

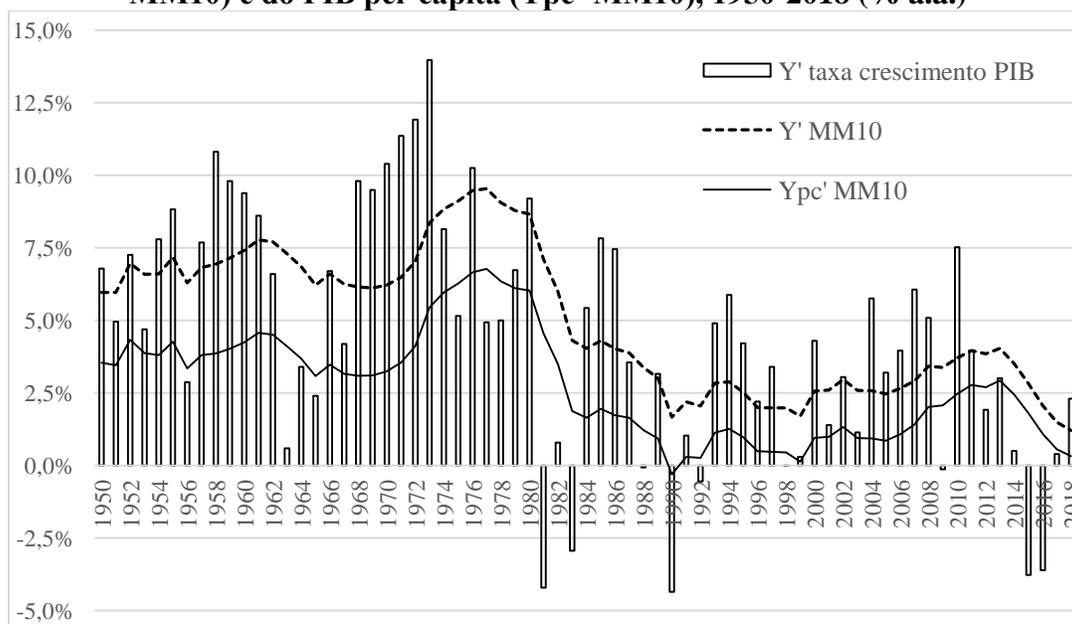
Contabilizando o Futuro: o Brasil na Armadilha do Lento Crescimento¹

Regis Bonelli²

1. Introdução

A visão do crescimento de longo prazo da economia brasileira que emerge do Gráfico 1 é mais do que suficiente para justificar a preocupação com o futuro do país devido às sucessivas frustrações com o desempenho agregado nele retratadas. Ao mesmo tempo, oferece desafio e incentivo aos que se dedicam a propor explicações para as flutuações de longo prazo do PIB e, mais importante, como superá-las. No gráfico mostramos as taxas anuais de crescimento do PIB desde 1950 nas barras verticais, suas médias decenais na linha tracejada e, na fina linha contínua, as taxas médias decenais do PIB per capita.

Gráfico 1: Brasil — Taxas anuais de crescimento do PIB (Y'), sua média decenal (Y' MM10) e do PIB per capita (Y_{pc}' MM10), 1950-2018 (% a.a.)



Fonte: Contas Nacionais do Brasil; para 2017 e 2018, projeções do Boletim Macro do IBRE (0,4%, e 2,3%, respectivamente).

Começando com as análises da “década perdida” dos anos 1980, o interesse no tema do crescimento vem frequentemente acompanhado de dúvidas quanto à sua sustentabilidade

¹ Artigo apresentado no seminário em homenagem aos 75 anos de Edmar Bacha, Casa das Garças, 17 de fevereiro de 2017. O texto reflete o débito intelectual do autor com o homenageado, quanto mais não seja pelo aprendizado nos trabalhos feitos em coautoria, listados no final.

² Do Instituto Brasileiro de Economia – IBRE/FGV, Rio de Janeiro. Esta versão foi beneficiada por comentários do homenageado e de Pedro Malan a uma anterior. Erros e/ou omissões remanescentes são, obviamente, de responsabilidade do autor. O texto atualiza resultados e análises anteriores, notadamente Bonelli (2014, 2016, 2017).

devido às fortes flutuações que ocorreram diversas vezes; fases de aceleração e desaceleração de distintas durações se sucederam no tempo, com intensidades variáveis.³

Do gráfico nota-se que, após alcançar 9,5% a.a. na década encerrada em 1976, as taxas médias decenais passam por um colapso apenas brevemente interrompido na retomada que teve início logo depois de 1990 — mas, de curta duração, sucedida que foi por outra desaceleração na década terminada em 1999. Neste último ano a média decenal de crescimento do PIB chegou a 1,7% a.a., a mesma de 1990. Segue-se uma fase de forte aceleração do crescimento até 2012-13, quando as taxas decenais foram da ordem de 4% a.a., e novo fracasso nos anos finais da série: a taxa média de aumento do PIB na década terminada em 2018 será da ordem de 1,2% a.a., a mais baixa dos quase 70 anos mostrados no gráfico.⁴

A fase de aceleração até 2012-13 não teve continuidade, muito pelo contrário; para quem no começo da atual década projetava para o futuro um crescimento do nível de atividade da ordem de 4% a.a., como o dos anos imediatamente anteriores, foi grande a frustração gerada pelo desempenho dos últimos anos. Mais uma vez ficou claro que estamos presos em uma armadilha de lento crescimento, da qual só conseguimos sair poucas vezes nas últimas quase quatro décadas. E assim mesmo, temporariamente.

O que ocorreu para justificar diferenças de desempenho das ordens de magnitude mencionadas é algo que ainda hoje estimula análises e interpretações. Em praticamente todas elas associa-se à queda do crescimento a da produtividade — em nossa interpretação, causa e consequência daquela. É importante reafirmar que o desempenho do PIB (e da produtividade) também passou por flutuações de prazo mais curto do que décadas — como, aliás, pode ser deduzido das barras anuais no gráfico. O que pode estar por trás dessas fases de aceleração e desaceleração do PIB e da produtividade? Esse é o nosso tema central. O objetivo deste texto é, nesse sentido, o de propor uma narrativa analítica dessas flutuações do crescimento, investigar a contribuição da produtividade para elas e, a partir de parâmetros macro, projetar trajetórias condicionais de crescimento no longo prazo utilizando a metodologia da contabilidade do crescimento.

A organização do texto é a seguinte: a próxima seção apresenta a associação entre crescimento e produtividade por períodos. A seção 3 decompõe o crescimento da produtividade do trabalho na PTF e no aprofundamento do capital, enquanto a seção 4 propõe formatos alternativos para examinar a mesma questão, cada um deles adicionando aspectos para a explicação. A seção 5 especula sobre as perspectivas de longo prazo a partir

³ A rigor, ainda nos anos 1970 alguns trabalhos eram céticos quanto à sustentabilidade do crescimento acelerado registrado na maior parte da década (ver, por exemplo, Bonelli e Malan, 1976). Mas é a partir dos anos 1980, e com mais intensidade nos anos 1990 que começa a se difundir a dúvida quanto à manutenção do crescimento às taxas médias do pós-guerra. Ver, por exemplo, Bonelli e Fonseca (1998), Pinheiro, Gill, Serven e Thomas (2001), Bugarin, Ellery Jr., Gomes e Teixeira (2003), Gomes, Pessôa e Veloso (2003), Bacha e Bonelli (2005, 2016a), Bonelli e Bacha (2013), Bonelli (2014, 2016, 2017), Barbosa Fº e Pessôa (2014b).

