



Octubre 2018 - ISSN: 1696-8352

## O PAPEL DA PRODUTIVIDADE NO CRESCIMENTO ECONÔMICO BRASILEIRO NO PERÍODO (1980-2011)

Thais Andreia Araujo de Souza<sup>1</sup>

Helis Cristina Zanuto Andrade Santos<sup>2</sup>

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Thais Andreia Araujo de Souza y Helis Cristina Zanuto Andrade Santos (2018): "O papel da produtividade no crescimento econômico brasileiro no período (1980-2011)", Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, (octubre 2018). En línea: <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/10/crescimento-economico-brasileiro.html>

### RESUMO:

Os modelos de crescimento econômico apresentam papel importante para entender como se comporta a dinâmica das taxas de crescimento dos países. O modelo mais tradicional e frequentemente utilizado para comparações com novos modelos é o de Solow. O modelo de crescimento de Solow aponta como principais determinantes do crescimento o capital, o trabalho e um Resíduo. Esse Resíduo tem grande importância, pois representaria a produtividade dos fatores de produção da economia. No Brasil, a taxa de crescimento da economia se mostrou bastante volátil e possui vários fatores determinantes de seu comportamento. Após pressões de abertura comercial, era dito que a produtividade do país aumentaria, influenciando positivamente o crescimento do produto. Desse modo, o objetivo central desse trabalho está em verificar a significância da produtividade dos fatores ao considerar o modelo básico de Solow para a economia brasileira no período de 1980 a 2011. Para isso, o trabalho aborda uma revisão de literatura teórica, para o modelo de crescimento de Solow, e histórica, para os comportamentos do produto e produtividade total dos fatores do Brasil; expõe a metodologia a ser utilizada para o modelo e a fonte dos dados; e apresenta os principais resultados encontrados ao se utilizar da econometria. Dentre os principais resultados, tem-se que a taxa de crescimento da produtividade total dos fatores analisada possui grande importância na taxa do crescimento econômico do Brasil para o período, seguida das taxas de crescimento do capital e do número de trabalhadores respectivamente.

**Palavras-chave:** Crescimento econômico. Produtividade Total dos Fatores. Solow.

### ABSTRACT:

Economic growth models play an important role in understanding how the dynamics of growth rate in the countries behave. The most traditional and often used model for comparisons with new models is Solow. The Solow growth model points as main determinants of growth the capital, labor and a Residue. This residue has great importance, since it would represent the productivity of the factors of production in the economy. In Brazil, the growth rate of the economy has been very volatile and has

<sup>1</sup> Graduada em Ciências Econômicas e Mestre em Economia pela Universidade Estadual de Maringá. Doutoranda em economia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: [thaisandreiaa@gmail.com](mailto:thaisandreiaa@gmail.com).

<sup>2</sup> Graduada em Ciências Econômicas e Mestre em Economia pela Universidade Estadual de Maringá. Doutoranda em Economia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. E-mail: [helis\\_czas@hotmail.com](mailto:helis_czas@hotmail.com).

several determinants of its behavior. After trade-opening pressures, it was said that the country's productivity would increase, positively influencing product growth. Thus, the main objective of this paper is to verify the significance of factor productivity when considering the basic model of Solow for the Brazilian economy in the period from 1980 to 2011. For this, the paper uses a review of theoretical literature for the model of Solow's growth, and historical, for product and total factor productivity behavior in Brazil; sets forth the methodology to be used for the model and source of data; and presents the main results obtained when using econometrics. Among the main results, it is observed that the growth rate of the total productivity of the factors analyzed has great importance in the rate of economic growth in Brazil for the period, followed by the growth rates of capital and the number of workers respectively.

**Keywords:** Economic growth. Total Factor Productivity. Solow.

**JEL:** O47

## 1 INTRODUÇÃO

Os modelos de crescimento surgem em um contexto no qual a taxa de crescimento da economia está muito elevada em relação ao que acostumava ser e, mesmo assim, as diferenças de renda entre os países parecem ter aumentado. Os pensadores então começam se questionar e estudar o crescimento econômico, para entender como se dá esse comportamento. O modelo mais tradicional que surge é o de crescimento de Solow. Mesmo os modelos que possuem premissas e conclusões completamente diferentes do modelo de Solow são entendidos melhor quando comparados com o modelo de Solow. Então para que se compreendam modelos de crescimento, é essencial entender este modelo (ROMER, 2012).

O Brasil passou por uma mudança no seu perfil de crescimento no começo de 1980 ao ter as opções de crédito internacionais restritas. No período anterior, o crescimento era financiado com empréstimos internacionais. A partir desse período, por esse motivo e também por respingos ainda presentes dos choques do petróleo e aumento da taxa de juros dos Estados Unidos, o país passou por uma crise e sofreu grandes efeitos no crescimento, somando a isso, o país viu a sua inflação ter grande impulso. Neste período também havia pressões para que os países da América Latina abrissem as economias para o comércio a fim de impulsionar o crescimento. Somente na metade da próxima década houve essa abertura mais profundamente no país, o que teve efeito em aumentar o crescimento nos anos próximos, porém, logo esse efeito se dispersou. É interessante analisar esse período de início de abertura comercial porque era dito que a maior competitividade aumentaria a produtividade dos países, e conseqüentemente, aumentaria o crescimento econômico.

Assim, ao considerar o modelo de Solow, o comportamento do crescimento das economias estaria relacionado principalmente com três variáveis: estoque de capital, número de trabalhadores e um resíduo. Solow considerou esse resíduo como sendo todos os demais fatores contribuintes para o crescimento do produto, e ele poderia ser entendido como o conhecimento ou o progresso tecnológico. Essa ideia do conhecimento ou progresso tecnológico ainda pode ser sintetizada pela produtividade total dos fatores de produção, que teria a importância de aumentar a produtividade dos trabalhadores e do capital empregados, resultando em maior nível de produto sem aumentar os níveis de trabalho e capital (ROMER, 2012).

Diante da importância do papel que a produtividade total dos fatores possui, o objetivo central desse trabalho está em verificar a significância que essa produtividade possui ao considerar o modelo básico de Solow para a economia brasileira no período de 1980 a 2011. Dentre os objetivos específicos, tem-se apontar as principais análises acerca da teoria do modelo de Solow; sintetizar a ideia da contabilidade do crescimento; revisar empiricamente o comportamento do crescimento econômico brasileiro; expor o comportamento da produtividade total dos fatores do Brasil; e analisar econometricamente o modelo de Solow aplicado para o Brasil.

