture and industry and ARMA (2,1) for services and the economy as a whole. In the first case it is almost a series of white noises around an average value, while in the second there is a slightly more elaborate structure. In the case of the services sector, a negative constant was estimated in the ARIMA model, suggesting the existence of a negative trend for the evolution of productivity in the period. Due to the sharp rise followed by a fall in the productivity series during the COVID-19 pandemic, a structural break in the data for industry, services, and the economy as a whole at the end of the period was tested and identified, and dummy variables were included in the models to take account of such changes.

**Palavras-chave:** produtividade; produtividade do trabalho; modelos ARIMA.

**Key words:** productivity; labor productivity; ARIMA models.

**JEL Classification:** C22; E24

# 1 Introdução

A produtividade é uma variável central para o desenvolvimento econômico. É ela que permite a produção maior ou menor de bens e serviços de um país. Dependendo da forma como esses bens são distribuídos na sociedade será possível aumentar a qualidade de vida da população a partir do aumento da produtividade.

Há várias alternativas para se medir a produtividade de um país. O conceito mais utilizado é a chamada produtividade do trabalho, que pode ser medida pelo valor adicionado por trabalhador ou por hora trabalhada. A segunda forma é mais precisa do que a primeira, uma vez que a jornada de trabalho tem se reduzido no longo prazo, ao mesmo tempo em que a conjuntura econômica pode aumentar ou diminuir as horas trabalhadas no curto prazo. No caso da produtividade por hora trabalhada há ainda a possibilidade de se considerar horas habituais ou horas efetivas, sendo essa última mais precisa ao considerar exatamente o número de horas trabalhadas na produção.

O crescimento simultâneo do valor adicionado e do emprego são dois objetivos centrais para o desenvolvimento de um país. No primeiro caso, pela disponibilização para a sociedade de uma maior quantidade de bens e serviços. No segundo, pela incorporação de um maior número de pessoas ao mercado de trabalho reduzindo o desemprego.

O valor adicionado faz parte do numerador da expressão da produtividade do trabalho, enquanto o volume de emprego (ou as horas trabalhadas) representa o denominador. Portanto, para que a produtividade aumente é preciso que o valor adicionado cresça mais rapidamente do que o número de pessoas ocupadas (ou as horas trabalhadas). Ou, eventualmente, numa conjuntura recessiva, que o valor adicionado caia menos que o emprego. Portanto, não há uma contradição entre os objetivos de crescimento simultâneo da produtividade e do emprego.

Em livro relativamente recente, Bonelli, Veloso e Castelar (2017) desenvolvem uma discussão abordando vários aspectos da questão da produtividade no Brasil. O texto conta com a participação de cerca de duas dezenas de especialistas e é dividido em duas partes. A primeira é bem ampla, discutindo desde formas de identificação do problema, mensuração da produtividade, sua evolução, além de comparações internacionais. Na

segunda, há uma discussão mais propositiva com sugestões de política econômica para elevar o crescimento da produtividade no país.

Vários estudos discutiram o baixo crescimento da produtividade no país a partir dos anos 1980. Entre eles podem ser mencionados Bonelli e Bacha (2013), Barbosa Filho e Pessoa (2014), além do livro organizado por Bonelli, Veloso e Castelar mencionado acima.

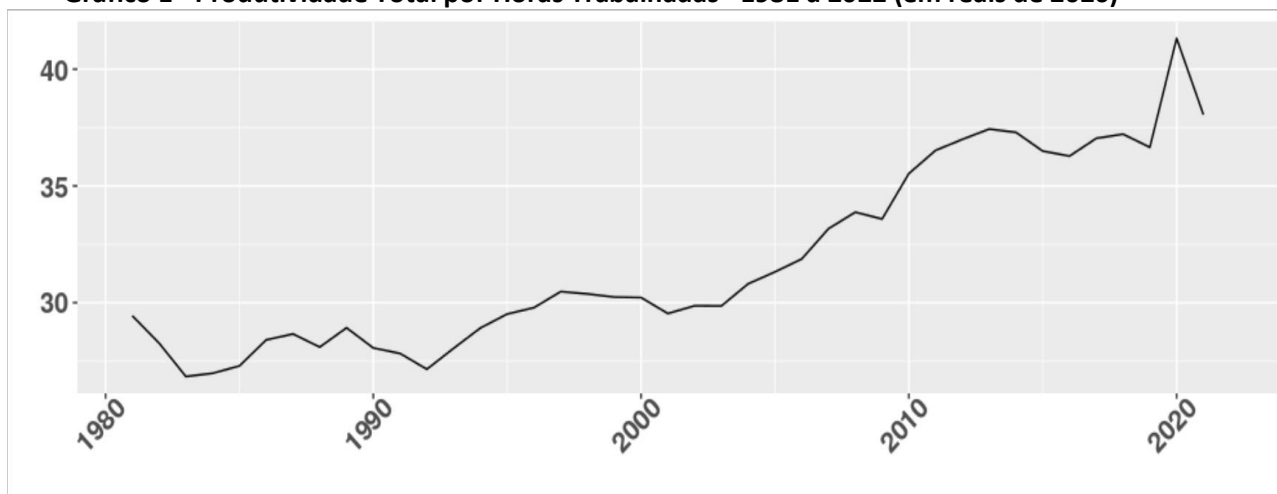
Sobre comparações internacionais mostrando o atraso relativo da produtividade brasileira relativamente a outros países ver Gomes, Pessoa e Veloso (2003), Ferreira e Veloso (2013), Bonelli e Fontes (2013) e Veloso, Matos, Ferreira e Coelho (2017).

Entre os textos recentes discutindo a evolução da produtividade durante o período da Covid 19 podem ser mencionados Veloso, Matos, Barbosa Filho e Peruchetti (2022) e Saboia, Rosa, Villacorta e Soares (2022)

A produtividade do trabalho no Brasil cresceu muito pouco nas últimas décadas. Segundo dados do Observatório da Produtividade Regis Bonelli, a taxa de crescimento da produtividade por hora trabalhada foi de 0,9% ao ano entre 1995 e 2021. Na indústria houve redução média anual de 0,2%, enquanto nos serviços cresceu 0,4% ao ano. Apenas na agropecuária houve aumento sustentado de 5,6% ao ano.

O Gráfico 1 apresenta a evolução da produtividade do trabalho por hora trabalhada no período de 1980 a 2021. Apenas entre 2004 e 2013 o crescimento foi um pouco mais favorável. Desde então ela permaneceu estagnada, com exceção de 2020, por conta das transformações ocorridas na economia com a pandemia. Em 2021, entretanto, ela já havia praticamente voltado para o nível pré-Covid.

**Gráfico 1 - Produtividade Total por Horas Trabalhadas - 1981 a 2022 (em reais de 2020)**



Fonte: Observatório da Produtividade Regis Bonelli (2023).