⁴ Em termos per capita, no entanto, a conclusão é ligeiramente diferente: a taxa mais baixa da série, — 0,3% a.a., é a da década terminada em 1990. A evolução da diferença entre as alturas das curvas decenais do PIB e do PIB per capita espelha a forte transição demográfica experimentada pelo país, com implicações não negligenciáveis sobre a oferta de trabalho no longo prazo — logo, sobre o crescimento, como veremos no final do texto. Na segunda metade da década de 1950, por exemplo, a população crescia cerca de 3,1% a.a.; atualmente ela cresce aproximadamente 0,8% a.a.

de dois cenários principais, função de parâmetros macro observados no passado e projeções demográficas. A seção 6 conclui a análise com um breve resumo do artigo e algumas especulações.

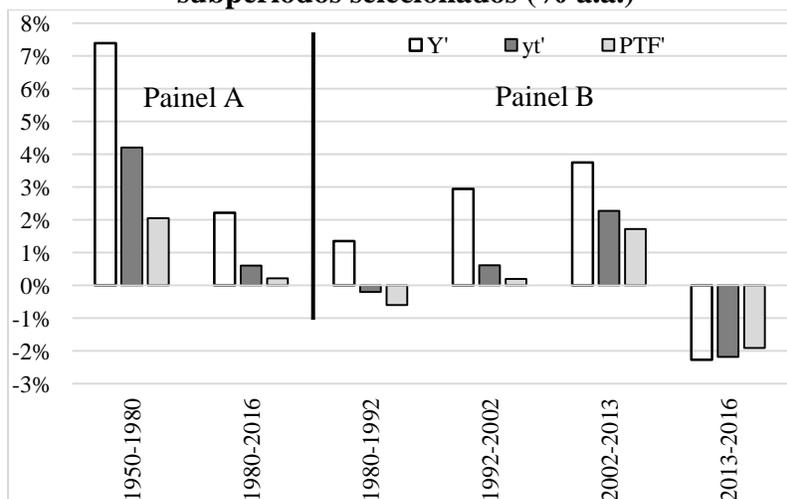
2. Crescimento e produtividade estreitamente relacionados

As médias decenais no Gráfico 1 escondem flutuações de prazo mais curto tanto do PIB (Y) quanto da produtividade horária do trabalho (yt). Essas flutuações são ilustradas no Gráfico 2 junto com as da produtividade total dos fatores (PTF), nele incluídas pelo destaque que receberão na análise posterior.

No painel da esquerda (A) subdividimos a período desde 1950 em duas longas épocas: entre 1950 e 1980 e entre 1980 e 2016. Nesse painel se observa que na fase de ouro do crescimento brasileiro, 1950-80, o PIB crescia 7,4% a.a., enquanto a produtividade do trabalho aumentava 4,2% anuais — ou seja, a produtividade representava 57% do crescimento do PIB. Já a PTF crescia 2% a.a., com a implicação que o aprofundamento do capital respondia pelos 2,2% a.a. restantes.⁵ Desses dados se deduz que o uso combinado de capital e trabalho aumentou elevados 5,2% ao ano na fase de ouro ($7,4 - 2,2$), ou 70% do crescimento.

Depois de 1980, o quadro muda substancialmente: o crescimento do PIB até 2016 alcançou apenas 2,2% anuais, e o da produtividade do trabalho meros 0,6% a.a. (27% do crescimento do PIB, apenas). A PTF, por sua vez, avançou míseros 0,2% a.a. O uso combinado de capital e trabalho, portanto, aumentou 2,0% a.a. ($2,2 - 0,2$), respondendo por cerca de 90% do crescimento.

Gráfico 2: Taxas médias de crescimento do PIB (Y'), da produtividade horária do trabalho (yt') e da produtividade total dos fatores (PTF') entre 1950-2016, subperíodos selecionados (% a.a.)



Fonte: Elaboração do autor

⁵ Uma decomposição padrão da contabilidade do crescimento nos informa que a taxa de crescimento da produtividade do trabalho é igual à da PTF acrescida do crescimento da relação capital-trabalho ponderada pela participação do capital na renda gerada. Essa expressão é derivada da que iguala o crescimento do PIB à soma do crescimento da PTF e do uso dos insumos capital e trabalho, dada a hipótese de retornos constantes à escala. As expressões (1) e (2), adiante, representam algebricamente essas descrições.

Mas o desempenho desses indicadores depois de 1980 foi tudo, menos uniforme. E é isso que mostra o painel da direita (B) no Gráfico 2, onde identificam-se quatro fases entre 1980 e 2016. A primeira é a da longa década perdida, entre 1980 e 1992, sobre a qual tanto se escreveu. Nela o PIB cresceu medíocres 1,4% anuais (com o PIB per capita caindo 0,5% a.a.) e as produtividades do trabalho e total dos fatores diminuíram, com a implicação de que a eficiência com que os fatores de produção foram utilizados caiu no período como um todo. É interessante registrar que o uso combinado de capital e trabalho continuou aumentando: a taxa média é de 2% a.a. Ou seja, mais capital e trabalho foram utilizados, mas de forma tão ineficiente que a PTF caiu.

Na década das reformas (1992-2002) a retomada do PIB foi vigorosa (3% a.a.), mas a produtividade não se recuperou tanto quanto o PIB. Já o emprego aumentou substancialmente, como se deduz da diferença entre as alturas das barras Y' e yt' .

Seguiu-se a fase do boom das commodities, caracterizada por fortes ganhos dos termos de troca, tema ao qual retornaremos em seguida: entre 2002 e 2013⁶ o PIB cresceu 3,8% anuais, a produtividade horária do trabalho 2,3% e a PTF expressivos 1,7% anuais. Daí resulta uma contribuição do aprofundamento do capital de 0,6% a.a., relativamente pequena em relação ao crescimento da produtividade do trabalho.

Ou seja, atravessamos uma fase de crescimento elevado entre 2002 e 2013 — mas que não teve continuidade: entre 2013 e 2016 o PIB desabou 2,3 % a.a., a produtividade do trabalho caiu 2,2% e a PTF 1,9% anuais. O aprofundamento do capital, no entanto, continuou a aumentar, mas a uma taxa bem pequena.

A sincronia dos movimentos do PIB, da produtividade do trabalho e da PTF também pode ser vista no Gráfico 3, que apresenta as médias móveis quadrienais das taxas de crescimento dessas variáveis de modo a suavizar as flutuações de prazo mais curto.⁷

O gráfico permite a identificação de duas fases de aceleração das variáveis: uma entre 1991-92 e 1996-97, a outra entre 2001 e 2010-11. Mesmo após estas datas o crescimento continuou acelerado até 2013: a taxa média de crescimento do PIB no quadriênio 2010-2013 foi de 4,1% a.a.; a da produtividade do trabalho, 3,1% a.a.; a da PTF, 1,9% anuais.