Para cumprir esses objetivos, o trabalho está estruturado em três seções, além da introdução e conclusão: a primeira abrange uma revisão de literatura teórica, para o modelo de crescimento de Solow, e histórica, para os comportamentos do produto e produtividade total dos fatores do Brasil; a segunda aponta a metodologia a ser utilizada e a fonte dos dados; e a terceira apresenta os principais resultados encontrados ao se utilizar da econometria.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 REVISÃO TEÓRICA

O modelo deste trabalho advém do modelo de crescimento de Solow. Sua dinâmica explica a taxa de crescimento da economia como sendo igual para os países. Contudo, não haveria evidências de divergência ou convergência da renda dos países mais pobres com os mais ricos. O modelo possui foco em quatro variáveis: produto  $Y$ , capital  $K$ , trabalho  $L$  e conhecimento/produtividade  $A$ , sendo a função produção:

$$Y(t) = F[K(t); A(t)L(t)]$$

onde a produção muda ao longo do tempo somente quando os insumos mudam ao longo do tempo. Ela possui retornos constantes de escala em relação ao capital e ao trabalho efetivo  $AL$ , uma vez que considera uma economia grande o suficiente que os ganhos de especialização foram esgotados. Ao considerar o produto por trabalho efetivo, tem-se:

$$y = f(k)$$

na qual  $f'(k) > 0$  e  $f''(k) < 0$ , implicando retornos decrescentes do produto marginal do capital por trabalho efetivo. Assim,  $y$  satisfaz as condições de Inada (ROMER, 2012).

Os valores iniciais de capital, trabalho e efetividade do trabalho são dados e assumidos positivos, sendo trabalho crescente a uma taxa constante  $n$  e conhecimento crescente a  $g$ . O crescimento do capital é igual a parcela da renda destinada ao investimento menos uma taxa de depreciação. Além da taxa de poupança, também as taxas de depreciação, crescimento populacional e progresso tecnológico são constantes. Assim, Solow trabalha com a ideia de estado estacionário das variáveis, nas quais cresceriam a uma taxa constante. No ponto estacionário,  $A$  crescerá a uma taxa  $g$ ,  $L$  crescerá a uma taxa  $n$ , e, portanto  $K$  crescerá a uma taxa  $n + g$ . Uma vez que  $Y$  é função de  $K$  e  $AL$ , ele também crescerá a uma taxa  $n + g$ . Independentemente do ponto de partida, o modelo converge para o ponto estacionário, que contempla taxas de crescimento constantes das variáveis (ROMER, 2012).

Nesse modelo de crescimento, o fator principal é o conhecimento, então a acumulação de capital não resultaria em grandes influências no produto. Observando diretamente, Solow explica que as diferenças de capital por trabalhador entre os países é bem menor que a necessária para influenciar fortemente no produto *per capita*. Observando indiretamente, as diferenças nas taxas de retorno do capital por trabalhador não serão grandes entre os países e nem ao longo do tempo, impossibilitando o crescimento de grandes diferenças no produto por trabalhador. Desse modo, o produto total será influenciado pelo capital e trabalho efetivo, que crescem a taxa  $n + g$ , e o produto *per capita* então é influenciado pelo capital por trabalho efetivo, que cresce a uma taxa  $g$ . Portanto, tanto  $k$  (capital dividido pelo trabalho efetivo) quanto  $y$  (produto dividido pelo trabalho efetivo) crescem a uma taxa  $g$ , que é a taxa de crescimento do conhecimento. Esse conhecimento também pode ser entendido como progresso tecnológico, produtividade ou efetividade do trabalho (ROMER, 2012).

A partir desses estudos do modelo de crescimento de Solow, surgiu a contabilidade do crescimento. Ela teve como pioneiros Abramovitz (1956) e Solow (1957). A contabilidade do crescimento ajuda entender o quanto os fatores de produção influenciam no crescimento econômico. Inicia-se com a função produção de Solow:

$$Y(t) = F[K(t); A(t)L(t)]$$

e a deriva em relação ao tempo, para obter o crescimento de cada variável:

$$Y'(t) = \left[ \frac{\partial Y(t)}{\partial K(t)} \right] K'(t) + \left[ \frac{\partial Y(t)}{\partial L(t)} \right] L'(t) + \left[ \frac{\partial Y(t)}{\partial A(t)} \right] A'(t)$$

que dividindo ambos os lados por  $Y(t)$  e realizando alguns rearranjos algébricos, tem-se:

$$\frac{Y'(t)}{Y(t)} = \alpha(t) \left[ \frac{K'(t)}{K(t)} \right] + \beta(t) \left[ \frac{L'(t)}{L(t)} \right] + R(t)$$

Por essa relação,  $\beta$  é a elasticidade do produto com respeito ao trabalho no tempo  $t$ ,  $\alpha$  é a elasticidade do produto com respeito ao capital e  $R(t) = \left[ \frac{A(t)}{Y(t)} \right] \left[ \frac{\partial Y(t)}{\partial A(t)} \right] \left[ \frac{A'(t)}{A(t)} \right]$ . Ou seja, a taxa de crescimento do produto da economia é igual a taxa de crescimento do capital mais a taxa de crescimento do trabalho mais a taxa de crescimento do conhecimento (ROMER, 2012).

De outra forma,  $R(t)$ , ou também conhecido como Resíduo de Solow, pode ser entendido como o resíduo que surge quando se explica o crescimento econômico pelo capital e trabalho. Assim, tudo que não é explicado pelo capital e trabalho seria o Resíduo de Solow. Esse resíduo encontra-se diante da variável  $A$ , que pode ser entendida como o conhecimento da economia, o progresso tecnológico ou a sua produtividade. Esse resíduo é ainda entendido como a produtividade total dos fatores (PTF), uma vez que ele determinaria o deslocamento da curva da função de produção. Em outras palavras, um maior progresso tecnológico aumentaria a produtividade dos fatores da economia, resultando em um nível maior de crescimento econômico para uma mesma quantidade de fator – o que relaciona o resíduo de Solow diretamente com a produtividade total dos fatores de produção. Griliches (1995) faz uma análise mais aprofundada acerca do Resíduo de Solow, destacando a importância da produtividade total dos fatores e da contabilidade do crescimento para seu entendimento (ROMER, 2012).

