

## Produtividade da pesquisa, comércio internacional e crescimento econômico (1981-2017)

Área 6: Macroeconomia

Lucas Assis Attílio (FEA-USP/UFOP)  
Mauro Rodrigues Júnior (FEA-USP)

**Resumo:** O trabalho de Bloom et al. (2020) mostrou que a produtividade da pesquisa dos Estados Unidos decresceu ao longo do tempo. O presente artigo expande essa análise para as economias do G7 e da China, e realiza regressões de crescimento para verificar a relação da produtividade da pesquisa com o crescimento. As estimativas sugerem efeito positivo da produtividade sobre o crescimento. Posteriormente, seguindo o trabalho de Ramzan (2019), no qual interagiu-se a PTF com a abertura comercial, interage-se a produtividade da pesquisa com a abertura comercial, obtendo estimativas positivas desse termo sobre o crescimento. Os resultados se mantêm quando a amostra é expandida para incorporar as economias da OCDE. Há evidências de efeito positivo sobre o crescimento quando a abertura comercial é conjugada com maior produtividade da pesquisa, sugerindo que um dos canais pelos quais a produtividade da pesquisa impacta o crescimento perpassa pelo comércio internacional. Simulações sugerem que a queda da produtividade da pesquisa pode auxiliar a entender o processo de estagnação secular.

**Palavras-chave:** Produtividade da pesquisa, crescimento econômico, abertura comercial.

**Código JEL:** O47; O50; F41.

### Research productivity, international trade and economic growth (1981-2017)

**Abstract:** The work of Bloom et al. (2020) showed that research productivity in the United States decreased over time. This article expands this analysis to the G7 and China economies, and performs growth regressions to verify the relationship of research productivity with growth. Estimates suggest a positive effect of productivity on growth. Subsequently, following the work of Ramzan (2019), in which TFP interacted with commercial openness, research productivity is interacted with commercial openness, obtaining positive estimates of this term on growth. The results hold when the sample is expanded to incorporate OECD economies. There is evidence of a positive effect on growth when trade liberalization is combined with greater research productivity, suggesting that one of the channels through which research productivity impacts growth permeates international trade. Simulations suggest that the fall in research productivity can help to understand the secular stagnation process.

**Key-words:** Research productivity, economic growth, trade openness.

### 1. Introdução

A literatura de crescimento econômico sofreu modificações ao longo dos anos conforme os modelos teóricos avançaram na compreensão dos fatores que acarretam maior produção no longo prazo. Nessa linha, o modelo de Solow (1956) foi importante marco para a construção de posteriores modelos e trabalhos empíricos investigando esse tópico.

Os modelos de Lucas (1988), Romer (1990) e Jones (1995) trabalharam com a hipótese de crescimento endógeno, isto é, o crescimento de longo prazo ocorreria em virtude de fatores de acumulação internos aos próprios modelos, em oposição ao modelo de Solow, no qual o crescimento de longo prazo era entendido pelo progresso tecnológico exógeno.

Em consonância com os modelos, trabalhos empíricos se avolumaram. Ponto de referência foi o artigo de Mankiw, Romer e Weil (1992), que testou as hipóteses do modelo de Solow – aumentado com capital humano. Barro (1991, 1996) apresentou regressões de crescimento controlando para diferentes variáveis, inclusive para diferentes sistemas políticos. Recentemente, Acemoglu et al. (2019) mostraram o efeito positivo da democracia sobre a renda, utilizando como instrumento para o regime político a variável ondas regionais de democracia.

Uma corrente adjacente à literatura de crescimento econômico é o estudo da produtividade total dos fatores (PTF). Prescott (1998) chamou a atenção para a necessidade de maior atenção a esse fator, dada sua relevância para explicar o crescimento, ao mesmo tempo evidenciando determinada negligência da literatura em relação a esse insumo.

Esse artigo é um esforço para conectar esses avanços. O primeiro objetivo é analisar a produtividade da pesquisa, uma variável relacionada com a PTF, e o seu efeito sobre as regressões de crescimento. Conseqüentemente, como segundo objetivo, inerentemente conectado com o primeiro, é, como realizado por trabalhos como o de Acemoglu et al. (2019), mitigar a potencial endogeneidade ao incorporar essa variável nas regressões. O terceiro objetivo é oferecer subsídios para a discussão sobre a estagnação secular. Por fim, o último objetivo é mostrar que o efeito da abertura comercial sobre o crescimento pode dialogar com a produtividade da pesquisa.

O método utilizado é dados em painel, com abrangência temporal de 1981 a 2017. A variável produtividade da pesquisa é instrumentalizada seguindo a estratégia de Vandebussche, Aghion e Meghir (2004), usando os seus valores defasados de 5 e 10 anos. No caso da análise do comércio com a produtividade da pesquisa, seguiu-se o trabalho de Ramzan et al. (2019), criando uma variável de interação entre a abertura comercial e a produtividade. Inicialmente a amostra utilizada foi de 8 países (G7 e a China). Posteriormente adicionou-se os países da OCDE, ampliando-a para 35 economias.

Os resultados são encorajadores no sentido de considerar a produtividade da pesquisa como importante elemento nas regressões de crescimento. No tocante ao comércio internacional, há evidências de que o efeito de interação da abertura comercial com a produtividade desempenhe papel positivo sobre o crescimento econômico. Por conseguinte, pode-se especular que o comércio internacional funcione como um dos canais pelos quais a produtividade da pesquisa afeta a produção. Por fim, os resultados fornecem subsídios para a discussão da estagnação secular ao apresentar efeitos significativos da produtividade sobre o crescimento, realçando a contribuição daquele fator sobre a expansão da produção.