O que singulariza essas fases de aceleração é o crescimento relativamente mais forte da produtividade, tanto do trabalho quanto da PTF, especialmente na segunda fase. Mas, além disso, em ambas houve fortes ganhos dos termos de troca — especialmente mais fortes e prolongados a partir do começo dos anos 2000.⁸ Esse aspecto é mostrado no

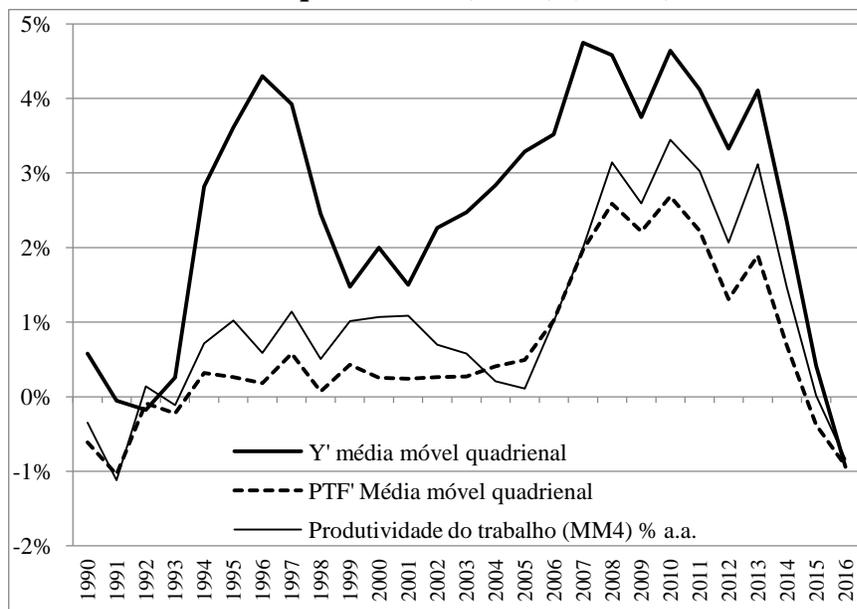
⁶ Para sermos mais precisos, os ganhos dos termos de troca terminaram em 2011. Mas o crescimento econômico continuou até 2013 por conta dos estímulos à demanda adotados no país desde o início da crise mundial.

⁷ A partir deste ponto a análise se restringe aos anos desde 1990. Vários textos citados na nota de rodapé número 3 analisaram os anos anteriores.

⁸ Sobre o papel dinamizador da bonança externa possibilitada pelo aumento das relações de troca sobre a atividade, Bacha (2013) conclui que a bonança acumulada entre 2005 e 2011 representou entre 8,8% e 9,9% do PIB em preços constantes (dependendo do exercício realizado pelo autor), permitindo que o gasto interno crescesse 5,7% a.a. no período — ou seja, 1,5 pp acima do PIB. “Esse excesso de gasto sobre o PIB foi permitido em partes aproximadamente iguais pela melhoria das relações de troca e a entrada líquida de recursos financeiros líquidos” (p. 116). De passagem, menciona-se que fortes ganhos dos termos de troca também ocorreram durante o milagre econômico brasileiro de 1968-73.

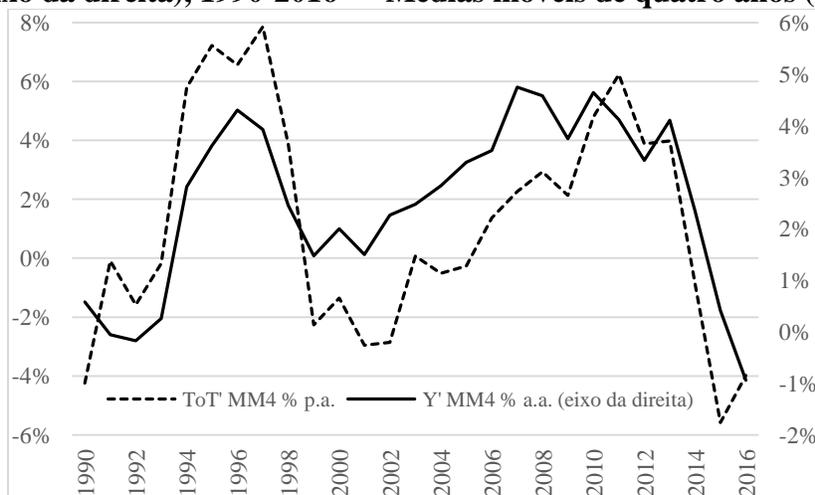
Gráfico 4, onde se observa que as flutuações de crescimento do PIB estão associadas às variações dos termos de troca.⁹

Gráfico 3: PIB, produtividade do trabalho e PTF — Taxas de crescimento em médias móveis de quatro anos (MM4) (% a.a.)



Fonte: elaboração do autor

Gráfico 4: Taxas de variação dos termos de troca (TdT', eixo da esquerda) e do PIB (Y', eixo da direita), 1990-2016 — Médias móveis de quatro anos (% a.a.)



Fonte: elaboração do autor

⁹ Relatório recente do Banco Mundial (Araujo *et. al.*, 2016) analisa o boom de preços de commodities e o desempenho das economias latino-americanas. Das suas conclusões destacamos a seguinte passagem: “Uma importante parcela do crescimento durante os anos 2000 nos países ricos em recursos naturais pode ser explicada pelas condições externas, medidas por *dummies* de tempo para capturar choques globais, crescimento dos termos de troca e ganhos inesperados de preços de commodities” (p. 75, nossa tradução).

E o vínculo passa pela produtividade. Isso foi mostrado, por exemplo, em Bacha e Bonelli (2016), que chamaram a atenção para as correlações positivas entre a PTF e os termos de troca (TdT) nas experiências históricas do Brasil e do México desde 1980. O canal de transmissão é: a melhora dos termos de troca gera apreciação cambial, que (num contexto de maior disponibilidade de divisas e de renda real mais elevada) leva ao uso mais intensivo de bens de capital e intermediários importados, os quais são mais eficientes e diversificados do que os produzidos domesticamente; são veículos de progresso técnico incorporado. Assim, o produto pode aumentar com os mesmos insumos de trabalho e capital, ou mais do que proporcionalmente ao aumento dos insumos.