A contabilidade do crescimento, portanto, somente examina os determinantes imediatos do crescimento. Essa contabilidade não busca por explicações de como esses determinantes se comportam ao longo do tempo. Ademais, o modelo de Solow não fornece boas explicações às questões centrais acerca do crescimento econômico. Sendo o capital e a poupança variáveis, ele não conseguiu explicar as diferenças nas taxas de crescimento do produto por trabalho efetivo entre os países. Somente o conhecimento ou progresso tecnológico  $A$ , crescendo a uma taxa  $g$ , conseguiu determinar a taxa de crescimento econômico. Então, bastaria que  $g$  fosse igual entre os países, para a renda convergir. A única conclusão é que possivelmente os países tenderão a crescer a uma mesma taxa, uma vez que, por exemplo, o progresso tecnológico ou o conhecimento seria um bem não rival e, portanto, todos os países poderiam ter acesso ao mesmo tempo (ROMER, 2012).

A partir disso, surgiram modelos de crescimento chamados de endógenos, nos quais houve a tentativa de explorar o modelo de Solow e tentar uma maior aproximação com a realidade. Esses modelos de crescimento endógeno ainda mantêm a ideia de que  $A$  é o fator determinante da taxa de crescimento da economia, porém, endogeneizam essa variável e explicam seu comportamento e seus determinantes, para aprofundar no estudo do crescimento econômico. Mesmo assim, os modelos endógenos ainda são de pouca ajuda para entender as diferenças nas rendas entre os países (ROMER, 2012).

## 2.2 ASPECTOS EMPÍRICOS

### 2.2.1 Crescimento Econômico no Brasil

Durante a primeira metade do século XX, o crescimento econômico foi feito com base no modelo de substituição de importações, logo em seguida o crescimento econômico passou a ser sustentado com base no endividamento externo. Porém, a partir da década de 80, com a crise que afetou a economia da América Latina, as opções de crédito externo foram restringidas, os países passaram por anos de crescimento baixo e às vezes até negativo. A partir disso, a opção que tiveram para poder retomar o crescimento foi a abertura comercial e financeira. O Brasil foi um dos países a fazer essa liberalização tardiamente, porém, foi a partir da década de 1980 que essa ideia começou a se estabelecer. Por isso, será a partir deste período que é realizado este estudo (MARANGONI, 2012; PALMA, 2010; FURTADO, 2007).

O Produto Interno Bruto (PIB) é a principal medida de crescimento econômico utilizada no Brasil. Ele mede a produção total de bens e serviços em uma localidade durante um período determinado de tempo, sendo este principalmente trimestral e anual (MANKIW, 2010).

A década de 1980, tanto no Brasil quanto em outros países da América Latina, é conhecida como a década perdida. Nesta época o regime no país era de ditadura militar. O começo da década foi de crise econômica, pois o país ainda estava se recuperando dos efeitos dos choques do petróleo e também do aumento da taxa de juros dos Estados Unidos. Foi um período caracterizado por baixo crescimento e altas taxas de inflação. Por causa do baixo crescimento, a renda e o emprego

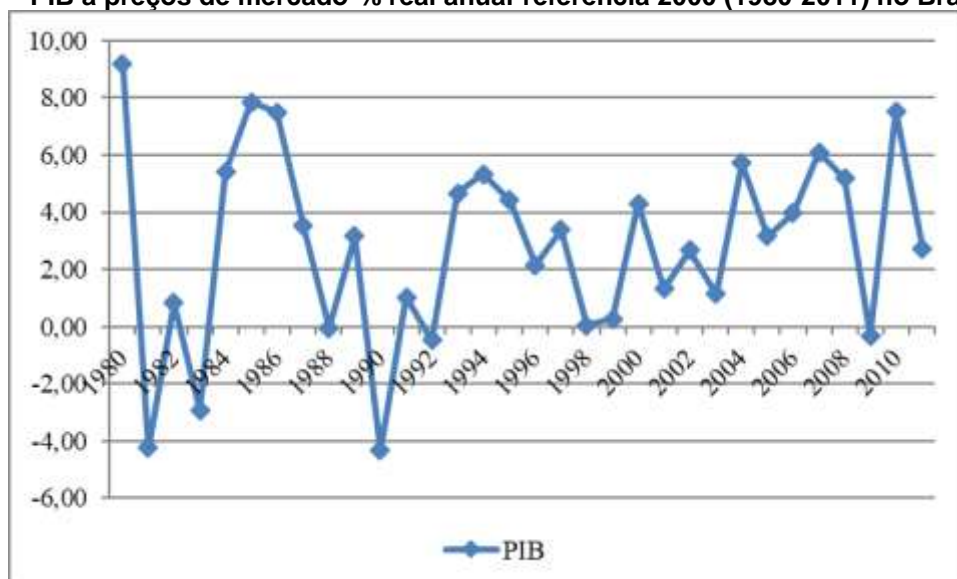
diminuíram no país, contribuindo para o aumento do grau de concentração de renda no país (NASCIMENTO, 2015; MARANGONI, 2012).

No ano de 1980, a economia brasileira já sofria efeitos das medidas que foram realizadas para tentar retomar o crescimento econômico, a taxa de câmbio no país foi desvalorizada, mas mesmo isto não foi o suficiente para evitar que a balança comercial tivesse resultado negativo. A taxa de inflação do país também chegou ao patamar de 100% ao ano (MARANGONI, 2012).

No ano seguinte, em 1981 o país enfrentou uma recessão. Houve instabilidade tanto monetária quanto cambial no país, e o Fundo Monetário Internacional (FMI) impôs pesadas condições para o país obter empréstimos, algumas dessas medidas acabaram também afetando a capacidade do país de rolar a sua dívida externa. A década de 1980 até 1994 é caracterizada por crescimento econômico lento, altas taxas de inflação e desvalorização cambial. O país também não conseguia manter uma política industrial tal como seguia fazendo nas décadas anteriores. Nesta década foram instaurados diversos planos com o intuito de retomar o crescimento ou de baixar a inflação ou também com ambos os objetivos, entre eles estão Plano Cruzado (1986), Plano Bresser (1987), Plano Verão (1989). Na década de 1990 foram implantados os Plano Collor (1990) e Plano Real (1994) (LAMONICA; FEIJÓ, 2011; MARANGONI, 2012; ACERVO SABER, 2016).

Na década de 1990 foi a vez do Brasil, entre os países da América Latina, de adotar a liberalização comercial de financeira. Isso, somado à adesão ao Plano Brady<sup>3</sup> em 1992 e também levando em consideração a grande liquidez internacional e taxas de juros internacionais decrescentes, esperava-se que tivesse um efeito positivo na atração de investimento estrangeiro direto para o país. Porém, esse fato não se concretizou, como é possível ver no Gráfico 1, durante a década de 1990, e o Brasil continuou a sustentar um crescimento econômico baixo (LAMONICA; FEIJÓ, 2011).