Além da evolução registrada no país, outra questão central é a comparação com os níveis de produtividade de outros países conforme acima mencionado. Esse tipo de comparação é muito desfavorável ao Brasil. Segundo o ranking da World Population Review de 2022, o Brasil aparece em 57º lugar numa lista de 62 países, atrás da Argentina, México, Uruguai, Chile, Colômbia, Peru e Equador. Por outro lado, a produtividade do trabalho dos países mais desenvolvidos é muito maior que a brasileira – Noruega (7 vezes); Estados Unidos (6,2); França (5,5); Alemanha (5,3).

O principal objetivo deste artigo é analisar a evolução dos dados da produtividade no Brasil a partir de 2012, período em que há séries trimestrais comparáveis. A construção dessas séries pelo Observatório da Produtividade Regis Bonelli foi possibilitada pela criação da PNAD Contínua implantada no país pelo IBGE em 2012. Antes dessa data os dados de produtividade eram anuais como ilustrado pelo Gráfico 1. Além dos dados brutos de produtividade serão também explorados dados dos três grandes setores da economia – agropecuária, indústria e serviços. Na próxima seção faremos uma análise quantitativa da evolução da produtividade setorial no período 2012/2022.

A seção 3 está voltada para a modelagem estatística da produtividade. Serão estimados modelos ARIMA para as séries de dados da produtividade e discutida a quebra estrutural das respectivas séries. Os modelos ARIMA são utilizados principalmente para previsão.

Mas há vários artigos voltados também para a modelagem estatística das séries e identificação de suas características. Saboia (1977), Fredo e Margarido (2008), Chung e Chan (2009) e Marti (2013) são alguns exemplos. Como será visto adiante os modelos ARIMA identificados no artigo mostram com clareza a diferenciação de resultados entre os três setores da economia, inclusive com a estimativa de uma constante negativa no setor de serviços, positiva para a agropecuária e variáveis dummy distintas para dar conta do período da pandemia. Não é objetivo deste artigo procurar as causas para a estagnação da produtividade no período analisado, mas simplesmente verificar a contribuição dos diferentes setores para essa estagnação.

A escolha da produtividade por horas efetivamente trabalhadas se deve a representar uma medida que reflete melhor os movimentos do mercado de trabalho. A alternativa de mensuração da produtividade por pessoal ocupado ou por horas habitualmente trabalhadas tem a desvantagem de não levar em consideração eventuais reduções da jornada de trabalho a médio/longo prazo ou localizadas em determinados períodos como a ocorrida durante a pandemia da Covid 19.

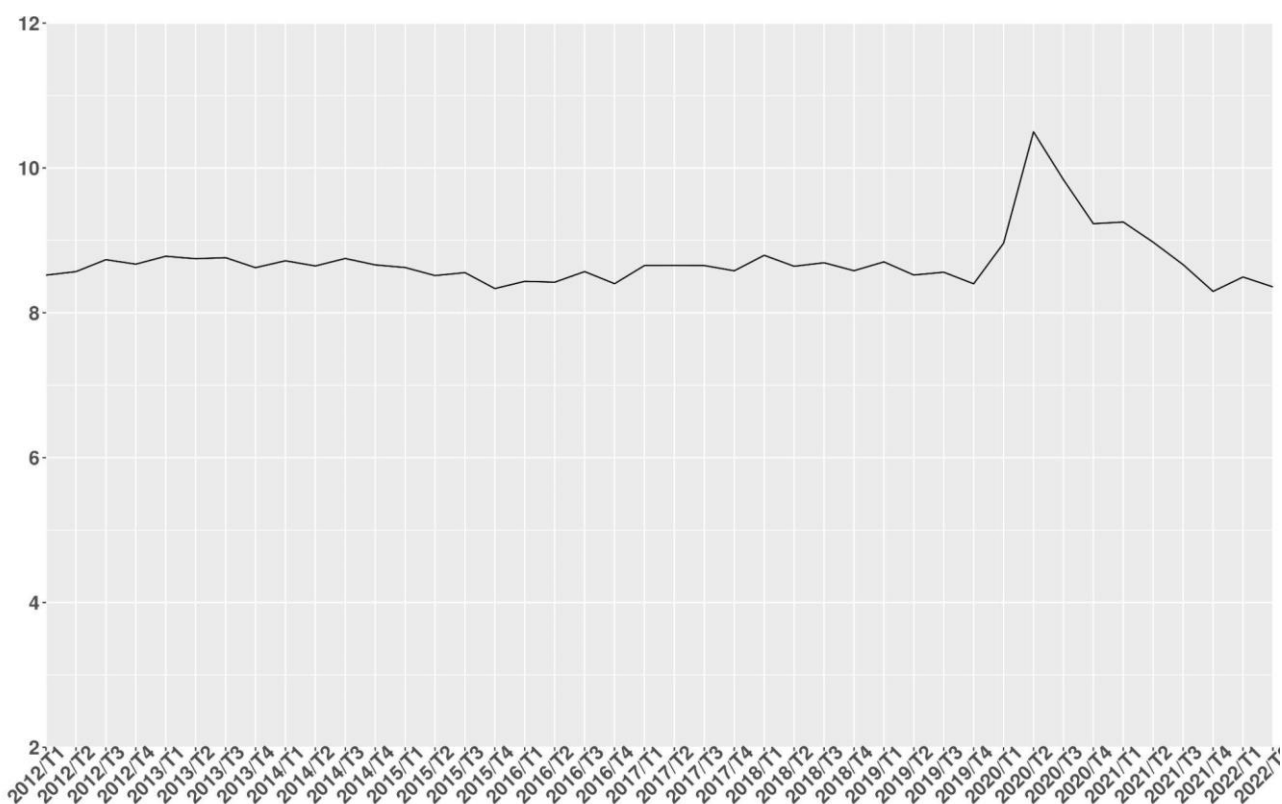
Finalmente, serão apresentadas as principais conclusões do estudo.

## **2 Análise preliminar das séries de dados da produtividade do trabalho**

O Gráfico 2 mostra uma estagnação da produtividade trimestral por hora efetivamente trabalhada no período de 2012 a 2019. Apenas em 2020/2021 houve mudança de comportamento da curva. Em 2020, a produtividade por hora trabalhada deu um salto no segundo trimestre, caindo lentamente em seguida até voltar aos níveis anteriores ao início da pandemia no último trimestre de 2021. Em 2022 permaneceu relativamente constante. Esse movimento ocorrido a partir de 2020 foi resultado da queda do nível de emprego mais acentuada do que a redução do valor adicionado no início da pandemia. Além disso, houve forte redução do trabalho em setores de menor produtividade e/ou de maior participação de trabalho informal nos primeiros meses da pandemia, acentuando o crescimento inicial da produtividade em 2020. Com o lento retorno do pessoal

desocupado e dos informais ao mercado de trabalho e consequente recuperação da economia, a produtividade voltou à “normalidade” retornando aos níveis anteriores à pandemia. Cabe observar que como os dados do Gráfico 1 são anuais e do Gráfico 2 são trimestrais, os valores da produtividade apresentados neste último são aproximadamente um quarto dos valores do Gráfico 1.