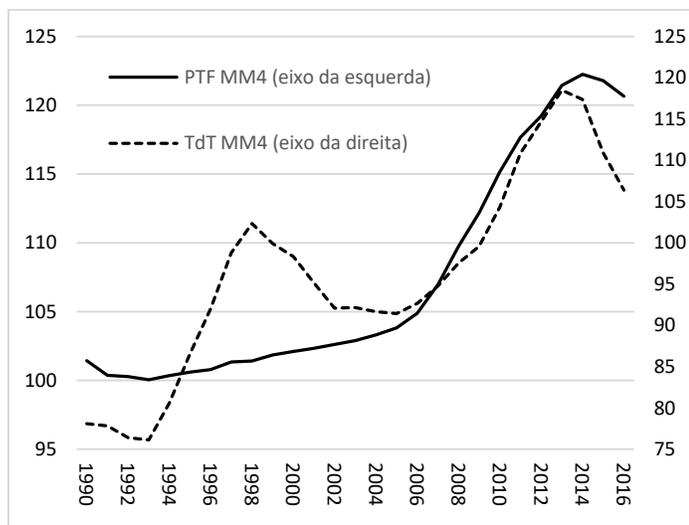
De forma inversa, uma deterioração dos termos de troca deprecia a taxa de câmbio real e (num contexto de menor disponibilidade de divisas e menor renda real) induz uma substituição ineficiente de produtos importados por produzidos domesticamente. Além desse efeito, sob retornos crescentes um aumento (redução) dos termos de troca eleva (diminui) a demanda agregada e impacta positivamente (negativamente) a medida da PTF.¹⁰

Restaria por explicar porque o efeito dos termos de troca sobre a produtividade foi aparentemente mais intenso na década passada do que na anterior. A resposta para isso pode estar no fato de que o aumento do conteúdo importado por unidade de produto (PIB) foi mais forte na década passada do que antes.¹¹ Alternativa (ou complementarmente) a segunda onda de ganhos dos termos de troca foi muito mais prolongada do que a primeira. As médias móveis quadrienais da PTF e dos termos de troca são mostradas no Gráfico 5, em nível das variáveis, para o período 1990-2016.

Gráfico 5: Médias móveis quadrienais dos níveis da PTF e dos Termos de Troca (TdT), 1990-2016 (1995=100, nos dados originais)

¹⁰ Seguimos fielmente Bacha e Bonelli (2016, p. 162-640) nestes dois parágrafos. Lá, o período do boom dos preços (e quantidades) de commodities foi por nós batizado de *China Syndrome* para destacar o fato de que parte da bonança externa foi devida ao pantagruélico apetite chinês por commodities que caracterizou o período.

¹¹ Entre 1992 e 1997 o quantum importado de bens de capital por unidade de PIB quadruplicou e o de bens intermediários (também por unidade de produto) pouco mais do que dobrou, ambos partindo de um nível muito baixo. Para o intervalo 2003-11 as razões são, respectivamente, de 3 e 1,5, partindo de níveis bem mais elevados.



Fonte: elaboração do autor

Essa conclusão aparece também em resultados recentemente apresentados por Bráulio Borges,¹² ao sugerir que a crescente divergência pós-1980 do PIB per capita entre Brasil e EUA coincidiu com forte aumento da correlação entre variações do PIB per capita e dos termos de troca. Partindo de coeficientes de correlação (R) ligeiramente negativos no começo dos anos 1970 a tendência das correlações contemporâneas entre as variáveis medidas em janelas móveis de 10 e 20 anos aumenta continuamente desde então, atingindo valores de 0,8 em 2105. Na interpretação do autor as oscilações dos termos de troca se transmitem ao PIB principalmente pelos efeitos sobre a demanda interna, pois o consumo das famílias e o investimento fixo respondem por cerca de 80% do PIB. Borges mostra também que a correlação entre as taxas de crescimento trimestral da FBCF em relação ao mesmo trimestre do ano anterior e dos termos de troca para o período 1997-2016 é de 0,74; com o consumo das famílias é de 0,59.¹³

Todos esses fatores geraram forte crescimento durante a fase de aumento dos termos de troca. Mas o choque negativo, quando as variações dos termos de troca se tornaram negativas, pode gerar forte desaceleração do crescimento econômico e afetar o potencial de crescimento pela volatilidade dos investimentos. O caso brasileiro contém ingredientes desse processo.

A conclusão tentativa desta seção não é, portanto, otimista: uma possível implicação dos resultados é que o Brasil só voltará a crescer mais rapidamente se for novamente beneficiado pela loteria das *commodities*.

¹² Seminário no IBRE/FGV em 16/01/2017.

¹³ Outros canais de transmissão de elevações dos termos de troca para a demanda interna são, como mencionado pelo autor: (1) efeitos renda (setor exportador) e riqueza (via preços dos ativos); (2) induzem abertura comercial mais acelerada, permitindo, entre outras coisas, ganhos mais expressivos de produtividade; (3) facilitam *booms* de crédito, alimentados, inclusive, pelo resto do mundo, pois existe elevada sobreposição entre ciclos de alta dos preços de *commodities* e ciclos de fluxos de capitais para emergentes; (4) geralmente são acompanhadas por política fiscal pró-cíclica, com forte elevação das receitas governamentais nos períodos de *boom* geralmente acompanhadas de elevação das despesas primárias.

Mas, não necessariamente. De qualquer forma, o registro até aqui é que, após interregnos em meados dos anos 1990 e entre 2003 e 2011 o país parou de crescer a taxas minimamente necessárias para convergir para níveis de renda per capita dos países avançados e emergentes bem sucedidos. Dito isso, é importante entender como se chegou onde estamos e o que pode ocorrer após a fase em que ingressamos. Exercícios de longo prazo com parâmetros retirados da história recente podem ajudar nas respostas.

3. Decomposição do crescimento da produtividade do trabalho

A expressão canônica da contabilidade do crescimento para decompor a taxa de crescimento do PIB (Y') é:¹⁴

$$Y' = PTF' + \alpha.(u.K)' + (1 - \alpha).HT' \quad (1)$$

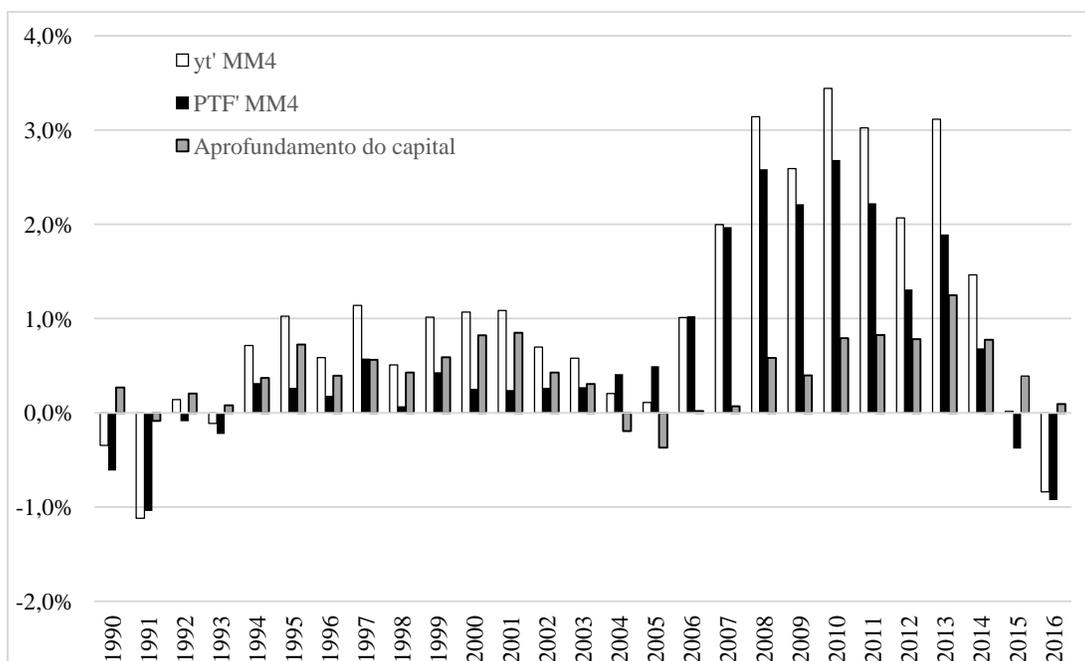
Dela se deduz a expressão para o crescimento da produtividade do trabalho (yt'):