**Gráfico 1 – PIB a preços de mercado-% real anual-referência 2000 (1980-2011) no Brasil**



Fonte: Ipeadata, 2018.

<sup>3</sup> Plano que organizaria o processo de securitização da dívida externa nos países da América Latina (LAMONICA; FEIJÓ, 2011).

A partir de 1995 até 2006 o baixo crescimento foi acompanhado de estabilidade no nível de preços e de valorização cambial. A estabilidade monetária foi conquistada devido à implantação do Plano Real em 1994. E a valorização cambial ocorreu porque a taxa de câmbio foi fixada no país até o ano de 1999, quando se tornou flutuante. Por causa da abertura comercial do país e também da valorização da taxa de câmbio, a balança comercial passou a apresentar resultados deficitários. Esses fatos contribuíram para que o país enfrentasse choques externos, o que não contribuía para a retomada do crescimento econômico (LAMONICA; FEIJO, 2011).

Principalmente a partir de 1995, devido à abertura comercial e também por causas das privatizações, houve entrada de capital estrangeiro no país, porém, isso não se refletiu em aumento no nível de investimento e consequentemente no crescimento. Isso decorre principalmente do fato de que as taxas de juros no país continuavam altas o suficiente para desestimular o investimento (LAMONICA; FEIJO, 2011).

Em 1996 o país seguiu a trajetória de baixo crescimento, chegando o PIB a se tornar negativo em relação a 1995. Essa queda ocorreu principalmente por causa das contas públicas estarem deficitárias e o desemprego estar alto. No final da década o crescimento continuou baixo devido às crises que atingiram o país, a primeira delas a crise Asiática em 1997, a crise da Rússia em 1998 e a crise no próprio país em 1999. A crise Asiática influenciou o Brasil através da queda na Bolsa de Valores, também houve queda nas reservas internacionais do país, e para solucionar este problema a taxa de juros foi aumentada, o problema foi minimizado, porém com efeitos na diminuição da produtividade e aumento do desemprego, o que afetou o crescimento (RIBEIRO, 2010).

No ano de 1999 a crise no país ocorreu por causa das desvalorizações que haviam sido feitas no ano passado para diminuir a queda das reservas e que acabaram afetando a estabilidade monetária do país. Os principais responsáveis pelo baixo crescimento neste ano foram o aumento dos preços importados e as altas taxas de juros. Em 2000, o Brasil voltou a crescer significativamente e isso teve relação com a diminuição das taxas de juros. Porém, em 2001 houve baixo crescimento novamente, e entre os responsáveis se encontram a crise energética no país, a crise na Argentina e o atentado terrorista nos Estados Unidos. Em 2002, os baixos resultados de crescimento ocorreram pela instabilidade que a eleição de Lula causou, houve aumento no risco-país, portanto os investidores não se sentiam atraídos pelo país. No ano seguinte, as políticas econômicas, tanto fiscal quanto monetária, foram de caráter restritivo, o que restringiu o crescimento da economia (RIBEIRO, 2010).

O ano de 2004 voltou a ter crescimento maior, neste ano a inflação ficou controlada e consequentemente a taxa de juros Selic também diminuiu. A balança comercial teve resultados superavitários e a taxa de câmbio voltou a se apreciar. Em 2005, o crescimento foi um pouco menor comparado ao ano anterior por causa da diminuição dos investimentos, do desempenho da indústria de transformação e da agropecuária. O que mais contribuiu para o resultado do crescimento no ano foi o consumo das famílias e o gasto do governo. Em 2006 fatos que influenciaram no crescimento da economia foram as crises no agronegócio devido à febre aftosa e à gripe aviária, também houve diminuição nos investimentos nesta área. No ano seguinte o agronegócio se recuperou, sendo o

principal responsável pelo aumento do crescimento. Esse resultado foi passado adiante até o ano de 2008, quando houve a crise mundial e, por esse motivo o crescimento econômico no país foi negativo no ano de 2009, a crise internacional acabou tendo respingos no país (RIBEIRO, 2010).

Em 2010, a economia se recuperou da taxa negativa de crescimento do ano anterior, os investimentos também voltaram a crescer este ano, porém, ainda ficaram inferiores ao que foi registrado antes da crise. Em 2011 a economia continuou crescendo, porém, em menor escala do que no ano anterior, o crescimento respondeu bem às medidas tomadas para o controle da inflação (G1, 2011; PORTAL BRASIL, 2011).

### 2.2.2 Produtividade Total dos Fatores

A partir da década de 1980, o Brasil, mas também os outros países da América Latina, passaram por um processo de diminuição da produtividade total dos fatores, como é possível ver no Gráfico 2. Isso ocorreu por causa da mudança da estrutura de crescimento que os países sofreram. No começo do período, como dito anteriormente, os países cresciam à base de endividamento externo (MARANGONI, 2012).

**Gráfico 2: Produtividade Total dos Fatores do Brasil em Paridade do Poder de Compra**



Fonte: Penn World Table, 2018.

É dito que a abertura comercial teve impacto na produtividade. Como é possível observar no gráfico, a partir do ano de 1994. Da década de 1980 até 1990, quando o país não tinha tanta liberalização comercial a produtividade estava em constante queda comparativamente com a fronteira tecnológica apresentada, porém, já na década de 1990, quando o país implantou mais fortemente a abertura comercial, a produtividade total dos fatores voltou a crescer. Esse fato durou alguns anos somente, depois a produtividade voltou a cair até o final do período, um fato que está presente em mais países da América Latina (PALMA, 2011; ROSSI JÚNIOR; FERREIRA, 1999; GOMES; PESSOA; VELOSO, 2003).



Segundo Gomes, Pessoa e Veloso (2003), durante a década de 1980 houve anos em que a taxa de produtividade apresentada chegou até a ser negativa. A partir da década de 1990, o crescimento da produtividade foi mais balanceado, e apresentou relação positiva com a taxa de crescimento da fronteira tecnológica. Para eles, a produtividade foi o principal fator indutor do crescimento econômico desde a década de 1950 até os anos 2000.

Segundo Ferreira (2013), no ano de 2011, a produtividade total dos fatores estava 27% abaixo do que foi alcançado no início da década de 1980. Ele também afirma que esse fato é um dos principais responsáveis pela diminuição da produtividade da mão de obra do trabalhador brasileiro.