Enquanto Bloom et al (2020) defenderam que a produtividade da pesquisa dos Estados Unidos se reduziu ao longo do tempo, este artigo conecta essa hipótese com a literatura de estagnação secular e de crescimento ao utilizar o instrumental econométrico. Além disso, explora o comércio internacional como potencial canal para explicar a relação entre produtividade e crescimento.

Para cumprir esses objetivos, o artigo está dividido em 5 partes, além dessa introdução. A segunda seção utiliza o trabalho de Bloom et al. (2020) para justificar a utilização da variável produtividade da pesquisa e debate a literatura relacionada à crescimento econômico e estagnação secular. A terceira seção apresenta os dados e metodologia. As seções 4 e 5 realizam exercícios econométricos. Por fim, a sexta seção tece comentários finais.

## **2. Produtividade da pesquisa**

### **2.1 Queda do crescimento mundial**

Atualmente a conjuntura mundial mostra desaceleração do crescimento econômico das nações avançadas, com destaque para os Estados Unidos da América (EUA), o Japão e os países da Zona do Euro (tabela 1). Como pode ser visto, o crescimento tem se reduzido gradativamente, embora mostre picos e vales em alguns períodos. Todavia, sua tendência é decrescente.

Tabela 1: Taxa de crescimento da renda per capita real em %

	EUA	Japão	Euro Zona	Mundo
1961-69	3,33	9,11	4,94	3,52
1970-79	2,12	3,06	3,26	2,07
1980-89	2,18	3,70	1,99	1,24
1990-99	1,96	1,23	1,90	1,12
2000-09	0,95	0,41	0,94	1,56
2010-18	1,51	1,52	1,16	1,81

Fonte: Elaboração própria com dados do Banco Mundial.

Diferentes explicações foram dadas, variando ora por fatores da demanda, ora por fatores da oferta. O termo estagnação secular, cunhado por Hansen (1939), foi resgatado em virtude da fraca recuperação após a crise financeira de 2007. Ao contrário das recuperações anteriores, as economias impactadas pela crise do *subprime* têm mostrado dificuldade em expandir a produção e de apresentar o crescimento visto nas últimas recuperações.

O trabalho de Fernald et al. (2017) denota que a fraca recuperação dos EUA após a crise decorre, em parte, por fatores antecedentes à própria crise. Os autores apontam que o lento crescimento da produtividade total dos fatores (PTF) é um deles (tabela 2). Dessa forma, não afirmam que o fraco crescimento da PTF causou a crise, mas que contribuiu para isso. Ademais, o trabalho de Bloom et al. (2020) argumenta que a produtividade da pesquisa, termo que é tratado como exógeno na literatura de crescimento endógeno, tem se reduzido ao longo das décadas nos EUA (próxima subseção debaterá em maiores detalhes esse trabalho).

Tabela 2: Taxa de crescimento da PTF em %

	EUA	Japão	Euro Zona
1955-59	1,36	0,99	1,94
1960-69	1,01	3,15	2,90
1970-79	0,12	1,28	1,70
1980-89	0,69	0,84	0,70
1990-99	0,79	-0,18	1,14
2000-09	0,65	-0,49	0,48
2010-17	0,59	0,98	0,65

Fonte: Elaboração própria com dados da Penn World Table 9.0.

Observando a tabela 2, percebe-se o declínio gradual do crescimento da PTF. Em particular, o Japão teve crescimento negativo dessa variável nas décadas de 1990 e 2000, coincidindo com o período de letargia de sua economia, em contraste com os anos de forte crescimento da renda que o mesmo apresentou no passado.

Relacionando as duas tabelas anteriores com o arcabouço de modelos de crescimento econômico, pode-se levantar a hipótese de que a perda de crescimento da produtividade total dos fatores pode auxiliar a compreender a queda de dinamismo do PIB per capita. Entretanto, com base apenas nessas duas tabelas, tal possibilidade carece de melhor tratamento estatístico – o maior problema, talvez, repouse na questão de correlação e causalidade. O restante do artigo tratará melhor essa questão.

## 2.2 Estagnação secular, Modelo de Romer e produtividade da pesquisa

Inicialmente a maioria dos trabalhos preocupados em explicar o fraco crescimento econômico se concentraram no pós-crise financeira de 2007. Como afirmado anteriormente, o termo estagnação

secular foi resgatado e designado como uma possível explicação para a lentidão do crescimento (Summers, 2014).

Diversos fatores são elencados para tentar explicar esse quadro, como insuficiência de investimentos em infraestrutura e em capital humano (Eichengreen, 2014), elevada desigualdade de renda (Togati, 2015), aumento da aversão ao risco (Blanchard, Lorenzoni e L’Huillier, 2017), elevado endividamento público e privado (Lo e Rogoff, 2015), aumento do pessimismo em relação ao futuro (Benigno e Fornaro, 2017), entre outros. Em resumo, o lento crescimento decorreria precipuamente de uma fraca demanda agregada (Michau, 2018).

Fatores pelo lado da oferta também foram elencados para explicar a fraca recuperação, como a redução do crescimento populacional, queda da participação da mão-de-obra e declínio da produtividade (Gordon, 2015; 2018). Gordon percebeu que tais fatores estavam em funcionamento antes da eclosão da recessão.