$$yt' = PTF' + \alpha.(u.K/HT)' \quad (2)$$

onde o crescimento da produtividade do trabalho é igual à soma do crescimento da PTF com o da relação capital/trabalho ponderada pela participação do capital na renda (aprofundamento do capital). Portanto, a produtividade do trabalho pode crescer pelo crescimento da PTF — uma medida da eficiência com que trabalho e capital são utilizados na produção; alternativamente, de progresso tecnológico — pela incorporação de mais capital por trabalhador ao processo produtivo ou uma combinação de ambas. O gráfico seguinte ilustra o desempenho dessas variáveis desde 1990, medidas em médias móveis quadriênis.

Gráfico 6: Decomposição do crescimento da produtividade do trabalho (yt') nas parcelas PTF' e aprofundamento do capital, 1990-2016 (MM4, % a.a.)

¹⁴ A expressão é derivada de uma função de produção Cobb-Douglas com retornos constantes de escala. α é a produtividade marginal do capital, ou elasticidade do produto em relação ao capital — nas condições usuais igual à participação do capital na renda (igual a 0,45, doravante), — $u.K$ é uma medida do capital utilizado, onde u é o grau de utilização e K o estoque de capital, e HT é o número de horas trabalhadas. O sinal ' denota taxas de crescimento.



Fonte: elaboração do autor.

No período como um todo, entre 1990 e 2016, a produtividade por hora de trabalho aumentou em média 1,0% a.a.¹⁵ Essa taxa decompõe-se em parcelas de 0,6% a.a. da PTF e 0,4% a.a. de aprofundamento do capital, mas com fortes flutuações por subperíodos. É possível identificar das médias móveis duas fases de aceleração da produtividade do trabalho e duas de desaceleração: entre 1991 a 1997, a aceleração de 2,2 pp da produtividade do trabalho é explicada, principalmente, pela da PTF (+ 1,6 pp) — ou seja, melhora na eficiência com que capital e trabalho foram utilizados. Já na desaceleração de 0,5% de yt' entre 1997 e 2003 a PTF respondeu por 0,3 pp e o aprofundamento do capital pelo 0,2 pp restante.

Entre 2003 e 2010 houve forte aceleração (2,8 pp) na produtividade do trabalho, dos quais 2,4 pp corresponderam à aceleração de PTF' e 0,4 pp ao aprofundamento do capital; novamente, a melhora na produtividade é atribuível principalmente à PTF. E entre 2010 e 2016 a desaceleração de 4,2 pp no crescimento da produtividade do trabalho foi, novamente, quase que integralmente associada à da PTF (-3,6 pp).

Uma conclusão parcial é que a queda da PTF — um indicador da eficiência com que trabalho e capital são combinados na produção — está associada à queda da produtividade do trabalho. As variações no aprofundamento do capital explicam pouco das variações da produtividade do trabalho no período analisado. No quadriênio 2013-16, aliás, houve aumento da relação capital-trabalho. O que não impediu que a produtividade do trabalho e a PTF diminuíssem fortemente.

Conclui-se que o problema está na perda de eficiência do sistema econômico, representada pela produtividade total dos fatores (PTF). Mas, por quê? Decomposições

¹⁵ É importante registrar que a produtividade por pessoa ocupada cresceu menos: 0,6% a.a. A diferença se deve à redução da jornada de trabalho, que alcançou -0,4% a.a. entre 1990 e 2016. A taxa média desde 1982 é um pouco menor: -0,42% a.a. Ver Barbosa F^o e Pessoa (2014a).

alternativas do crescimento da PTF, na próxima seção, podem ajudar na construção de uma explicação.

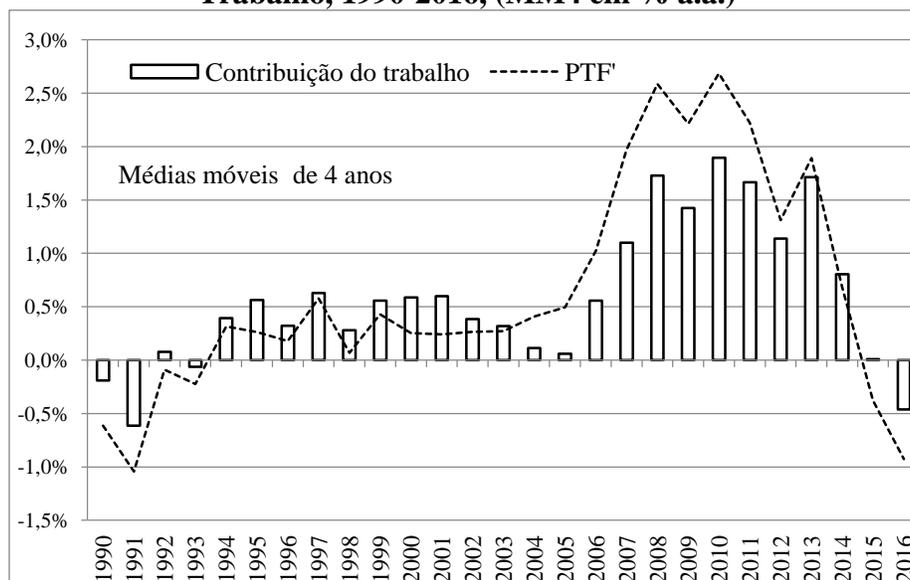
4. Decomposição da taxa de crescimento da PTF

É trivial deduzir de (1) que o crescimento da PTF pode ser decomposto em duas parcelas: uma associada à produtividade do capital — aqui aproximada por $(Y' - [u.k]')$ — e outra à produtividade do trabalho — aqui aproximada por $(Y' - HT')$ — ponderadas pelas participações dos fatores na renda, α e $(1 - \alpha)$, respectivamente:

$$PTF' = \alpha \cdot (Y' - [u.k]') + (1 - \alpha) \cdot (Y' - HT') \quad (3)$$

O resultado dessa forma de decomposição, que nada mais é do que uma forma modificada da expressão básica da contabilidade do crescimento, está no Gráfico 7. Nele mostramos na linha pontilhada o crescimento médio quadrienal da PTF e, nas barras, a contribuição da produtividade do trabalho para esse crescimento — a da produtividade do capital sendo a diferença, como se depreende de (3).

Gráfico 7: Crescimento Quadrienal da PTF e Contribuição da Produtividade do Trabalho, 1990-2016, (MM4 em % a.a.)