### 3 METODOLOGIA

A partir do modelo de crescimento de Solow, este trabalho tentará estimar a equação da taxa de crescimento apresentada na revisão teórica:

$$\frac{Y'(t)}{Y(t)} = \alpha(t) \left[ \frac{K'(t)}{K(t)} \right] + \beta(t) \left[ \frac{L'(t)}{L(t)} \right] + R(t)$$

na qual a taxa de crescimento do produto é igual a contribuição do capital, do trabalho e ainda um resíduo. De outro modo, é igual à taxa de crescimento do capital, do trabalho e da produtividade dos fatores.

Assim, a natureza da pesquisa será aplicada com base na teoria apresentada. Então, sua abordagem será tanto qualitativa, quanto quantitativa para com os dados. Seu objetivo é explorar as séries temporais e apresentar a importância do Resíduo de Solow para a taxa de crescimento da economia. Os procedimentos técnicos foram bibliográficos, para a seção anterior, e serão de experimentos econométricos, para esta seção e a próxima. Nesses experimentos, será utilizado o programa *Econometric Views 7* (E-Views) em sua versão 7.1.

Os dados utilizados na análise econométrica do trabalho foram retirados da *Penn World Table 8.1* (2018). Os dados referentes à produção real foram “*cgdpo*” anual, em milhares de dólares em preços de 2005 por paridade do poder de compra, que possibilita comparação da capacidade produtiva relativa entre os países em um dado tempo. O estoque de capital se referia à “*ck*” anual, em milhares de dólares correntes de 2005 por paridade do poder de compra. Os trabalhadores se referem à “*emp*” anual, e é o número de pessoas contratadas em milhões. Por fim, para o Resíduo de Solow será utilizada a *proxy* da produtividade total dos fatores “*ctfp*” anual em paridade do poder de compra com os Estados Unidos como referência igual a 1, uma vez que em termos gerais o conhecimento e o progresso tecnológico podem ser representados pelo efeito da produtividade total dos fatores na economia.

O período a ser estudado abrange de 1980 a 2011. Os dados são a partir de 1980, pois foi nesse período que o perfil de crescimento do Brasil se modificou e houve pressões para que os países da América Latina abrissem o comércio de suas economias. E, uma vez que os dados disponíveis na *Penn World Table* (2018) tinham sequência até 2011, o período de estudo ficou limitado a esse ano. Como será explicado, os dados serão trabalhados na diferença para captar a

taxa de crescimento das variáveis, portanto, os dados para aplicação econométrica iniciarão de fato em 1981.

Neste trabalho será aplicada a metodologia de econometria das séries temporais. Primeiramente, é feita a análise de raiz unitária das variáveis, para verificar seu nível de integração. Caso as séries sejam integradas de ordem 1, é verificada a existência de cointegração. Se for constatada cointegração, ou relações de longo prazo, é usado o Vetor de Correção de Erros (VEC). Se não for constatada cointegração, ou se as séries forem estacionárias em nível, é utilizado o Vetor Autorregressivo (VAR) (MATTOS, 2016).

Para melhor tratamento dos dados e aproximação do modelo teórico de referência, o modelo teórico será trabalhado do seguinte modo:

$$d \log y = d \log k + d \log l + d \log r + u$$

Onde  $d \log y$  é a diferença entre o logaritmo do produto no tempo  $t$  e o logaritmo do produto no tempo  $t-1$  (que representa a taxa de crescimento do produto),  $d \log k$  é a diferença entre o logaritmo do estoque de capital no tempo  $t$  e o logaritmo do estoque de capital no tempo  $t-1$  (que representa a taxa de crescimento do capital),  $d \log l$  é a diferença entre o logaritmo do número de trabalhadores no tempo  $t$  e o logaritmo do número de trabalhadores no tempo  $t-1$  (que representa a taxa de crescimento dos trabalhadores) e  $d \log r$  é a diferença entre o logaritmo da  $PTF$  no tempo  $t$  e o logaritmo da  $PTF$  no tempo  $t-1$  (que representa a taxa de crescimento da  $PTF$ ).

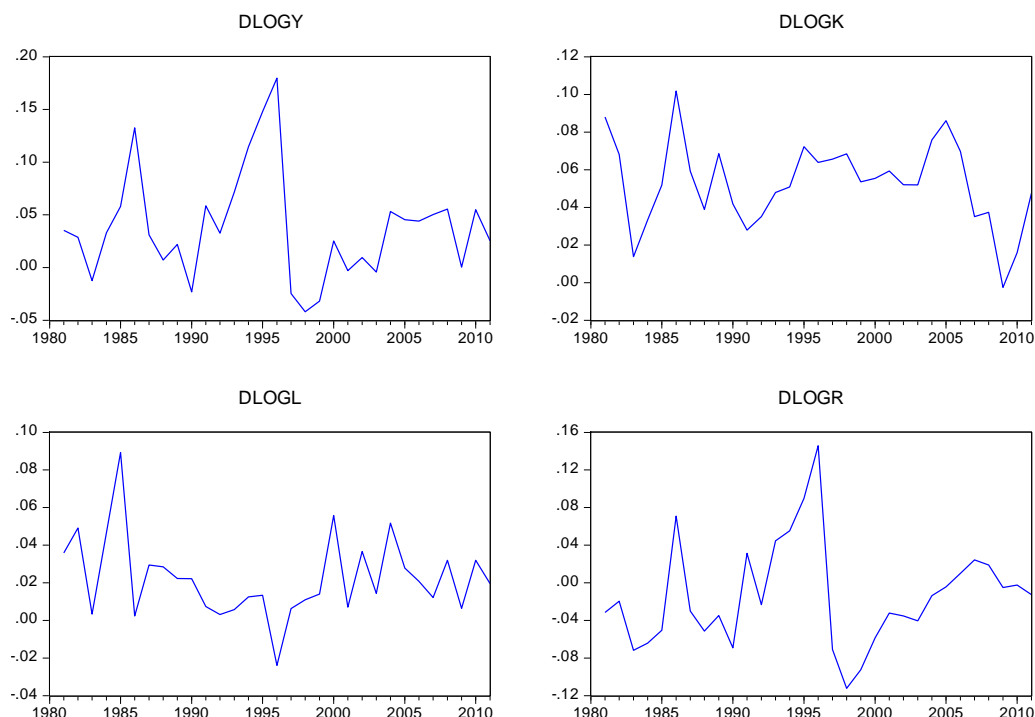
Nesse modelo teórico, o Resíduo de Solow não será tratado como o próprio termo de erro  $\mu$  da equação. O Resíduo foi contemplado com a série da produtividade total dos fatores justamente para verificar sua representação e importância no modelo, caso Solow abordasse essa variável de forma explícita. O termo de erro  $\mu$ , portanto, seria algum outro tipo de resíduo que não se referisse à série de produtividade total dos fatores utilizada, embora a ideia teórica de Solow seja a de que todo o erro do modelo fosse a contribuição do progresso tecnológico ou produtividade total dos fatores.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os gráficos de cada série que será utilizada para o modelo podem ser observados na Figura 1. A importância dos gráficos se dá em observar a presença de tendência ou constante nas séries para serem efetuados testes de raiz unitária<sup>4</sup>.