Raciocínio parecido pode ser visto em Fernald et al. (2017). Analisando a lenta recuperação da produção dos EUA, os autores concluíram que dois fatores foram fundamentais: a redução da participação da força de trabalho e a queda do crescimento da PTF. Adicionalmente, denotam que tais tendências eram vistas antes da crise.

Bloom et al. (2020) defendem que a produtividade da pesquisa se reduziu ao longo dos anos nos EUA em determinados setores e no agregado. O ponto importante dessa argumentação é que esse trabalho mostrou que o parâmetro que é tratado como constante nos modelos de crescimento endógeno, a produtividade da pesquisa, se alterou.

Pelo modelo de Romer (1990), tem-se a seguinte equação de progresso tecnológico (equação 1). O termo  $\dot{A}$  é o incremento de novas ideias,  $A$  é o estoque de ideias,  $H_A$  é o capital humano (cientistas e pesquisadores) e, de interesse primordial,  $\delta$  é a produtividade da pesquisa.

$$\dot{A} = \delta H_A A \quad (1)$$

Em equilíbrio, a taxa de crescimento econômico,  $g$ , depende dos fatores do lado direito da equação (2). Entre eles, está a produtividade da pesquisa. Logo, supondo que os fatores permaneçam constantes, alterações no parâmetro de produtividade terão impacto direto sobre a taxa de crescimento de longo prazo da economia.

$$g = \frac{\delta H - \lambda p}{\sigma \wedge + 1} \quad (2)$$

O trabalho de Bloom et al. (2020) questionou a equação 1 acima. Rearranjando os seus termos, tem-se a equação 3. O numerador,  $(\dot{A}/A)$ , representa a taxa de crescimento das ideias, ou taxa de crescimento da PTF, e o denominador pode ser entendido pelo esforço de pesquisa. No caso dos Estados Unidos, a taxa de crescimento da PTF tem se reduzido enquanto o número de pesquisadores tem se elevado (Bloom et al. 2020), culminando na queda do parâmetro de produtividade.

$$\delta = \frac{(\dot{A}/A)}{H_A} \quad (3)$$

Esse artigo utilizará esse resultado para realizar os exercícios empíricos. Ele expandirá a análise da equação 3 para o G7 e a China, e buscará associar a produtividade da pesquisa e o crescimento econômico por meio de regressões de crescimento, nos moldes realizados nos trabalhos de Barro (1991), Mankiw, Romer e Weil (1992), Barro (1996), Hall e Jones (1999) e Acemoglu et al. (2019). A escolha pelo G7 e a China justifica-se com base no trabalho de Keller (2001), o qual representou a fronteira de tecnologia mundial usando o G7. A argumentação foi de que essas nações respondem pela maior parte do PIB mundial e pelo gasto mundial em pesquisa e desenvolvimento.

No presente trabalho incluiu-se a China devido ao protagonismo exercido por este país ao longo das últimas décadas. A proposta de usar os países da fronteira tecnológica mundial é analisar se estes apresentam produtividade da pesquisa decrescente.

Utilizando a função de produção do trabalho de Cole et al. (2005) para obter a taxa de crescimento da PTF (numerador da equação 3) e por meio dos dados de pesquisadores (denominador da equação 3) obtidos na base de dados da OCDE, a tabela 3 apresenta o termo de produtividade da pesquisa. Observa-se que esse parâmetro decresceu ao longo do tempo em todos os países. Na maior parte dos casos a queda ocorreu a partir do período 1991-2000.

Tabela 3: Produtividade da pesquisa (usando modelo de Romer, equação 3)

	CAN	FRA	DEU	ITA	JPN	GBR	USA	CHN
1981-1990	0,20	1,68	0,99	2,09	3,44	0,77	2,18	
1991-2000	2,57	3,14	4,72	5,39	1,14	4,21	2,32	27,35
2001-2010	-0,60	-0,89	0,45	-3,38	-0,14	-0,98	0,71	28,98
2011-2017	-0,57	0,23	0,98	-1,33	0,87	0,33	0,43	3,57

Nota: CAN (Canadá), FRA (França), DEU (Alemanha), ITA (Itália), JPN (Japão), GBR (Reino Unido), USA (Estados Unidos), CHN (China).

Fonte: Penn World Table e OCDE

Esse resultado se mostrou consistente mesmo ao utilizar outro modelo de crescimento, como o de Jones (1995). No caso desse modelo, o parâmetro de produtividade é obtido de forma um pouco diferente da vista em Romer (1990). Na equação 4,  $\delta$  é o parâmetro de produtividade da pesquisa,  $L_A$  é o capital humano (pesquisadores) - equivalente ao  $H_A$  do modelo de Romer. Um ponto característico desse modelo é que, comparativamente ao de Romer, o capital humano tem produtividade marginal decrescente, em função do parâmetro  $\lambda$ , que está compreendido entre 0 e 1 (em Romer a produtividade marginal do capital humano é constante). Manipulando a equação 4 obtém-se a produtividade da pesquisa (tabela 4).

$$\dot{A} = \delta L_A^\lambda A^\phi \Leftrightarrow \frac{\dot{A}}{A} = \delta \frac{L_A^\lambda}{A^{1-\phi}} \Leftrightarrow \delta = \left( \frac{\dot{A}/A}{L_A^\lambda} \right) A^{1-\phi} \quad (4)$$

Tabela 4: Produtividade da pesquisa (usando modelo de Jones, equação 4)

	CAN	FRA	DEU	ITA	JPN	GBR	USA	CHN
1981-1990	0,02	0,12	0,08	0,13	0,26	0,06	0,18	
1991-2000	0,23	0,27	0,38	0,32	0,11	0,34	0,22	0,39
2001-2010	-0,06	-0,09	0,04	-0,20	-0,01	-0,10	0,08	0,64
2011-2017	-0,05	0,03	0,10	-0,08	0,09	0,03	0,05	0,10

Nota: Considerou-se  $\lambda=0,5$  e  $\phi=0,5$ . Mas a tendência decrescente da produtividade da pesquisa não se altera ao alternar os valores desses parâmetros.