Fonte: elaboração do autor

É transparente do gráfico que a maior parte das taxas de variação da PTF esteve associada à contribuição da produtividade do trabalho. Mas, com algumas exceções que devem ser notadas: de 2004 a 2011, na fase de boom das commodities, a produtividade do capital teve uma importância positiva e relativamente maior. Nos dois últimos quadriênios, no entanto, a situação se inverte. Entre 2012 e 2016, por exemplo, a contribuição da produtividade do capital para a queda da PTF é de aproximadamente $\frac{1}{2}$. Ou seja, a produtividade do capital também caiu substancialmente, além da do trabalho. Novamente, por quê?

As explicações mais comuns para a redução da produtividade do trabalho apoiam-se na mudança da estrutura da economia pró-serviços dos últimos anos. Como esse setor tem produtividade inferior à média, e apresenta produtividade com crescimento mais lento,

a mudança estrutural ajuda na explicação.¹⁶ Mas o desempenho setorial da produtividade foi medíocre na maior parte dos setores nas duas últimas décadas. As exceções são a agropecuária, a extrativa mineral, os serviços industriais de utilidade pública e a intermediação financeira, os três últimos com pequena participação no emprego total — logo, pequeno efeito sobre a produtividade da economia como um todo.

Uma conjectura é que a queda mais brusca da produtividade nos últimos anos está relacionada com a recessão e perda de produto e se deve à perda de eficiência do sistema econômico. Se a produtividade é pró-cíclica, quedas no crescimento estão associadas a quedas mais do que proporcionais na produtividade.

E quanto à produtividade do capital? O registro nesse caso é de elevação até aproximadamente 2011 e redução posterior. Mais uma vez, por quê?

Uma forma de abordar a análise da produtividade do capital (v) é a partir da decomposição de suas variações no tempo. Uma explicação neoclássica para as variações em v é baseada na sua relação com o desempenho da PTF e da relação trabalho-capital. Partindo da função de produção Cobb-Douglas agregada, com as propriedades usuais,¹⁷ podemos escrever a produtividade do capital v (relação produto-capital em uso) como¹⁷

$$v = Y/uK = [A(HT)^{1-\alpha} (uK)^\alpha]/uK = A(HT/uK)^{1-\alpha} \quad (4)$$

onde A é o nível da PTF e as demais variáveis já foram definidas. Nessa formulação, a produtividade do capital é igual ao produto da taxa de progresso técnico ou PTF (A) e da relação trabalho-capital elevada à potência $(1 - \alpha)$. Logo, sua taxa de crescimento é igual à soma do crescimento da produtividade total dos fatores com o da relação trabalho-capital ponderada pela participação do trabalho na renda.

O Gráfico 8 mostra a decomposição das taxas de crescimento das variáveis na expressão anterior, dadas pelas diferenças dos logaritmos, em médias móveis quadrienais, e registra o desempenho da produtividade do capital desde 1990 nas barras sem preenchimento. Ele permite concluir que a produtividade do capital diminuiu gradualmente até 2003, aumentou fortemente daí até 2011, se elevou pouco no biênio seguinte e desabou nos últimos três anos, nessa métrica.

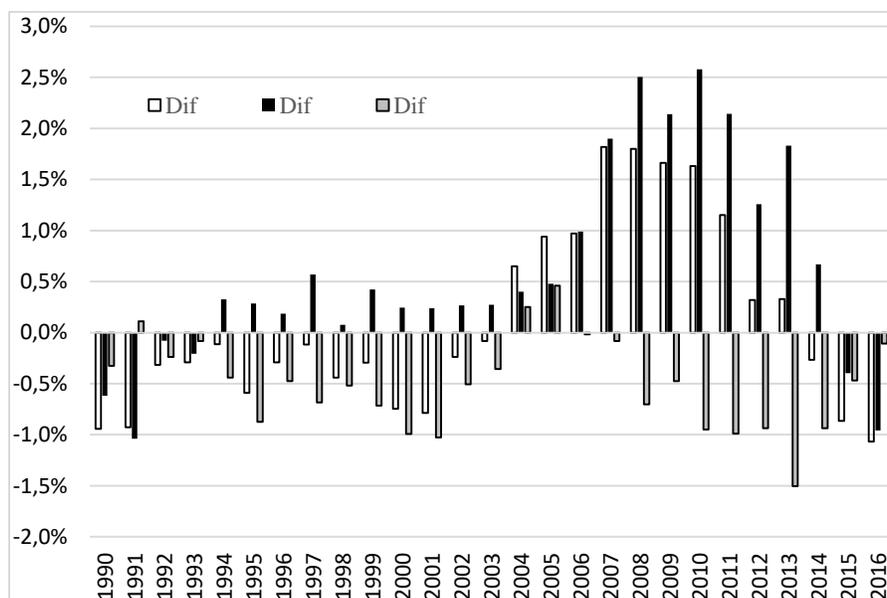
Nele se observa que a componente principal por trás das variações da produtividade do capital também é a PTF.¹⁸ A relação trabalho-capital atua quase sempre na direção contrária, exceção feita aos quadriênios findos em 2004 e 2005, além de, marginalmente, no quadriênio terminado em 1991. Logo, a produtividade do capital também está estreitamente associada à eficiência com que trabalho e capital são combinados na produção.

Gráfico 8: Decomposição logarítmica das variações na produtividade do trabalho (v) entre a PTF (A) e a relação trabalho-capital ($HT/u.K$) (MM4, % a.a.)

¹⁶ Registre-se, por outro lado, que setores como as indústrias de transformação e da construção apresentaram crescimento negativo para a produtividade do trabalho em boa parte do período, o que não tem a ver com mudança estrutural. Ver, a propósito, Veloso, Matos e Coelho (2014).

¹⁷ Essa dedução foi apresentada em Bonelli e Bacha (2013).

¹⁸ A rigor, trata-se de outra forma de mostrar o que vimos antes.



Fonte: elaboração do autor

A questão que naturalmente se coloca é o que pode explicar a queda de v nos últimos anos, além do seu caráter pró-cíclico. Da definição de v se segue que ela aumenta sempre que o estoque de capital, corrigido pelo grau de utilização, aumenta menos do que o produto gerado (VA, ou PIB) no mesmo período de referência. E v diminui se o capital aumenta mais que o produto gerado.

Isso sugere que gastos em capital fixo que não gerem valor adicionado na mesma proporção que geravam em períodos anteriores implicam redução na produtividade do capital. Uma conjectura é que isso pode ter ocorrido devido a decisões de política econômica e/ou mudanças no ambiente de negócios que causaram distorções na alocação do capital. Algumas possíveis causas seriam obras atrasadas, inacabadas, etc., que implicam gasto em formação de capital, mas não geram produto. Alguns exemplos são: (i) unidades de geração de energia elétrica que ficaram prontas, mas não foram interligadas às redes de transmissão; (ii) estaleiros inacabados ou paralisados; (iii) refinarias cuja construção foi interrompida, mas onde despesas de capital foram efetuadas (Maranhão e Pernambuco); (iv) obras do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (Itaboraí); (v) atrasos em projetos de infraestrutura ou projetos inacabados (hidroelétricas), etc.