**Figura 1: Gráficos das séries em diferença dos logaritmos do produto, do capital, dos trabalhadores e da produtividade total dos fatores**

<sup>4</sup> Para maiores informações a respeito dos testes de raiz unitária, ver Gujarati e Porter (2011, p. 738 e 748).



Fonte: elaboração no programa E-Views, com base nos dados transformados.

Para testar raiz unitária, foram utilizados os testes Dickey-Fuller Aumentado (ADF), Dickey-Fuller GLS/ERS (DF\_GLS) e Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) para os níveis de 1%, 5% e 10% de significância. Para melhor visualização desses resultados, segue o Quadro 1 com um resumo.

**Quadro 1: Resumo e conclusão dos testes de estacionariedade**

Série	ADF	DF_GLS	KPSS	Conclusão
dlogy	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)
dlogk	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)
dlogl	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)
dlogr	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)

Fonte: elaboração própria, com base nos testes realizados no programa E-Views.

Todas as séries foram identificadas pelos três testes utilizados como sendo estacionárias em nível  $I(0)$ . Portanto, todas elas rejeitam a hipótese nula de possuir raiz unitária para os testes ADF e DF\_GLS e não rejeitam a hipótese nula de estacionariedade para o teste KPSS pelo menos a 10% de significância. Isso já era esperado, uma vez que as séries já estão na diferença para representar as taxas de crescimento do modelo de Solow.

Uma vez que todas as séries foram estacionárias em nível, não há indícios de que haja relações de cointegração. Mesmo ao testar a estacionariedade sem as séries dos logaritmos estarem na diferença, não houve indícios de cointegração. A partir disso, a melhor estimação é pelo método VAR. Esse método não faz distinção entre variáveis dependente e explicativas. As variáveis são consideradas todas endógenas, podendo apresentar causalidade bilateral. Sendo assim, ele é ateórico e utiliza menos informação prévia. Nele, são considerados inclusive os valores defasados das variáveis, que talvez seja o maior desafio do VAR, isto é, escolher o número de defasagens, e os

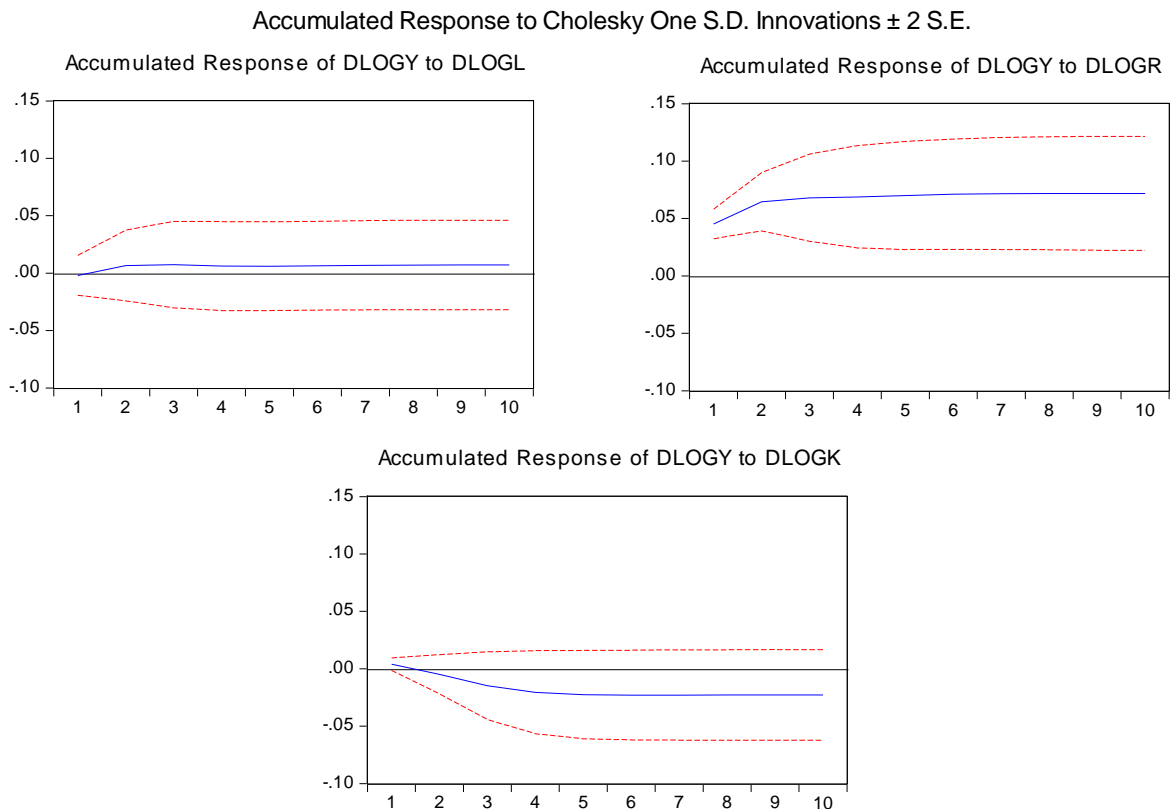
termos de erro estocástico serão os impulsos ou choques. O ideal é estimar modelos com poucas defasagens e poucas variáveis, para que não sejam consumidos graus de liberdade nem que haja multicolinearidade ou viés de especificação. É por isso que o VAR se torna mais interessante à medida que as amostras dos dados são maiores. A depender do modelo, esse método ainda pode ser gerado através de equações separadas rodadas pelo MQO. Em geral, sua análise mais utilizada é a função de impulso-resposta, que fornece o comportamento de determinada variável por vários períodos, *ceteris paribus*, quando os termos de erros das outras variáveis sofrem choques (GUJARATI; PORTER, 2011).