**Gráfico 2 - Produtividade Total por Hora Efetivamente Trabalhada - 2012/T1 a 2022/T2 (em reais de 2020)**

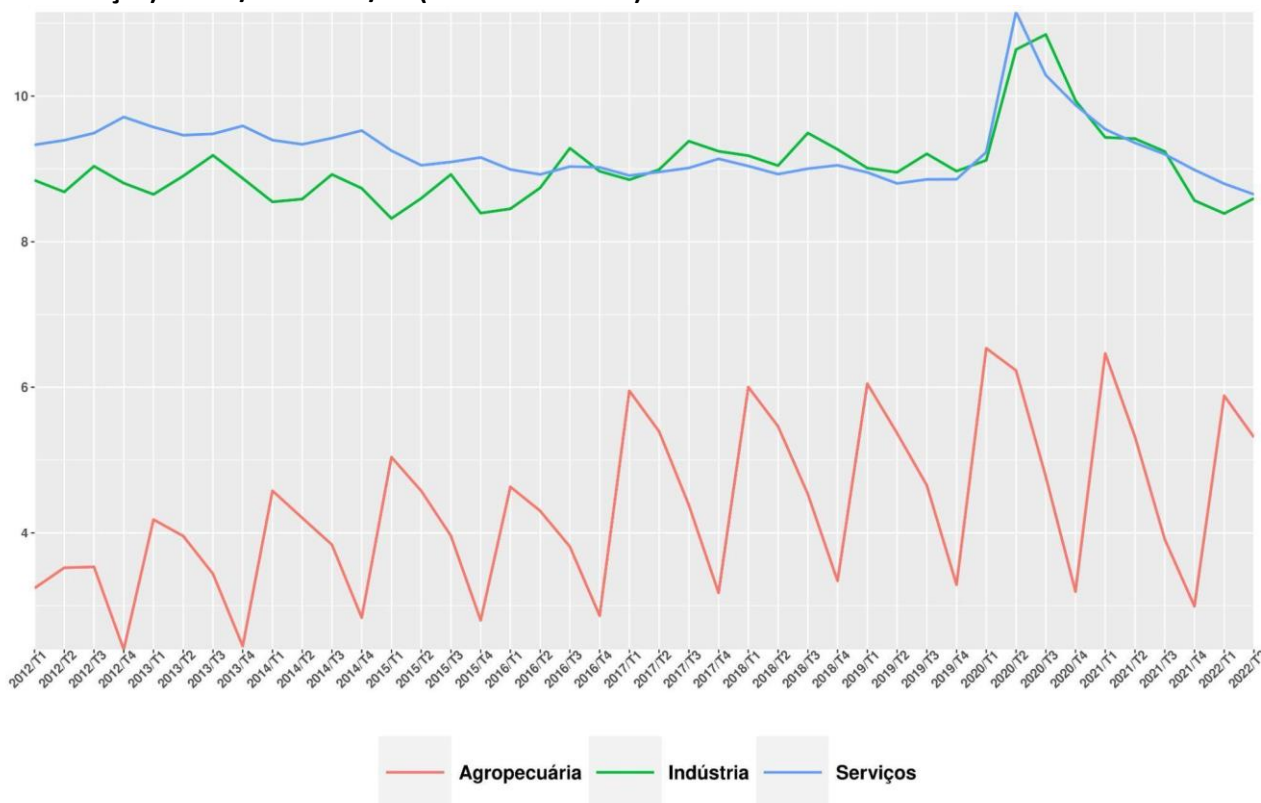


Fonte: Observatório da Produtividade Regis Bonelli (2023).

Os dados de produtividade no Brasil variam bastante dependendo do setor considerado. O Gráfico 3 apresenta os resultados obtidos no período 2012/2022 nos três grandes segmentos da economia – agropecuária; indústria; e serviços.



**Gráfico 3 - Produtividade Setorial por Hora Efetivamente Trabalhada (Agropecuária, Indústria e Serviços) - 2012/T1 a 2022/T2 (em reais de 2020)**



Fonte: Observatório da Produtividade da Produtividade Regis Bonelli (2023).

A comparação entre as séries de dados da produtividade no Brasil em seus principais agrupamentos setoriais apresenta alguns ensinamentos.

Em primeiro lugar, a estagnação da produtividade global no período 2012/2019 mencionada anteriormente deve ser qualificada. Se por um lado, a produtividade na indústria parece apresentar uma leve tendência positiva, por outro, nos serviços, ocorre o contrário, com uma pequena tendência negativa. Já na agropecuária há uma nítida tendência favorável ao crescimento da produtividade.

Além disso, há que se considerar os diferenciais setoriais de produtividades. Os níveis de produtividade são relativamente próximos nos setores da indústria e de serviços. Já na agropecuária, apesar do aumento nos últimos anos, seu nível é bem inferior aos dos demais setores.

Outro ponto que diferencia a produtividade setorial são os efeitos da pandemia sobre seu nível. Se na indústria e nos serviços há um forte aumento da produtividade no início da pandemia em 2020 seguido de retorno aos níveis anteriores nos trimestres subsequentes, na agropecuária os efeitos da pandemia sobre a produtividade parecem ter sido mínimos. O lockdown na agropecuária foi bem menos intenso na agropecuária frente aos demais setores da economia.

Um quarto ponto que diferencia os três segmentos são os efeitos sazonais. Há indiscutíveis variações do nível da produtividade ao longo do ano nos três setores, bem mais fortes no caso da agropecuária. Além disso, os trimestres de valores máximos da produtividade variam consideravelmente. Na agropecuária ocorre no primeiro trimestre do ano, enquanto na indústria está concentrado no terceiro trimestre e nos serviços no último de cada ano. Analogamente, os valores mínimos também se diferenciam: primeiro trimestre na indústria, segundo trimestre em serviços e quarto trimestre na agropecuária.

O fato de os picos e os vales da produtividade setorial ocorrerem em trimestres distintos, faz com que o efeito sazonal da produtividade global da economia não seja tão marcante como no interior dos setores, conforme pode ser constatado pela comparação entre os gráficos.

Na próxima seção serão desenvolvidos os modelos ARIMA para a produtividade por hora efetivamente trabalhada total e setorial.

### 3 Desenvolvimento dos Modelos ARIMA

Nesta seção utilizamos os procedimentos básicos para a estimativa de modelos ARIMA, iniciando com a análise da estacionariedade das séries, seguindo-se a discussão de quebras estruturais e encerrando com a seleção dos modelos e sua estimação.