Fonte: Penn World Table e OCDE

O padrão da tabela 4 é muito parecido com o retratado na tabela 3. Há uma tendência declinante da produtividade da pesquisa. Isso mostra que esse parâmetro, como argumentado por Bloom et al. (2020), apresenta duas características distintas em relação aos modelos de Romer (1990) e de Jones (1995):

- i)  $\delta$  não é fixo, ou seja, oscila ao longo do tempo;
- ii) apresenta tendência decrescente;

Um argumento adicional para reforçar o ponto ii) é o de que o esforço de pesquisa (número de pesquisadores) aumentou em todos os países ao longo dos anos, entretanto, não foi suficiente para sustentar uma taxa de crescimento ascendente da PTF (tabela 2). Pelos dados, observa-se a queda da PTF e o aumento do número de pesquisadores, consubstanciando na queda do parâmetro de produtividade.

Voltando a discutir a retomada do crescimento econômico após a crise financeira de 2007, não somente os EUA, mas também os países da Zona do Euro mostraram dificuldades para reativar a economia (Chari e Henry, 2015). Ainda que atingidos de forma diferente por meio dos efeitos do *crash* financeiro, a região como um todo não conseguiu se reestabelecer (tabela 1). Outro caso de desaceleração do crescimento econômico é o Japão (tabela 1). Após apresentar crescimento da renda per capita da ordem de 9% na década de 1960, desde os anos de 1990 o país não consegue fugir do fraco crescimento (Krugman, 2009).

Em resumo, o artigo tem a proposta de adicionar uma explicação para a literatura de estagnação secular. Por fim, como alertado por Prescott (1998) sobre a necessidade de aprofundar os estudos sobre a PTF (ou mesmo criar uma teoria para ela), esse trabalho fornece subsídios nessa direção.

### 3. Dados e metodologia

Seguindo as regressões de crescimento, a variável dependente será a taxa de crescimento do PIB real em PPP por trabalhador, dados obtidos pela Penn World Table (PWT 9.1).

Diferentes variáveis de controle serão usadas, como a taxa de investimento, matrícula no ensino secundário (variável educacional), gasto público/PIB, taxa de crescimento populacional, expectativa de vida (variável de saúde), taxa de inflação (deflator do PIB, variável de estabilidade econômica) e abertura comercial (soma das exportações e importações dividida pelo PIB). Todas essas variáveis foram coletadas no Banco mundial.

A variável de maior interesse, a produtividade da pesquisa, foi obtida por meio da função de produção de Cole et al. (2005):

$$\frac{Y_t}{L_t} = A_t \left( \frac{K_t}{L_t} \right)^{1/3} \quad (5)$$

O termo  $K$  é o estoque de capital em PPP, obtido na PWT. Com simples operações algébricas, obtém-se o termo  $A$ , a PTF. Inserindo esse termo no numerador da equação (3), e colocando o número de pesquisadores no denominador dela, tem-se a produtividade da pesquisa.

Dessa forma, a equação a se estimar é a seguinte:

$$y_{it} = \beta_{it} X_{it} + \gamma_{it} romer_{it} + u_{it} \quad (6)$$

Onde  $y$  é a variável dependente (taxa de crescimento),  $X$  são os controles,  $romer$  é a produtividade da pesquisa, obtida pela equação do modelo de Romer (1990),  $u$  é o termo de erro, e os subscritos  $i$  e  $t$  representam, respectivamente, países e o tempo.

O método é dados em painel, com efeitos fixos, para eliminar os efeitos não observados que são fixos ao longo do tempo. O período de análise é de 1981 a 2017 em virtude da limitação temporal da variável número de pesquisadores da OCDE (depende-se dessa variável para obter o parâmetro de produtividade da pesquisa, equação 3).

Sobre a endogeneidade da variável de produtividade de pesquisa, a estratégia é parecida com a de Vandenbussche, Aghion e Meghir (2004), quando estes instrumentalizaram a variável relacionada à PTF com valores defasados. Aqui os instrumentos utilizados serão defasagens de 5 e 10 anos. O mesmo será realizado com a variável de abertura comercial, com instrumentos de 5 e 10 anos de defasagem.

Por fim, a amostra possui 8 países (G7 e a China), com cada observação correspondendo a médias de 5 anos (1981-1985, 1986-1990, 1991-1995, 1996-2000, 2001-2005, 2006-2010, 2011-2015 e 2016-2017) para reduzir o efeito de ciclos econômicos, exceto para os dois últimos anos, quando a média foi realizada para dois anos.

#### 4. Exercícios econométricos

##### 4.1 Regressões de crescimento

Inicialmente realizou-se o teste CD-test (teste de dependência *cross-sectional*), e rejeitou-se a hipótese de independência *cross-sectional*. Dessa forma, utiliza-se erros padrões cluster, pois consideram a autocorrelação, a heterocedasticidade e a dependência *cross-sectional*.