A ordem de *Cholesky* utilizada, supondo da variável mais exógena para a mais endógena, foi *dlogl dlogr dlogk dlogy*, pois o modelo teórico pressupõe o número de trabalhadores  $L$  e a produtividade total dos fatores  $R$  sendo exógenas (e ao considerar que a quantidade de  $L$  influenciaria na produtividade,  $L$  é mais exógena que  $R$ ), e o estoque de capital e o produto sendo endógenos (e ao considerar que  $K$  é determinante do produto,  $K$  seria menos endógena que  $Y$ ). Ao se considerar o teste de causalidade de Granger, todas as variáveis se mostraram estatisticamente não significativas, não podendo rejeitar a hipótese nula de não precedência. Somente as variáveis taxa de crescimento da PTF e do produto é que tiveram algum indício de preceder a taxa de crescimento do capital. De fato, a PTF foi colocada antes do capital, mas no caso do produto, justamente por ser, de acordo com a teoria, o capital que dá dinâmica ao seu comportamento, será mesmo mantida a ordem do capital e depois produto.

Para verificar quantas defasagens seriam necessárias, foi aplicado o critério *Lag Length* que sugeriu o uso de 1 ou 5 defasagens. Para realizar o VAR, foi utilizada apenas 1 defasagem, pois como se trata de dados anuais, 5 defasagens iriam prejudicar a quantidade de graus de liberdade.

Os testes realizados para verificar se os resíduos gerados são ruídos branco foram os de normalidade, heterocedasticidade e autocorrelação. Os resultados indicam que os resíduos possuem indício de normalidade, pois não rejeitam a hipótese nula de normalidade diante das estatísticas de Skewness, Kurtosis e Jarque-Bera. Também se indica que pode não se rejeitar a hipótese nula de homocedasticidade, sugerindo que os resíduos são homocedásticos. E a probabilidade ao considerar 1 defasagem, que foi a utilizada no VAR, para verificar autocorrelação também sugere não rejeitar a hipótese nula de não autocorrelação.

Assim, prossegue-se para as funções impulso-resposta do VAR para a taxa de crescimento do produto, que são observadas na Figura 2:

**Figura 2: Funções de impulso e resposta para a taxa de crescimento do produto**

Fonte: estimação no programa E-Views ao considerar 10 períodos.

De acordo com as funções acumuladas ao considerar 10 períodos, ou 10 anos, a resposta da taxa de crescimento do produto responde positivamente para choques na taxa de crescimento da PTF e do número de trabalhadores, sendo a PTF bastante representativa na resposta do produto. Por outro lado, choques na taxa de crescimento do capital apresentaram relação negativa na taxa de crescimento do produto. O primeiro resultado acerca da PTF e do número de trabalhadores já era esperado, uma vez que quando há mais trabalhadores, há maior crescimento do produto, assim como quando aumenta a produtividade dos fatores de produção. Porém, o resultado acumulado negativo da taxa de crescimento do capital não correspondeu com as expectativas. Talvez tenha havido problema ao considerar o estoque de capital ou então a paridade do poder de compra não tenha sido uma boa medida. Contudo, esses dados foram mantidos, uma vez que as demais séries também estão em paridade do poder de compra, que a medida de capital sugerida pelo banco de dados utilizado é essa mesma e que os resíduos ao serem testados apresentaram bom comportamento. Outra forma de entender esse resultado é devido aos retornos decrescentes que a produtividade marginal do capital possui para com a taxa de crescimento do produto. Por satisfazer as condições de Inada, em algum momento no tempo a economia atingiria seu ponto estacionário e a partir disso, aumento no estoque de capital diminuiria o produto. Uma análise de complemento para as funções impulso-resposta é a observação da decomposição da variância da taxa de crescimento do produto, de acordo com a Tabela 1:

**Tabela 1: Decomposição da variância dos erros de previsão das variáveis**

Period	S.E.	DLOGL	DLOGR	DLOGK	DLOGY
1	0.020586	0.180392	89.68412	0.691588	9.443902
2	0.022607	2.712653	82.42365	3.229608	11.63409
3	0.023038	2.622701	79.53155	6.299379	11.54637
4	0.023081	2.638075	78.47855	7.268798	11.61458
5	0.023092	2.623729	78.03786	7.365277	11.97314
6	0.023097	2.624983	77.90676	7.354392	12.11387
7	0.023099	2.630739	77.88352	7.351328	12.13441
8	0.023100	2.632340	77.88121	7.351272	12.13517
9	0.023100	2.632471	77.88107	7.351307	12.13515
10	0.023100	2.632469	77.88104	7.351307	12.13518
Cholesky Ordering: DLOGL DLOGR DLOGK DLOGY					

Fonte: estimação no programa E-Views ao considerar 10 períodos.

Nessa decomposição, é possível observar mais detalhadamente como se comporta o montante de representatividade de cada variação das variáveis em relação à taxa de crescimento do produto. No curtíssimo prazo, tem-se a maior representatividade da taxa de crescimento da PTF, com 89,68% de composição da variância da taxa de crescimento do produto, seguida de 9,44% da própria taxa de crescimento do produto, 0,69% da taxa de crescimento do capital e 0,18% da taxa de crescimento do número de trabalhadores. No longo prazo, a mesma ordem de representatividade se mantém, porém a PTF diminui para 77,88%. A taxa de crescimento do capital aumenta consideravelmente para 7,35%, e a taxa de crescimento do número de trabalhadores permanece estável em aproximadamente 2% em todos os 10 períodos.

Assim, foi possível observar que em ambas as análises de impulso-resposta e decomposição da variância, a produtividade total dos fatores apresenta significativa representação no comportamento da taxa de crescimento da economia. Entretanto, pode-se perceber que sua representatividade, apesar de ainda ser considerada a maior dentre a PTF, o capital e o trabalho, tem diminuído ao longo do tempo.

## 5 CONCLUSÃO

O modelo de crescimento de Solow possui grande importância para o entendimento de novos modelos de crescimento. Ele é considerado base para os demais estudos dessa área, devido às grandes contribuições que gerou na época. A dificuldade encontrada em seu modelo é que ele não consegue explicar o vasto crescimento do produto por trabalho efetivo ao longo dos anos ou a grande diferença existente nas taxas de crescimento de diferentes países. A conclusão, portanto, é de que o simples comportamento do capital por trabalho efetivo não seria suficiente para fornecer explicações para esses problemas. Sendo assim, a atenção deveria ser voltada para o progresso tecnológico ou a produtividade dos fatores. Diante disso, o entendimento acerca do Resíduo de Solow intrigou bastantes pesquisadores, que acabaram por desenvolver a chamada contabilidade do crescimento.