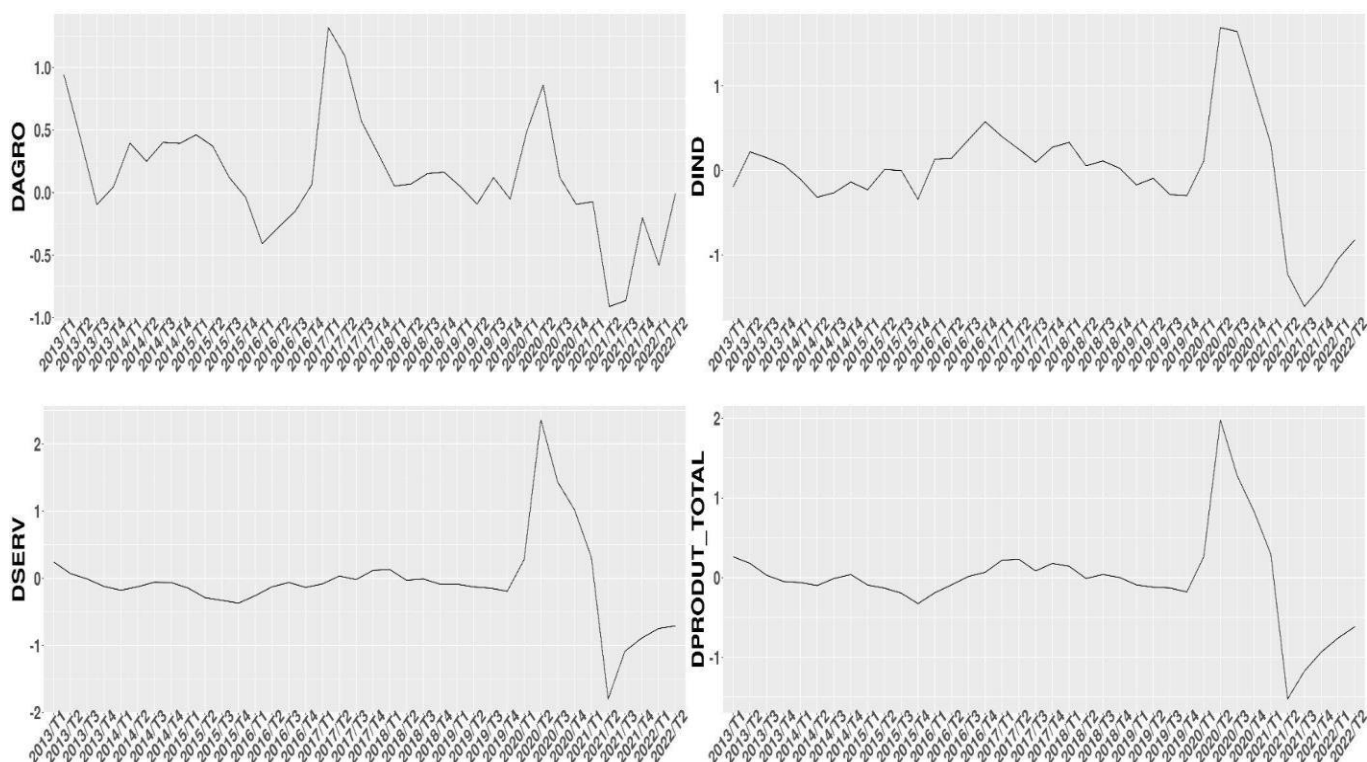
Os modelos ARIMA (p,d,q) a serem estimados neste trabalho são representados por

$$\hat{y}_t = \hat{\alpha} + \sum_{i=1}^p \hat{\phi}_i y_{t-i} + \sum_{j=0}^q \hat{\theta}_{t-j} \varepsilon_{t-j}$$

Em que a variável estimada ( $\hat{y}$ ) possui  $p$  defasagens, assim como  $q$  defasagens dos termos de erro ( $\varepsilon$ ). Apesar da ordem de integração ( $d$ ) definida pelo teste de estacionariedade, as ordens ( $p, q$ ) indicadas por meio da análise visual do teste de Autocorrelação e Autocorrelação Parcial, respectivamente.

Serão analisados modelos para as séries de produtividade total, da agropecuária, da indústria e de serviços. Primeiramente verificou-se se as séries eram ou não estacionárias em nível. Conforme mencionado na seção anterior, a análise visual das séries mostrou um forte comportamento sazonal. Dessa forma, foram testadas também as variáveis em diferença do trimestre contra o mesmo trimestre do ano anterior para tentar eliminar o efeito sazonal, (Ver Gráfico 4).

**Gráfico 4 - Produtividade em diferença, trimestre contra mesmo trimestre do ano anterior - 2012/T1 a 2022/T2 (em reais de 2020)**



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do Observatório da Produtividade Regis Bonelli – Fundação Getúlio Vargas (2023).

Em um primeiro momento foi utilizado o teste *Augmented Dickey-Fuller (ADF)* de estacionariedade para as variáveis em questão. Adicionalmente foi realizado o teste Kwiatkowski–Phillips–Schmidt–Shin (KPSS); tendo por hipótese nula que a série é estacionária em torno de uma tendência determinística.

Os resultados do teste Dickey-Fuller Aumentado (ADF) estão presentes na Tabela 1.

**Tabela 1 - Teste de Raiz Unitária ADF para a análise das séries**

Nível					Diferença Trimestre contra Trimestre do Ano Anterior				
Variável	Defasagem	Estatística	P-Valor	Ordem de Integração	Variável	Defasagem	Estatística	P-Valor	Ordem de Integração
AGRO	3	0,05	0,99	I(1)	DAGRO	3	-4,06	0,02	I(0)
IND	3	-2,19	0,50	I(1)	DIND	3	-4,77	0,01	I(0)
SERV	3	-2,52	0,37	I(1)	DSERV	3	-3,35	0,08	I(1)
TOTAL_PROD	3	-2,65	0,32	I(1)	DTOTAL_PROD	3	-3,76	0,03	I(0)

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do Observatório da Produtividade Regis Bonelli – Fundação Getúlio Vargas (2023).

Todas as séries em nível apresentaram p-valores maiores que o nível de significância ( $\alpha = 0,05$ ). Dessa forma, não se pode rejeitar a hipótese nula de raiz unitária, indicando não-estacionariedade; sendo tais variáveis indicadas como I(1). Ao passo que as variáveis em diferença (trimestre contra mesmo trimestre do ano anterior), somente a variável DSERV possui um p-valor que está acima do nível de significância ( $\alpha = 0,05$ , porém abaixo de  $\alpha = 0,10$ ). As demais possuem p-valores abaixo do nível de significância do teste ADF, rejeitando a hipótese de não estacionariedade; classificadas enquanto I(0).