Usou-se os testes de Im-Pesaran-Shin e de Fisher para verificar se os painéis possuem raiz unitária (com o comando *demean* do *stata*, pois há dependência *cross-section*). Foram obtidos resultados mistos, logo, investigou-se a existência de relações de longo prazo (cointegração) entre os painéis. Realizaram-se 3 testes de cointegração: teste de cointegração de Kao, de Pedroni e de Westerlund. Todos rejeitaram a hipótese nula de ausência de cointegração (hipótese alternativa é de cointegração em todos os painéis). Então pode-se realizar as estimações.

A tabela 5 apresenta os resultados das estimações com a variável de abertura comercial, soma das exportações e importações dividida pelo PIB, *trade*. A regressão (1) utilizou a equação (6), retirando a variável *romer*. A regressão (2) usou a defasagem de 5 anos na instrumentalização da variável de produtividade da pesquisa, *romer*. A terceira regressão utilizou a defasagem de 10 anos para a produtividade da pesquisa. A última regressão utilizou os dois instrumentos anteriores, um defasado em 5 anos e o outro em 10 anos. Como ficará mais claro no decorrer do artigo, um dos objetivos das regressões da tabela 5 é o de verificar se os efeitos da variável de interação abertura comercial e produtividade da pesquisa sobre o crescimento (tabela 6) são primordialmente advindos da produtividade da pesquisa. Os resultados da tabela 5 sugerem que esse não é o caso.

Tabela 5: Regressões de crescimento

	(1)	(2)	(3)	(4)
		5 anos	10 anos	5 e 10 anos
trade	-0.0013 (0.0009)	-0.0019*** (0.0007)	-0.0024* (0.0014)	-0.0017** (0.0008)
romer		0.0025*** (0.0007)	0.0004 (0.0046)	0.0024 (0.0017)
N	52	49	48	48
Wald	51.37	89.11	1109.49	18.75
Prob	0.00	0.00	0.00	0.23
Sargan	0.20	0.65	0.09	0.07

Fonte: Resultados da pesquisa

Nota: Erros padrões entre parênteses. \*\*\* é significativo a 1%, \*\* a 5% e \* a 10%. N é o número das observações, Wald é o teste de Wald para o segundo estágio, Prob é a probabilidade do p valor no teste F do segundo estágio e Sargan é o teste de sobreidentificação de Sargan.

Nas regressões 2, 3 e 4, a abertura comercial apresenta coeficiente negativo e significativo, conforme obtido por Ramzan et al. (2019), quando os autores também tiveram resultados negativos da variável comercial, a qual não tinha sido tratada de forma conjugada com alguma variável de tecnologia. Resultado similar pode ser visto no trabalho de Chang, Kaltani e Loayza (2009), no qual a abertura comercial também tem efeito negativo sobre o crescimento quando considerada isoladamente.

No tocante à produtividade da pesquisa, somente na regressão (2) ela apresenta efeito positivo e significativo sobre o crescimento, sendo positiva nas demais regressões, mas não significativa. Observando o teste de Sargan, o melhor ajuste parece ocorrer na regressão 2, quando o teste foi favorável aos instrumentos utilizados.

A tabela 6 apresenta as regressões de crescimento com a variável de abertura comercial sendo interagida com a produtividade da pesquisa. As variáveis *trade*, *exp* (exportações/PIB) e *imp* (importações/PIB) são instrumentalizadas com defasagens de 5 e 10 anos e as interações dessas variáveis com a produtividade da pesquisa são instrumentalizadas por valores defasados em 5 anos.

As regressões 1, 2 e 3 utilizam a produtividade da pesquisa obtida por meio do modelo de Romer (*romer*), enquanto o restante das regressões segue o modelo de Jones (*jones*). Todas as variáveis de abertura comercial interagidas com produtividade da pesquisa foram significativas com sinal positivo. Já as variáveis de abertura, quando analisadas separadamente, foram significativas apenas em duas oportunidades, nas regressões 1 e 4, sempre com sinal negativo. As variáveis conjugadas apresentaram coeficientes superiores quando a produtividade da pesquisa foi obtida por meio do modelo de Jones. Por fim, somente a regressão 3 não passou pelo teste de Sargan, a qual rejeitou sua hipótese nula de validade dos instrumentos.

Tabela 6: Regressões de interação abertura comercial e produtividade

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
trade	-0.0022*** (0.0007)			-0.0020*** (0.0007)		
trade*romer	0.00004** (0.0000)					
exp		-0.0013 (0.0012)			-0.0015 (0.0011)	
exp*romer		0.0001** (0.0000)				
imp			-0.0010 (0.0016)			-0.0012 (0.0014)
imp*romer			0.0001** (0.0000)			
trade*jones				0.0017** (0.0008)		
exp*jones					0.0030* (0.0016)	
imp*jones						0.0035** (0.0016)
N	49	49	49	49	49	49
Wald	137.47	21.83	256.30	104.13	7737.72	1872.52
Prob	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00
Sargan	0.21	0.25	0.07	0.69	0.38	0.14

Fonte: Resultados da pesquisa

Em resumo, as regressões dessa subseção fornecem subsídios para a consideração da variável produtividade da pesquisa como elemento relevante para o crescimento econômico. No caso da abertura comercial, a ausência da produtividade da pesquisa fez com que o comércio se relacionasse de forma prejudicial para o crescimento. Todavia, ao interagir a abertura comercial com o termo de produtividade, os resultados se inverteram, passando a incrementar a taxa de crescimento.