Além desses pode-se mencionar a corrupção, que desvia recursos que de outra forma poderiam ser gastos em investimentos em infraestrutura.¹⁹ Todos esses são exemplos de má alocação de capital derivados de erros de política econômica e revelam desperdício e distorções na alocação de recursos.

5. Perspectivas

O que esperar para o futuro, a partir do desempenho dos parâmetros de crescimento do passado e da sua possível evolução no futuro? Nesta seção usamos o princípio simples de que a trajetória de crescimento futuro da economia dependerá de quanto do PIB for

¹⁹ Bacha, em comentário feito a uma versão anterior, adiciona uma especulação: a corrupção também contribui para elevar a relação capital-produto (diminuir a produtividade do capital) ao privilegiar projetos intensivos em capital, com maior margem de propina.

poupado e investido e de outros parâmetros que governam o crescimento pelo lado da oferta. Adotamos sequencialmente duas hipóteses: a produtividade é exógena; ou endógena (pró-cíclica).

A expressão básica da contabilidade do crescimento, repetida abaixo para referência, nos informa que o crescimento do PIB é igual à soma de três partes: o crescimento da PTF, dos insumos de capital (corrigido pela utilização) e de trabalho (idem, pela jornada). O Anexo resume as hipóteses adotadas nos exercícios de projeção. Aqui, basta apresentar os resultados.

$$Y' = PTF' + \alpha.(u.K)' + (1 - \alpha).HT' \quad (1)$$

No modelo de PTF exógena, a expressão deduzida no Anexo leva aos resultados da Tabela 1, na qual mostramos, para diferentes taxas PTF', o crescimento médio do PIB correspondente: dado o crescimento esperado da produtividade total dos fatores, o PIB fica determinado. A tabela mostra também a produtividade horária do trabalho e as taxas de formação bruta de capital fixo implícitas em cada simulação.

Assim, se o crescimento da PTF for nulo, o PIB crescerá 0,8% a.a. no longo prazo. Se for de 0,5%, o PIB crescerá 1,7% a.a., e assim por diante. De passagem, note-se que a produtividade do trabalho é pró-cíclica: ela cresce mais do que proporcionalmente em relação ao PIB. Os insumos de trabalho crescem 0,8% por ano no longo prazo em todas as simulações. Só o que muda é PTF'.

Tabela 1: Taxas médias anuais de crescimento da PTF, do PIB, e da produtividade do trabalho no longo prazo (% a.a.)

PTF'	Y'	yt'	Taxa de FBCF*
0	0,8	0	15%
0,5	1,7	0,9	17%
1,0	2,6	1,8	19%
1,5	3,5	2,7	21%

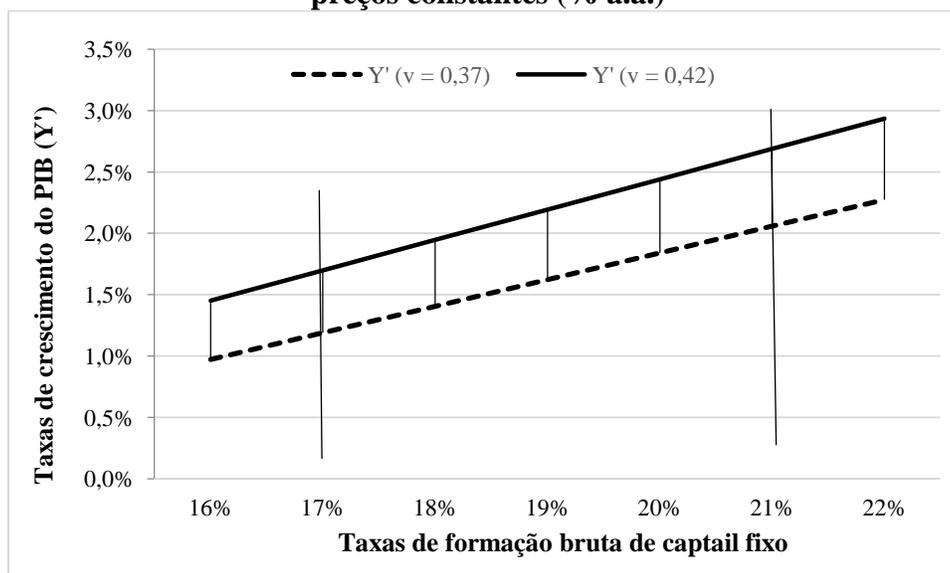
Fonte: Elaboração do autor, ver anexo. * Em preços de 2010; supondo relação produto-capital de 0,4.

Percebe-se claramente que a transição demográfica, e as menores taxas de crescimento futuras das variáveis demográficas que ela embute (PIA, PEA e PO) traduz-se em taxas substancialmente menores para o crescimento do PIB potencial neste exemplo com produtividade exógena, em relação a exercícios com dados do passado. Como ilustração, incluímos na última coluna da direita as taxas de formação bruta de capital fixo que resultam da adoção de uma relação produto-capital de 0,4, constante no exercício.

Com a taxa de investimento registrada em 2016 (17% do PIB), e dada uma taxa de 0,5% a.a. para a produtividade total dos fatores, o crescimento no longo prazo seria de 1,7% a.a. Com a taxa de investimento de 2010-11 (21% do PIB) o crescimento acelera para 3,5% — desde que PTF' aumente para 1,5% a.a. A questão é como fazê-lo. Como vimos acima, o Brasil só conseguiu sustentar taxas médias dessa ordem de grandeza antes de 1980 ou na década terminada em 2013. Neste caso, como vimos, com desempenho fortemente associado aos termos de troca e à bonança externa permitida por termos de troca muito favoráveis.

Os resultados obtidos com o modelo em que se considera a PTF pró-cíclica estão no Gráfico 9. Nesse exercício adotamos duas possibilidades para a produtividade do capital (v) no longo prazo: ela pode se situar entre 0,37 (como a registrada em 2000-01) e 0,42 (como a de 2010-11). Essas opções dão origem às duas retas mostradas no gráfico. Quanto mais alto v , maior a taxa de crescimento para a mesma taxa de formação de capital, obviamente.

Gráfico 9: Taxas de crescimento do PIB em função das taxas de investimento em preços constantes (% a.a.)



Fonte: elaboração do autor.

Mantida no longo prazo a taxa de investimento registrada em 2016 (17%) o PIB cresceria 1,2% na alternativa de que v se mantenha no valor mais baixo. E 1,7% ao ano, se adotarmos a opção de produtividade do capital mais alta.

Com taxas de investimento relativamente elevadas, da ordem das observadas em 2011-13 (21% do PIB), o crescimento acelera para entre 2,1 e 2,7% ao ano, dependendo da produtividade do capital. Não chegam a ser resultados brilhantes.²⁰ De qualquer forma, esse é o leque de alternativas de crescimento no longo prazo que se obtém com os parâmetros adotados. A questão é como elevar a taxa de investimento²¹ e, simultaneamente, a produtividade do capital. A contabilidade do crescimento tem pouco a oferecer para esse cardápio.