De forma complementar foi realizado o teste KPSS para as variáveis em nível e em diferença anual. Esse teste tem como hipótese nula estacionariedade da variável em torno de uma tendência determinística. Dessa forma, para as variáveis em nível, tendo em vista um nível de significância de 5%, temos p-valores de quase todas as variáveis menores que 1%, rejeitando a hipótese nula de estacionariedade do teste, ou seja são I(1); tendo como exceção da variável IND que tem um p-valor maior que o nível de significância ( $\alpha = 0,05$ ), indicando ser I(0). Quanto às variáveis em diferença, todas têm um p-valor maior que 5%, levando a não rejeitar a hipótese nula de estacionariedade do teste KPSS.

A partir dos resultados de ambos os testes, as variáveis escolhidas para análise foram as variáveis em diferença (trimestre contra trimestre do ano anterior), já que todas são indicadas como estacionárias e por essa transformação eliminar o componente sazonal.

**Tabela 2 - Teste de Raiz Unitária KPSS para a análise das variáveis**

Nível					Diferença Trimestre contra Trimestre do Ano Anterior				
Variável	Defasagem	Nível KPSS	P-Valor	Ordem de Integração	Variável	Defasagem	Nível KPSS	P-Valor	Ordem de Integração
AGRO	3	1,00	< 0,01	I(1)	DAGRO	3	0,33	> 0,1	I(0)
IND	3	0,40	0,08	I(0)	DIND	3	0,12	> 0,1	I(0)
SERV	3	0,12	< 0,01	I(1)	DSERV	3	0,07	> 0,1	I(0)
TOTAL_PROD	3	0,20	< 0,01	I(1)	DTOTAL_PROD	3	0,08	> 0,1	I(0)

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do Observatório da Produtividade Regis Bonelli – Fundação Getúlio Vargas (2023).

## ▪ Seleção dos Modelos

A mudança de comportamento das séries (exceto agropecuária) a partir de 2020 sugeriu a necessidade de um teste de quebra estrutural. Para isso foi utilizado o teste Bai-Perron, que apontou uma quebra em 2021/1T. Os resultados do teste estão apresentados na Tabela 3 a seguir. Tendo em vista o comportamento regular da série de produtividade da agropecuária, não foi realizado o teste de quebra estrutural para esse setor da economia.

**Tabela 3 - Teste Bai-Perron de Quebra-Estrutural para a análise das variáveis**

	Variáveis			Valores Críticos ( $\alpha = 0,05$ )
	DIND	DSERV	DTOTAL_PROD	
	Estatística do Teste			
F(1 0)	26,85	25,22	23,49	8,58
F(2 1)	1,91	2,58	8,38	10,13
F(3 2)	3,36	0,11	1,87	11,14
F(4 3)	2,5	11,01	2,38	11,83
F(5 4)	0,73	0,5	1,65	12,25
Número Mínimo de Pontos de Quebra	1	1	1	
Posição Estimada da Quebra	2021/T1	2021/T1	2021/T1	

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do Observatório da Produtividade Regis Bonelli – Fundação Getúlio Vargas (2023).

O procedimento para a seleção dos modelos tem por base os padrões teóricos ligados às funções de autocorrelação (FAC) e de autocorrelação e de autocorrelação parcial (FACP), os quais inicialmente indicam a gama dos possíveis modelos a serem estimados. Tais

modelos são filtrados com base nos critérios de informação usualmente apresentados na literatura: *Akaike Information Criterion* (AIC), Hannan-Quinn (HQ), o Schwarz (SC ou BIC), assim como pela significância e coerência do sinal dos parâmetros estimados.

De modo a capturar os efeitos envolvendo a pandemia do Covid-19 serão consideradas também algumas variáveis *dummies*. As variáveis desse tipo serão: (i) D\_29\_33 – sendo 1 compreendendo 2020/T1 à 2021/T1, 0 caso contrário; (ii) D\_34 – sendo 1 compreendendo 2021/2T a 2022/2T, 0 caso contrário; (iii) D\_29\_32 – sendo 1 compreendendo 2020/1T à 2020/4T, 0 caso contrário; (iv) D\_33 – sendo 1 compreendendo 2021/1T a 2022/2T, 0 caso contrário. Tais variáveis serão incluídas nos modelos adiante, dependendo do setor considerado. Em outras palavras, são utilizadas variáveis dummy para dar conta das modificações das séries de dados durante e após a pandemia que procuram captar o salto positivo da produtividade seguido da queda nos trimestres seguintes.

Uma série de testes foram empreendidos tendo em vista buscar as formas funcionais mais adequadas para as variáveis em questão. Em um primeiro momento, buscou-se a indicação das defasagens a serem usadas na parte ARMA (p,q) por meio das indicações visuais presentes nos padrões expressos pela Função de Autocorrelação (FAC) e Função de Autocorrelação Parcial (FACP).

Todas as variáveis apresentaram a FAC e a FACP com comportamento senoidal decrescente. As séries DAGRO, DSERV, DTOTAL\_PROD apresentaram correlações significativas nas defasagens 2 e 1 da FAC e da FACP, respectivamente. Quanto à DIND, apresentou defasagens significativas em 3 e 2, respectivamente. No anexo estão apresentados os gráficos da FAC e da FACP.

A partir da discussão acima foram considerados os seguintes modelos para as séries: AR (1), AR (2), ARMA (1,1), ARMA (2,1), MA (1), MA (2). Para a seleção do melhor modelo, foram usados como principal referência os critérios de informação AIC, BIC e HQ. Como informado na Tabela 4, o modelo mais indicado para a série DAGRO seria o MA (1). Para DIND, MA(1) ou AR(2), dependendo do critério utilizado. Para DSERV e DTOTAL\_PROD, a sugestão é o modelo ARMA(2,1) e, em segundo lugar, MA(1).

**Tabela 4 - Critérios de Informação (AIC, BIC e HQ) para os modelos estimados.**

	DAGRO			DIND		
	AIC	BIC	HQ	AIC	BIC	HQ
AR 1	36,53	41,44	38,27	28,34	36,53	31,25
AR 2	36,41	42,96	38,74	26,94	36,76	30,44
ARMA (1,1)	33,96	40,51	36,29	29,00	38,82	32,49
ARMA (2,1)	35,43	43,62	38,35	27,12	38,58	31,20
MA 1	32,79	37,70	34,54	27,58	35,77	30,49
MA2	34,15	40,70	36,48	28,01	37,83	31,50
	DSERV			DTOTAL_PROD		
	AIC	BIC	HQ	AIC	BIC	HQ
AR 1	36,28	44,47	39,19	21,10	29,29	24,02
AR 2	36,58	46,41	40,08	21,89	31,71	25,38
ARMA (1,1)	37,40	47,23	40,90	22,73	32,56	26,23
ARMA (2,1)	30,37	41,83	34,45	16,72	28,18	20,80
MA 1	35,48	43,67	38,39	20,77	28,95	23,68
MA2	37,36	47,18	40,85	22,59	32,42	26,09

Obs: Os valores destacados em vermelho indicam os menores valores para os critérios de informação dentro de cada classificação, enquanto os destacados em amarelo apontam para os segundos menores.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após esta primeira seleção, os modelos foram estimados. No caso da indústria o modelo AR (2) não possui a variável dummy D\_29\_33 significativa, sendo portanto descartado. Foi testado ainda o modelo ARMA (2,1), que também não possui a variável D\_29\_33 significativa. Assim, a escolha na indústria acabou recaindo sobre o modelo MA (1).