Portanto, as estimativas econométricas sugerem que o comércio internacional possa funcionar como canal de ligação entre a produtividade da pesquisa e os ganhos no crescimento econômico. Também pode ser entendido que somente a abertura comercial, por si, pode ser



insuficiente como promotor para expandir o produto. Talvez economias com maior criação de ideias se tornem mais competitivas no comércio internacional, culminando em aceleração da produção.

Nesse sentido, os resultados sugerem que apenas a abertura comercial, sem maiores considerações em relação ao nível tecnológico da economia, pode apresentar efeito inócuo sobre a produção – talvez até mesmo efeitos contraproducentes.

## 4.2 Regressões com amostra ampliada

Os mesmos exercícios econométricos serão realizados, com a diferença do tamanho da amostra, que agora possui 35 países, todos da OCDE, com a exceção de Israel, o qual não possui dados de pesquisadores e cientistas, sendo, portanto, inviável obter o parâmetro de produtividade (equação 3).

A tabela 7 apresenta as regressões, que seguem a forma da tabela 5. Ao contrário da tabela 5, a variável *trade* foi significativa apenas em uma oportunidade, embora tenha apresentado sinal negativo em todas as regressões. De forma similar com a tabela 5, a variável de produtividade da pesquisa, *romer*, foi positiva e significativa apenas quando instrumentalizada em 5 anos.

Tabela 7: Regressões com amostra ampliada

	(1)	(2)	(3)	(4)
	gdp	5 anos	10 anos	5 e 10 anos
trade	-0.000273 (0.000342)	-0.000311 (0.000383)	-0.000229 (0.000555)	-0.000779* (0.000425)
romer		0.001006*** (0.000316)	0.001470 (0.001050)	0.000605 (0.000512)
N	244	209	196	193
Wald	46.54	109.31	141.75	69.44
Prob	0.33	0.00	0.00	0.01
Sargan	0.77	0.33	0.48	0.79

Fonte: Resultados da pesquisa

A tabela 8 exibe as regressões de interação da variável de abertura comercial com os parâmetros de produtividade, seguindo os moldes da tabela 6. De forma semelhante com a subseção anterior, a variável *trade*, sozinha, tem coeficiente negativo. Entretanto, quando interagida com o termo de produtividade, a contribuição do comércio internacional se torna positiva.

Ao contrário do realizado até o presente momento, a regressão 4 interage a abertura comercial com o nível institucional (*inst*). Utilizou-se a variável que mensura a qualidade do sistema legal e dos direitos de propriedade, variando entre 0 (pior) e 10 (melhor), do Fraser Institute. É uma *proxy* para a qualidade das instituições. Sua interação com a abertura comercial foi positiva e significativa. Na regressão posterior (5), essa mesma variável é interagida com a produtividade da pesquisa do modelo de Romer, apresentando também valor positivo e significativo. Observa-se que o coeficiente perdeu magnitude da regressão 4 para a regressão 5, ao mesmo tempo em que a variável *trade* também deixou de ser significativa. Os testes de Sargan jogam dúvidas quanto a modelagem da regressão 3, ao passo que nas demais ele não rejeitou a hipótese nula.

Tabela 8: Regressões de interação com amostra ampliada

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
trade	-0.000273 (0.000342)	-0.000385 (0.000338)	-0.000461* (0.000237)	-0.001204*** (0.000465)	-0.000374 (0.000320)
trade*romer		0.000020*** (0.000008)			
trade*jones			0.000560*** (0.000176)		
trade*inst				0.000131** (0.000058)	
trade*inst*romer					0.000003** (0.000001)
N	244	209	209	244	209
Wald	46.54	106.96	193.05	89.07	74.02
Prob	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00
Sargan	0.77	0.15	0.05	0.77	0.14

Fonte: Resultados da pesquisa

As regressões (4) e (5) foram motivadas por trabalhos que consideram o nível institucional importante como elemento para explicar o crescimento econômico (Acemoglu, Johnson e Robinson, 2001). Implicitamente essas regressões reforçam a percepção de que a abertura comercial deve ser conjugada com outros elementos para melhor elucidar o seu efeito sobre a produção.

Finalizando essa seção, os resultados estão em consonância com os obtidos com a amostra reduzida. Os parâmetros de produtividade apresentaram influência significativa sobre o crescimento, principalmente quando interagidos com variáveis de comércio internacional – nesse caso, eliminando a contribuição negativa da abertura comercial sobre o crescimento.

## 5. Contribuição ao crescimento

O último exercício econométrico consiste em estimar a taxa de crescimento econômico com base em diferentes cenários de evolução da produtividade da pesquisa. Foi visto nas tabelas 3 e 4 que essa variável decresceu ao longo do tempo para a amostra de economias avançadas. Além disso, conforme analisado anteriormente (tabelas 6 e 8), foi verificado um efeito positivo da produtividade da pesquisa sobre a taxa de crescimento. Pode-se, conseqüentemente, questionar a influência da produtividade da pesquisa sobre o desempenho econômico e, por conseguinte, sobre a estagnação secular.