A partir da década de 1980 o Brasil teve um longo período de crescimento lento, primeiramente seguido de desvalorizações cambiais e instabilidade monetária e, depois, a partir de

1995 até 2004, de crescimento lento junto com apreciação cambial e estabilidade da moeda com o Plano Real. A partir de 2005, o país voltou a ter maior crescimento econômico em comparação ao período anterior. Em momentos específicos, foi bastante perceptível que um dos principais fatores foi a produtividade do país em influenciar no comportamento do crescimento econômico. A produtividade total dos fatores, a partir de 1980 teve tendência de queda, devido às crises que acabaram afetando o país, e só voltou a crescer na metade da década de 1990, por causa da maior abertura comercial. Porém, a partir dos anos 2000, assim como outros países da América Latina seguiu uma trajetória de queda que ainda persiste.

Por fim, a análise econométrica corroborou com as expectativas em relação à grande representatividade da taxa de crescimento da produtividade total dos fatores na taxa de crescimento econômico do Brasil, como aponta o modelo teórico. Assim como observado nos aspectos históricos, a produtividade total dos fatores, apesar de sua grande representatividade, mostrou declínio ao longo do tempo. Esse declínio foi tanto para seus valores da série ao longo dos anos, quanto para sua representatividade econométrica para a taxa de crescimento do produto ao longo dos períodos. A taxa de crescimento dos trabalhadores também corroborou com a hipótese de que teria influências positivas no produto. Contudo, a taxa de crescimento do capital não esteve de acordo com os resultados esperados, pois mostrou influência negativa no crescimento do produto. Diante disso, foram feitas algumas suposições do que pode ter ocorrido, como, por exemplo, esse resultado ter relação com as condições de Inada que o modelo teórico assume.

## REFERÊNCIAS

- ABRAMOVITZ, M. Resource and Output Trends in the United States since 1870. **NBER Occasional Paper 52**, 1956. Disponível em: <<http://www.nber.org/chapters/c5650.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2018.
- ACERVO SABER. **Planos Econômicos no Brasil**. 2016. Disponível em: <[http://www.acervosaber.com.br/trabalhos/economia/planos\\_economicos\\_no\\_brasil\\_1.php](http://www.acervosaber.com.br/trabalhos/economia/planos_economicos_no_brasil_1.php)>. Acesso em: 22 jan. 2018.
- FEENSTRA, R. C.; INKLAAR, R.; TIMMER, M. P. The Next Generation of the Penn World Table: forthcoming **American Economic Review**, available for download at [www.ggdc.net/pwt](http://www.ggdc.net/pwt). Acesso em: 15 jan. 2018.
- FERREIRA, A. H. B. **Produtividade Total dos Fatores – dados da PWT 8.0**. Temas em Economia. 2013. Disponível em: <<http://temaseconomia.blogspot.com.br/2013/10/produtividade-total-dos-fatores-no.html>>. Acesso em: 25 jan. 2018.
- FURTADO, C. **Formação Econômica do Brasil**. Companhia das Letras: Brasil. 2007.
- G1. **Economia Brasileira Cresce 7,5% em 2010, mostra IBGE**. São Paulo, 03 mar. 2011. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/noticia/2011/03/economia-brasileira-cresce-75-em-2010-mostra-ibge.html>>. Acesso em: 22 jan. 2018.
- GOMES, V.; PESSOA, S. A.; VELOSO, F. A. Evolução da Produtividade Total dos Fatores na Economia Brasileira: uma análise comparativa. **Pesquisa e Planejamento Econômico (PPE)**, v. 33, n. 3, dez. 2003.
- GRILICHES, Z. The Discovery of the Residual: an historical note. **NBER Working Paper Series 5348**. November 1995. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w5348.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2018.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria básica**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

IPEADATA. **Produto Interno Bruto (PIB) a Preços de Mercado**: variação real anual – referência 2000. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/>>. Acesso em: 22 jan. 2018.

LAMONICA, M. T.; FEIJÓ, C. A. Crescimento e Industrialização no Brasil: uma interpretação à luz das propostas de Kaldor. **Revista de Economia Política**. vol. 31, n. 1. São Paulo, 2011.

MANKIW, N. G. **Introdução à Economia**. Cengage Learning: Brasil. 6ª edição. 2014.

MARANGONI, G. Anos 1980, Década Perdida ou Ganha? **IPEA**: desafios do desenvolvimento. Ano 9, Edição 72, 15/06/2012, São Paulo.

MATTOS, R. S. **Modelos Vetoriais Autorregressivos e de Correção de Dados**. Econometria III ANE059. Disponível em: <[http://www.ufjf.br/rogerio\\_mattos/files/2009/06/Modelos-VAR-e-VEC.pdf](http://www.ufjf.br/rogerio_mattos/files/2009/06/Modelos-VAR-e-VEC.pdf)>. Acesso em: 22 jan. 2018.

NASCIMENTO, N. G. **A Década Perdida Brasileira**. XXX Semana do Economista da UEM, 2015.

PALMA, J. G. Why Has Productivity Growth Stagnated in Most Latin American Countries since the Neo-Liberal Reforms? **Cambridge Working Papers in Economics (CWPE)** 1030. 2011.

PENN WORLD TABLE. **PWT 8.1**. 2016. Disponível em: <<http://www.rug.nl/research/ggdc/data/pwt/pwt-8.1>>. Acesso em: 22 jan. 2018.

PORTAL BRASIL. **Brasil Mantém Crescimento da Economia em 2011**. 30 jun. 2011. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2011/06/brasil-mantem-crescimento-da-economia-em-2011>>. Acesso em: 22 jan. 2018.

RIBEIRO, F. C. S. *et al.* A Evolução do Produto Interno Bruto Brasileiro entre 1993 e 2009. **Vitrine da Conjuntura**, Curitiba, v. 3. n. 5, julho 2010.

ROMER, D. **Advanced macroeconomics**. 4. ed. New York: McGraw-Hill, 2012.

ROSSI JÚNIOR, J. L.; FERREIRA, P. C. Evolução da Produtividade Industrial Brasileira e Abertura Comercial. **Texto para Discussão nº 651**. IPEA. Rio de Janeiro: junho de 1999. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td\\_0651.pdf](http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td_0651.pdf)>. Acesso em: 22 jan. 2018.

SOLOW, R. M. Technical Change and the Aggregate Production Function. **The Review of Economics and Statistics**, vol. 39, n. 3. p. 312-320. 1957.