No caso de DAGRO não houve dúvida na escolha do modelo MA(1) cujo parâmetro é estatisticamente significativo. Além disso, não há variáveis dummy incluídas em DAGRO o que facilitou a escolha do modelo.

Quanto ao DTOTAL\_PROD todos os critérios apontam para o modelo ARMA (2,1) e eventualmente MA(1). Tais modelos foram estimados e o modelo ARMA (2,1) foi o escolhido, apresentando todos os parâmetros significativos e dummies com os sinais esperados.

Para DSERV dois modelos apresentaram resultados coerentes – ARMA (2,1) e MA(1). Nos dois casos tanto os parâmetros dos modelos quanto das dummies foram significativos com sinais coerentes.

Finalmente, o teste de autocorrelação de Ljung-Box foi utilizado e teve como resultado a rejeição da hipótese nula de autocorrelação dos resíduos para todos os modelos. (Tabela 5)

**Tabela 5 - Resultados dos modelos selecionados para as séries e seus respectivos testes de autocorrelação (Teste Ljung-Box)**

	DAGRO	DIND	DSERV		DTOTAL_PROD
	MA (1)	MA (1)	MA (1)	ARMA (2,1)	ARMA (2,1)
AR 1	-	-	-	-1,214 (0,133)***	1,083 (0,157)***
AR 2	-	-	-	-0,555 (0,134)***	-0,438 (0,150)**
MA 1	0,801 (0,088)***	0,419 (0,150)**	-0,428 (0,155)**	1,000 (0,083)***	-1,000 (0,080)***
D_29_33	-	0,724 (0,224)**	-	-	0,842 (0,105)***
D_34	-	-	-	-	-0,958 (0,121)***
D_29_32	-	-	1,496 (0,121)***	1,528 (0,121)***	-
D_33	-	-0,786 (0,097)***	-0,812 (0,099)***	-0,812 (0,099)***	-
Constante	0,161 (0,098).	0,041 (0,081)	-0,101 (0,037)**	-0,100 (0,040)*	-0,007 (0,014)
Teste Ljung-Box					
P-valor	0,583	0,701	0,947	0,739	0,806

Obs (1): Níveis de Significância - '\*\*\*\*' 0,001; '\*\*\*' 0,01; '\*\*' 0,05; '.' 0,1.

Obs (2): Os valores entre parêntesis representam o erro-padrão dos coeficientes estimados.

Obs (3): Estimadores de mínimos quadrados.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do Observatório da Produtividade Regis Bonelli – Fundação Getúlio Vargas (2023).

Observa-se uma característica que perpassa a maioria das séries, com exceção de DSERV, de terem interceptos - representando os seus respectivos valores estimados médios ao longo do tempo - pouco significativos ou não significativos; ou seja, em cada modelo não rejeitando a hipótese nula de serem iguais a zero. Isso se expressa no caráter estagnacionista da produtividade global ao longo dos anos (SALAMA, 2016; VELOSO et al., 2021), em decorrência dos elementos setoriais apontados pela falta de significância dos interceptos. Já no caso de DSERV foi estimado um intercepto negativo, confirmando



uma observação feita na introdução, cujo gráfico apontava para uma tendência negativa na evolução da produtividade no período pré-pandemia. Para a série DAGRO foi identificada uma constante positiva apenas ao nível de significância de 10% no modelo MA(1), o que também é coerente com o comportamento da série original que parece apresentar uma tendência positiva no período.(Tabela 5)

Para os modelos correspondentes à DIND e DTOTAL\_PRODUT, percebe-se que a dummy D\_29\_33 possui sinal positivo, expressando a elevação da produtividade ocorrida nesse período. Enquanto D\_34 apresenta sinal negativo, refletindo o desempenho da produtividade abaixo da média da série histórica para os períodos a partir de 2021/2T.

O modelo escolhido para o setor da Agropecuária (DAGRO) têm por característica não apresentar dummies envolvendo o período da pandemia. Em parte, isso está relacionado com a dinâmica particular da Agropecuária que segue as tendências do mercado mundial (relativas à demanda externa, câmbio, etc); ao passo que os demais setores têm como eixo dinâmico a economia doméstica. Essa característica leva a não apresentar uma variação de produtividade tão marcante frente a outros momentos de sua série histórica.

O modelo DSERV sofre a influência de duas características centrais no setor de Serviços. A primeira delas é a sua caracterização como uma oferta *non-tradable*, assim como pelo seu movimento em incorporar grande parte da população que está à margem do mercado de trabalho, enquanto emprego informal. Ou seja, as variações no consumo de serviços são altamente reativas à renda doméstica – fortemente afetados pela crise decorrente da pandemia -, ao mesmo tempo em que a expansão desse setor dá-se pela incorporação de mão de obra com baixa produtividade. Isso explica o motivo da variável D\_29\_32 terminar um período antes da variável D\_29\_33, contida nos outros modelos. Já que a reinserção da mão-de-obra no mercado de trabalho, ao fim do auge da pandemia, dá-se mais facilmente nas ocupações incluídas nesse setor, assim como caracteriza-se pelas atividades de caráter presencial, somente possíveis de realizar findas as restrições fitossanitárias. Conforme esperado, o coeficiente de D\_29\_33 é positivo e de D\_33, negativo.

Ao mesmo tempo, a presença de um intercepto significativo com sinal negativo em DSERV está associada à influência negativa sobre a produtividade do aumento da

informalidade, dialogando com as características do setor de serviços, que em dada medida representaria uma contratendência ao crescimento dos serviços ligados às modernas tecnologias da informação.

## 4 Conclusão

Neste artigo procuramos discutir a evolução da produtividade do trabalho na última década, tanto em termos globais quanto setoriais. O resultado mostra uma situação bastante desfavorável e diferenciada entre os setores, com destaque para a agroindústria que apresentou taxas crescentes. Já indústria e serviços apresentaram estagnação ou até mesmo tendência de queda no caso dos serviços. Uma característica que marcou o período foi a chegada da pandemia da COVID 19 ao Brasil, que produziu um movimento até certo ponto surpreendente na produtividade no final do período, com forte crescimento em 2020 seguido de recuo e retorno aos níveis anteriores das séries em 2021 e 2022.