Com base nos coeficientes da tabela 8, regressão 2, foi construída a tabela 9, que retrata a taxa de crescimento prevista para o PIB. A primeira coluna mostra países selecionados, considerados pela literatura de estagnação como casos clássicos, especialmente o Japão. A coluna seguinte apresenta a taxa de crescimento do PIB em PPP média observada em porcentagem durante 1981-2017. Nas demais colunas são as projeções com alterações somente na produtividade da pesquisa. Na coluna base utiliza-se os seus valores correntes, enquanto nas demais altera-se os valores da produtividade da pesquisa impondo taxas de crescimento crescentes no período em que essa variável iniciou sua queda (tabela 3). Voltando na tabela 3, verifica-se que para a maioria dos países, com exceção do Japão, a produtividade da pesquisa iniciou sua queda após 2000. Dessa forma, eliminou-se essa queda ao atribuir taxas de crescimento positivas para a produtividade.

Tabela 9: Taxas de crescimento previstas em cenários alternativos (1981-2017)

Países	Taxa de crescimento atual	Taxa de crescimento prevista				
		base	1%	2,5%	5%	10%
EUA	1,49	1,52	1,55	1,56	1,57	1,60
Japão	1,85	1,08	1,38	1,40	1,44	1,52
Alemanha	2,32	3,08	3,95	4,05	4,24	4,67
França	1,55	2,81	3,09	3,12	3,16	3,26
Itália	1,64	2,65	3,22	3,27	3,35	3,54
Reino Unido	1,59	2,84	3,12	3,14	3,16	3,21

Fonte: Resultados da pesquisa

A taxa de crescimento prevista do modelo base parece especialmente bem ajustada para os EUA, com valor próximo à taxa de crescimento observada. O ajuste do Japão e da Alemanha, embora não tão preciso como o dos EUA, foi superior ao das demais economias, as quais se desviaram em mais de 1% da taxa observada.

Conforme a taxa de crescimento atribuída para a produtividade da pesquisa se eleva, a taxa de crescimento do produto segue caminho semelhante. Comparando o cenário base com o de aumento de 10% da produtividade, os EUA teriam aumento do crescimento médio no período 1981-2017 de 0,08%, o Japão de 0,44%, a Alemanha de 1,59%, a França de 0,45%, a Itália de 0,89% e o Reino Unido de 0,37%.

A simulação de crescimento da produtividade da pesquisa de 10% não parece excessiva ao observar novamente a tabela 3, na qual para muitos países o crescimento médio da produtividade do período 1981-1990 para o 1991-2000 ultrapassou o valor de 50%. De forma inversa, as quedas posteriores foram superiores, em alguns casos, a 50%.

A principal mensagem da tabela 9 é a de que a queda da produtividade da pesquisa pode ter desempenhado importante papel na explicação da desaceleração do crescimento econômico ao longo dos anos, especialmente nos períodos mais recentes, quando a queda da produtividade foi mais acentuada. No cenário mais conservador (1%), o qual apenas retira a queda da produtividade da pesquisa observada, sua contribuição é ainda significativa. Em comparação com o cenário base, o Japão teria o seu crescimento econômico elevado em 0,3%, a Alemanha em 0,87% e a Itália em 0,57%.

Relacionando esses resultados com a estagnação secular, a produtividade da pesquisa oferece explicação adicional para esse processo. No cenário em que a produtividade não tivesse decaído, poder-se-ia esperar maior crescimento, inclusive nos anos correntes. Desta forma, juntamente com os fatores de oferta e de demanda, a produtividade da pesquisa pode ser pensada como fator adicional na compreensão da estagnação.

Seguindo a discussão de literatura realizada anteriormente, e contrastando-a com a tabela 1, pode-se verificar que a redução do dinamismo econômico ocorreu muito antes da crise financeira de 2007. O caso emblemático é o Japão, mas outras economias se enquadram nessa classificação: dificuldade em expandir o produto a taxas vigorosas. Modelos de crescimento oferecem explicações, como o de Solow, no qual economias, ao atingirem o estado estacionário, passam a crescer a taxas constantes. Longe desse equilíbrio, tais economias crescem mais rápido. Talvez este tenha sido o caso de países severamente atingidos pela Segunda Guerra Mundial. Cresceram rapidamente nas décadas posteriores ao conflito porque se afastaram de seus respectivos estados estacionários. É uma questão em aberto. O exercício econométrico realizado aqui teve a intenção de mostrar a importância da produtividade da pesquisa em meio a essa discussão.

A interação da produtividade com a abertura comercial, além de contribuir para o entendimento dos efeitos da ampliação do comércio internacional sobre a produção, evidenciou um possível canal pelo qual a produtividade da pesquisa pode agir de forma a acelerar o crescimento. Os

resultados sugerem que esse seja de fato um canal de transmissão, embora não exclua a possibilidade de que outros existam.

## 6. Conclusão

Provavelmente novos trabalhos derivados do artigo de Bloom et al. (2020) serão publicados, esmiuçando as consequências da produtividade da pesquisa ao longo do tempo, bem como interdependências dessa variável com outros fatores de crescimento.

O presente trabalho explorou a contribuição que a produtividade adiciona nas regressões de crescimento, bem como sobre os efeitos do comércio internacional. Enquanto Ramzan et al. (2019) interagiram o comércio com a PTF, aqui a interação se efetuou com a produtividade. Sobre o crescimento, regressões como as de Barro (1996) e Hall e Jones (1999) utilizam diferentes variáveis como explicativas. Expandiu-se essas regressões ao adicionar a produtividade.

A estagnação secular tem sido explicada por diferentes fatores, tanto de oferta quanto de demanda. Provavelmente este processo seja o resultado da interação dessas duas óticas, variando a importância de alguns elementos. Ao explicitar a produtividade da pesquisa, o objetivo foi contribuir com essa literatura.