A análise empírica foi feita a partir da utilização de modelos ARIMA univariados. Para isso foi necessário verificar a estacionariedade das séries, eliminar a sazonalidade encontrada nos dados trimestrais, testar a existência de quebra estrutural no período da pandemia e estimar os modelos. Para dar conta das modificações ocorridas a partir de 2020 foram introduzidas variáveis dummy aos modelos ARIMA.

Os modelos estimados usam como variável básica a variação anual da produtividade do trabalho e tendem a mostrar uma estrutura bastante simples. Em várias situações o modelo do tipo MA(1) se ajustou bem aos dados como no caso dos setores de agropecuária, indústria e serviços. Para o conjunto da economia, o modelo mais adequado foi o ARMA (2,1). Tais resultados mostram que as séries de produtividade apresentam uma estrutura de autocorrelação bastante simples. Considerando, por exemplo, o modelo MA(1), há indicação de que a variação anual da produtividade de um trimestre depende apenas de dois choques e não da evolução da produtividade nos trimestres anteriores. Note-se ainda que nos modelos estimados foi identificada uma constante positiva na agropecuária e negativa em serviços. Tais constantes captam a tendência positiva na série original da produtividade da agropecuária e negativa no setor de serviços.

Conforme esperado, foi identificada uma quebra estrutural no período final das séries por conta dos efeitos da Covid-19 sobre o produto e o nível de emprego e, conseqüentemente, sobre a evolução da produtividade. Tais efeitos permaneceram até 2022, sendo captados pelas dummies incluídas no modelo; A agropecuária foi a principal exceção, parecendo ter sido pouco influenciada pela pandemia.

A principal crítica que pode ser feita à análise dos dados de produtividade a partir de modelos de séries univariadas, como o ARIMA, é não considerar efeitos setoriais cruzados. Até que ponto o crescimento da produtividade em um determinado segmento da economia influencia a evolução da produtividade em outros segmentos? Pretendemos enfrentar essa crítica em um novo artigo sobre o tema com a utilização de modelos multivariados.

Apresentados e discutidos os dados, fica a questão: por que a posição do Brasil é tão negativa comparativamente ao padrão internacional e por que a produtividade tem evoluído de forma tão negativa nos últimos anos? Várias causas têm sido apontadas na literatura especializada.

Um dos primeiros pontos mencionados por especialistas sobre o tema e que contribui para o baixo nível de produtividade do país é o padrão deficiente da escolaridade da força de trabalho e a má qualidade do ensino. Se por um lado a escolaridade média tem crescido, por outro ainda há muito a ser feito nessa área, começando pelo ensino fundamental, passando pelo ensino técnico e continuando no ensino superior.

Outra questão sempre apontada é a baixa taxa de investimentos, que vem de longa data e tem se acentuado nos últimos anos por conta dos desequilíbrios da economia do país. Como consequência, há grandes deficiências na infraestrutura induzindo à utilização de tecnologias e processos produtivos defasados que contribuem para a estagnação da produtividade.

Há ainda questões associadas ao ambiente de negócios, a uma estrutura tributária complexa e ao excesso de burocracia, que acabam dificultando o processo produtivo e contribuindo para a estagnação da produtividade.

O que fazer para superar as atuais dificuldades em termos de produtividade? A resposta é complexa e seria assunto para um outro artigo sobre o tema passando, inicialmente, pela vontade política para enfrentar os atuais problemas. Alguns pontos, entretanto, poderiam ser destacados.

Seria fundamental a definição de políticas públicas articuladas cobrindo diversas áreas (educação básica, formação profissional, investimentos em infraestrutura e preservação do meio ambiente, entre outras) onde as atuais carências são conhecidas e planejada sua superação. Seria um primeiro passo para a retomada dos investimentos públicos em infraestrutura necessários para iniciar o processo de crescimento da produtividade. A experiência recente do país com mudanças de direção onde cada governo procura apagar o que foi feito pelos anteriores não poderia ser pior e teria que ser superada.

O pano de fundo para o aumento da produtividade seria, sem dúvida, a retomada da capacidade de investimento do setor público limitada atualmente pelas dificuldades fiscais do país. Investimentos públicos e privados são complementares e precisam estar articulados. As parcerias público-privadas precisam ser bem aproveitadas. A política de teto de gastos criou um sério obstáculo para a participação do Estado nos investimentos, dificultando a participação do setor privado. Teria, portanto, que ser substituída por um outro mecanismo como prometido pelo novo governo. Alguma limitação ao crescimento dos gastos públicos, é claro, precisaria ser implementada para evitar seu eventual descontrole como, por exemplo, através da definição da trajetória de evolução da relação dívida pública/PIB a médio/longo prazo, que é uma forma padrão de controle da dívida pública.

O fato de estarmos diante de um novo governo para os próximos quatro anos representa um momento especial que precisa ser aproveitado para um novo ciclo de investimentos no país que poderia representar uma mudança positiva no ritmo de evolução da produtividade no futuro.

## Referências bibliográficas

BARBOSA FILHO, F.; PESSÔA, S. “Pessoal Ocupado e Jornada de Trabalho: Uma Releitura da Evolução da Produtividade no Brasil”. *Revista Brasileira de Economia*, 68 (2), p. 149-169, 2014

BONELLI, R; BACHA, E. “Crescimento Brasileiro Revisitado”. In: VELOSO, F.; FERREIRA, P.; GIAMBIAGI, F.; PESSÔA, S. (Orgs.). *Desenvolvimento Econômico: Uma Perspectiva Brasileira*. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, p. 236-262, 2013.

BONELLI, R; FONTES, J. “O Desafio Brasileiro no Longo Prazo”. In: BONELLI, R.; PINHEIRO, A. (Orgs.). *Ensaio IBRE de Economia Brasileira I*. Rio de Janeiro: Editora FGV, p. 249-278, 2013.

BONELLI, R.; VELOSO, F.; CASTELAR, A.; orgs., *Anatomia da Produtividade no Brasil*, Elsevier e FGV/IBRE, Rio de Janeiro, 2017.

CHUNG, R.C.P., IP, W.H., CHAN, S.L., An ARIMA-Intervention analysis model for the financial crisis in China's Manufacturing industry, *International Journal of Engineering Business Management*, 1 (1), 15–18, 2009.

FERREIRA, P.; VELOSO, F. “O Desenvolvimento Econômico Brasileiro no Pós-guerra”, In: VELOSO, F.; FERREIRA, P.; GIAMBIAGI, F.; PESSÔA, S. (Orgs.). *Desenvolvimento Econômico: Uma Perspectiva Brasileira*. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, p. 129-165, 2013.

FREDO, C. E., MARGARIDO, M. A., Identificando e Modelando a Sazonalidade e o Processo Gerador de Série de Tempo do Emprego Rural no Estado de São Paulo, *Revista de Economia e Agronegócio*, v. 6, n. 3, 2008.

GOMES, V.; PESSÔA, S.; VELOSO, F. “Evolução da Produtividade Total dos Fatores na Economia Brasileira: Uma Análise Comparativa”. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 33 (3), p. 389-434, 2003.

MARTIN, P. A., La situación del empleo en turismo rural en España, Estudios de Economía Aplicada, v. 31, n.1, 2013

OBSERVATÓRIO REGIS BONELLI – FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Disponível em: <<https://ibre.fgv.br/observatorio-produtividade>>. Acesso em: 5 de fev. de 2023.

SABOIA, J., Autoregressive Integrated Moving Average (Arima) Models for Birth Forecasting. Journal of the American Statistical Association, v. 72, n. 358, 1977.

SABOIA, J.; ROSA, L.; VILLACORTA, V.; SOARES, I., Mercado de trabalho e produtividade em tempos de pandemia – 2020/2021, Texto para Discussão 009/2022, Instituto de Economia, UFRJ, Rio de Janeiro, 2022.

SALAMA, P. A regressão industrial e o pequeno crescimento possibilitam aumentar os salários, quando a produtividade se encontra estagnada? Comentários aos artigos de Pessoa, Lisboa, Oreiro e Marconi. Cadernos do Desenvolvimento, v. 11, n. 19, p. 191–202, dez. 2016.

UNITED NATIONS. World Population Review - Summary of Results. Nova York, 2022.

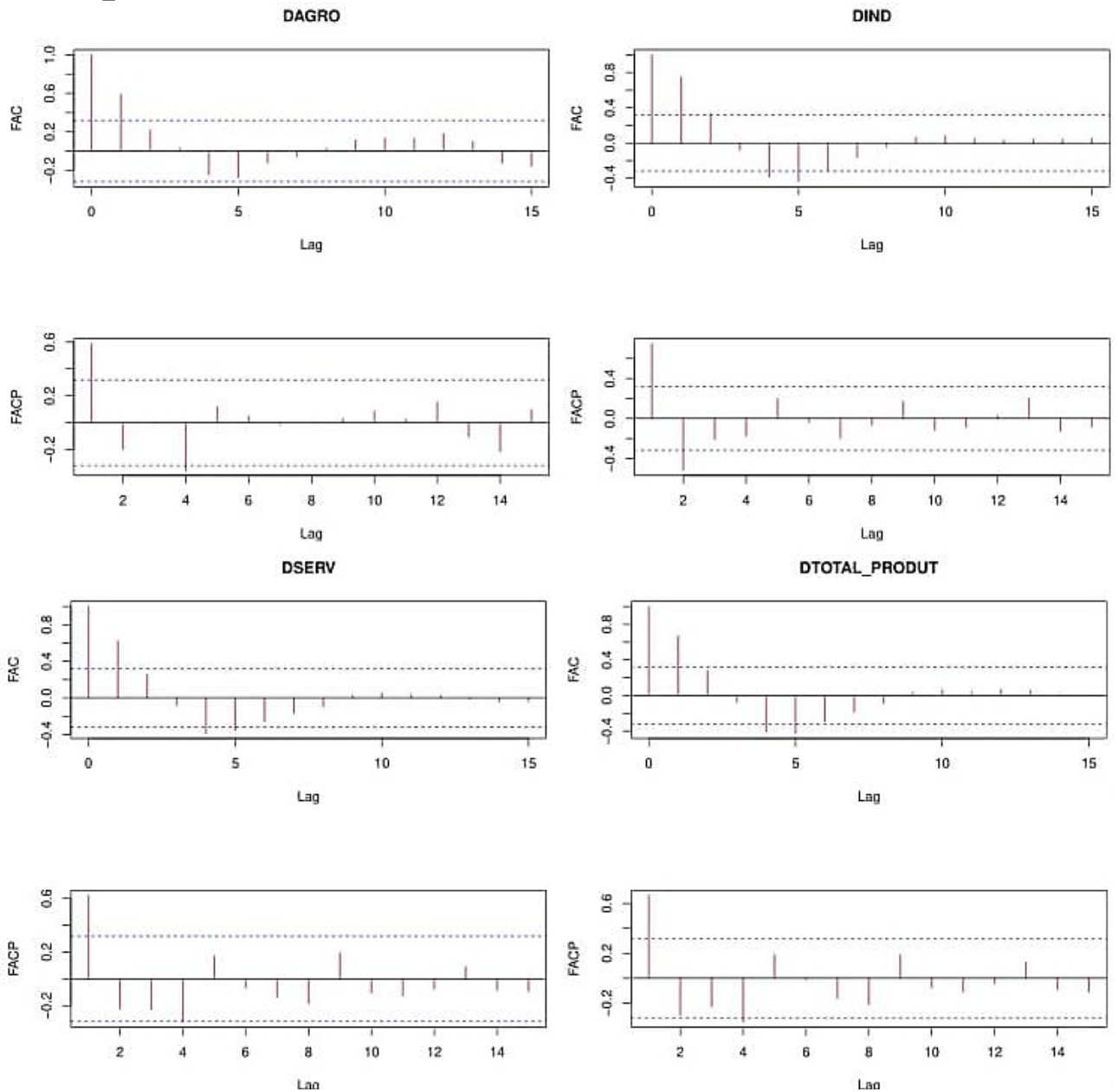
VELOSO, F. et al. Com queda na margem, produtividade do trabalho se aproxima do nível anterior à pandemia. FGV - Observatório da Produtividade Regis Bonelli, 2021.

VELOSO, F., MATOS, S., BARBOSA FILHO, F. H., PERUCHETTI, P., Apesar da melhora da atividade econômica, produtividade do trabalho continua abaixo do nível pré-pandemia no primeiro trimestre de 2022, nota técnica, Observatório da Produtividade Regis Bonelli, FGV/IBRE, junho de 2022.

VELOSO, F.; MATOS, S.; FERREIRA, P.; COELHO, B., O Brasil em Comparações Internacionais de Produtividade: Uma Análise Setorial, in Bonelli, R., Veloso, F., Castelar, A., orgs., Anatomia da Produtividade no Brasil, Elsevier e FGV/IBRE, Rio de Janeiro, 2017.

## Anexo A

Tabela A1 - Função de Autocorrelação (FAC) e de Autocorrelação Parcial (FACP) para as séries em diferença dos trimestres contra mesmo trimestre do ano anterior (DAGRO, DIND, DSERV e DTOTAL\_PRODUT).



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do Observatório da Produtividade Regis Bonelli – Fundação Getúlio Vargas (2023).