Em relação a políticas públicas, a mensagem é a de que a criação de ideias é relevante para o crescimento – assertiva já conhecida em trabalhos de crescimento econômico. O diferencial proposto é que não somente a criação de ideias é importante, como também a sua produtividade, a quantidade e qualidade das ideias criadas, por mais difícil que seja mensurar e quantificar esse tipo de informação. Portanto, políticas que consigam incrementar o surgimento de ideias aplicadas na produção são conducentes com os resultados obtidos na parte econométrica. Lembrando que não somente a elaboração e implementação dessas políticas sejam metas desejáveis, como também análises de custo-benefício, ponto ausente na questão de políticas públicas em algumas localidades, como o Brasil.

Como avenidas de pesquisas futuras, um trajeto possível é analisar os *spillovers* da PTF, da produtividade da pesquisa e do PIB em economias selecionadas. Essa característica é difícil de ser mensurada por dados em painel, e provavelmente poderá dizer algo sobre a relação entre avanço tecnológico e crescimento, além de evidenciar canais de transmissão.

## Referências bibliográficas

- ACEMOGLU, D., JOHNSON, S. e ROBINSON, J. The colonial origins of comparative development: an empirical investigation. **The American Economic Review**, v. 91, n. 5, p. 1369-1401, 2001.
- ACEMOGLU, D., NAIDU, S., RESTREPO, P. e ROBINSON, J. Democracy does cause growth. **Journal of Political Economy**, v. 127, n. 1, p. 47-100, 2019.
- BARRO, R. Economic growth in a cross section of countries. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 106, n. 2, p. 407-443, 1991.
- BARRO, R. Determinants of economic growth: a cross-country empirical study. NBER Working paper series. Working paper 5698, 1996.
- BENIGNO, G. e FORNARO, L. Stagnation traps. **Review of Economic Studies**, v. 85, b. 3, p. 1425-1470, 2017.
- BLOOM, N., JONES, C., VAN REENEN, J. e WEBB, M. Are ideas getting harder to find? **American economic review**, v. 110, n. 4, 2020.
- CHARI, A. e HENRY, P. Two tales of adjustment: East Asian lessons for European growth. **IMF Economic Review**, v. 63, n. 1, p. 164-196, 2015.
- COLE, H., OHANIAN, L., RIASCOS, A. e SCHMITZ JR., J. Latin America in the rearview mirror. **Journal of Monetary Economics**, v. 52, p. 69-107, 2005. EICHENGREEN, B. Secular stagnation: a review of the issues. Orgs: TEULINGS, C. e BALDWIN, R. In: **Secular stagnation: facts, causes and cures**. Centre for economic policy research (CEPR), 2014.

FERNALD, J., HALL, R., STOCK, J. e WATSON, M. The disappointing recovery of output after 2009. NBER Working paper series. Working paper 23543, 2017.

GORDON, R. Secular stagnation: a supply side view. **American economic review**, v. 105, n. 5, p. 54-59, 2015.

GORDON, R. Why has economic growth slowed when innovation appears to be accelerating? NBER Working Paper Series. Working Paper 24554, 2018.

HALL, R. e JONES, C. Why do some countries produce so much more output per worker than others? **The Quarterly Journal of Economics**, v. 114, n. 1, p. 83-116, 1999.

HANSEN, A. Economic progress and declining population growth. **The American Economic Review**, v. 29, n. 1, p. 1-15, 1939.

JONES, C. R&D-based models of economic growth. **The Journal of Political Economy**, v. 103, n.4, p. 759-784, 1995.

KELLER, W. The geography and channels of diffusion at the world's technology frontier. NBER Working paper series. Working paper, n. 8150, 2001.

KRUGMAN, P. **A Crise de 2008 e a Economia da Depressão**, Rio de Janeiro. Elsevier, 2009.

LO, S. e ROGOFF, K. Secular stagnation, debt overhang and other rationales for sluggish growth, six years on. BIS Working Papers 482, 2015.

LUCAS, R. On the mechanics of economic development. **Journal of monetary economics**, v. 22, p. 3-42, 1988.

MANKIW, N., ROMER, D. e WEIL, D. A contribution to the empirics of economic growth. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 107, n. 2, p. 407-437, 1992.

MICHAU, J. Secular stagnation: theory and remedies. **Journal of economic theory**, v. 176, p. 552-618., 2018.

PRESCOTT, E. Needed: a theory of total factor productivity. **International economic review**, v. 39, n. 3, p. 525-551, 1998.

RAMZAN, M., SHENG, B., SHAHBAZ, M., SONG, J. e JIAO, Z. Impact of trade openness on GDP growth: does TFP matter? **The journal of international trade & economic development**, v. 28, n. 8, p. 960-995, 2019.

ROMER, P. Endogenous technological change. **The journal of political economy**, v. 98, n. 5, p. S71-S102, 1990.

SOLOW, R. A contribution to the theory of economic growth. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 70, n. 1, p. 65-94, 1956.

SUMMERS, L. Reflections on the “New Secular Stagnation Hypothesis”. Orgs: TEULINGS, C. e BALDWIN, R. In: **Secular stagnation: facts, causes and cures**. Centre for economic policy research (CEPR), 2014.

TOGATI, T. How can we explain the persistence of the Great Recession? A balanced stability approach. **Cambridge Journal of Economics**, v. 40, p. 1077-1101, 2015.

VANDENBUSSCHE, J., AGHION, P. e MEGHIR, C. Growth, distance to frontier and composition of human capital. **Journal of economic growth**, v. 11, n. 2, p. 97-127, 2006.