6. Conclusão

A economia brasileira chegará ao final da década de 2010 tendo atravessado uma recessão inédita na nossa história econômica estatisticamente documentada. A recessão ajudou a piorar o fraco desempenho de longo prazo que vinha de antes, com a exceção da fase do boom dos preços de commodities — fase essa “esticada” com estímulos de política

²⁰ As taxas de crescimento da produtividade do trabalho são obtidas facilmente dos exemplos acima, bastando deduzir 0,8% das taxas de crescimento do PIB. Note-se que o exercício ignora as flutuações de estoques ao supor que toda a poupança, doméstica e externa, financia a acumulação de capital. Se supusermos que parte dela financia a acumulação de estoques, os resultados se tornam ainda mais fracos.

²¹ Taxas de investimento consistentemente superiores a 21% do PIB (em preços de 2010) só ocorreram antes de 1980. Quando, aliás, eram bem superiores.

econômica à demanda por consumo e investimento que em pouco tempo se revelaram insustentáveis.

Para piorar o quadro, a rápida transição demográfica torna o crescimento do PIB nos próximos anos cada vez mais dependente da elevação da produtividade do trabalhador, pelas restrições que impõe ao crescimento da oferta de trabalho no longo prazo.

Nossa análise mostrou que o desempenho da produtividade nos últimos anos foi desapontador, por qualquer métrica que seja usada. Nessas condições, as perspectivas de crescimento futuro parecem ainda mais fracas do que se imaginava há não muito tempo.

A análise identificou também diversos fatores na raiz da fragilidade do crescimento atual. Um deles, obviamente, é o débil ritmo de elevação da produtividade, causa e consequência do crescimento, tema ao qual voltaremos em um instante.

O outro é a transição demográfica, que impõe limites ao crescimento da força de trabalho — logo, aos níveis de emprego — e coloca um ônus adicional na elevação da produtividade como fonte de crescimento. Se na idade de ouro do crescimento brasileiro, pré-1980, era possível elevar o nível de emprego a taxas médias pouco superiores a 3% a.a. (emprego medido em pessoas ocupadas), atualmente as taxas máximas não alcançam um terço daquelas.

Existem poucas alternativas para escapar dessa limitação imposta pela dinâmica demográfica. Uma, apontada no texto, é esperar que a difusão da educação se encarregue de elevar a taxa de participação (especialmente feminina, ainda hoje bem inferior à masculina), o que faria a força de trabalho (PEA) crescer mais rápido do que a população em idade ativa (PIA) — mas os ganhos possíveis aqui são quantitativamente limitados, como vimos. Outra, é recorrer a influxos significativos de trabalhadores de outros países. Mas, nesse caso, cálculos preliminares indicam que o volume de imigrantes teria que ser substancial para fazer diferença perceptível na oferta de trabalho. Além disso, o país ainda não possui instituições capazes de lidar com influxos de imigrantes nas ordens de grandeza requeridas para elevar substancialmente o número de trabalhadores. Logo, se o objetivo é acelerar o crescimento do nível de atividade, a solução tem necessariamente que passar, principal e primeiramente, pelo aumento da produtividade.

Um outro fator seria a ocorrência de outro ciclo de bonança externa.²² A gerência prudente dos frutos de eventuais ganhos futuros advindos da “loteria das commodities” poderia resultar em aceleração da produtividade e do produto, evitando as flutuações bruscas que foram a tônica das épocas de ganhos de termos de troca no passado. Mas não existem atualmente indicações de que um novo ciclo de ganhos substanciais dos termos de troca esteja por acontecer.

Um terceiro seria um aumento do grau de participação do comércio exterior no PIB que, além do efeito sobre a demanda dado pela expansão das exportações, teria efeitos pelo lado da oferta que adviriam de melhoria na qualidade dos insumos, como assinalado.²³

²² Além dos efeitos sobre o crescimento pelo lado da demanda, os ganhos dos termos de troca têm efeitos sobre a produtividade pelo lado da oferta, como vimos, devido ao progresso técnico incorporado em matérias primas e equipamentos importados.

²³ Ver, para outras implicações, a estratégia descrita em Bacha (2016).

Retorna-se, portanto, ao tema da produtividade, razão de ser deste ensaio. Nele vimos que o colapso do crescimento da produtividade total dos fatores está muito associado ao decepcionante desempenho seja da produtividade do trabalho, seja da produtividade do capital. Se interpretarmos a PTF como uma medida da eficiência com que os fatores são combinados na produção — noção que embute a de progresso tecnológico — a experiência dos últimos anos é reveladora de distorções alocativas que podem estar na raiz do fraco desempenho produtivo do país.

Mas nossos resultados também indicam uma saída, ao apontarem repetidas vezes para o aspecto pró-cíclico da produtividade segundo as medidas usuais (*measured productivity*). A saída está no impulso ao crescimento pelo lado da demanda, particularmente eficaz em uma fase, como a atual, de elevado grau de ociosidade na economia, tanto do trabalho quanto do capital. Mas aqui, como em diversas outras áreas da teoria do crescimento, a metodologia de *growth accounting* tem pouco a oferecer.

Bibliografia

Araujo, J. T.; Vostroknutova, E.; Brueckner, M.; Clavijo, M. e Wacker, K. M. (2016) **Beyond Commodities — The Growth Challenge of Latin America and the Caribbean**. Latin American Development Forum. Washington, DC: World Bank.

Bacha, E. (2013) “Bonança externa e desindustrialização: uma análise do período 2005-2011”, em **O Futuro da Indústria no Brasil — Desindustrialização em Debate**, Bacha, E e de Bolle, M. B. (org.). Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, IEPE / CdG.

Bacha, E. (2016) “Integrar para Crescer 2.0”, in João Paulo dos Reis Velloso (org.), **Investindo Contra a Crise e Procurando Voltar a Crescer**, Instituto Nacional de Altos Estudos – INAE, Rio de Janeiro, pp. 65–74.

Bacha, E. e Bonelli (2005) “Uma Interpretação das Causas da Desaceleração Econômica do Brasil”, in *Revista de Economia Política*, 25(3), Julho – Setembro de 2005, São Paulo, SP.

Bacha, E. e Bonelli (2016a) “Coincident Growth Collapses: Brazil and Mexico Since the Early 1980s”, em *Estudos CEBRAP*, n. 105, São Paulo, SP.

Bacha, E. e Bonelli, R. (2016b) "Accounting for the Rise and Fall of Brazil's Growth after World War II", em Mario Damill, Martín Rapetti, and Guillermo Rozenwurcel (eds.), **Macroeconomics and Development: Roberto Frenkel and the Economics of Latin America**. New York: Columbia University Press, 2016: 188-207.

Barbosa Fº, F. de H. e Pessôa, S. (2014a) “Pessoal ocupado e jornada de trabalho: uma releitura da evolução da produtividade no Brasil”, em *Revista Brasileira de Economia*. Rio de Janeiro: v. 68, n.2, abril-junho.

Barbosa Fº, F. de H. e Pessôa, S. (2014b) “Desaceleração Veio da Nova Matriz, não do Contrato Social”, em Bonelli e Veloso (org) **Ensaio IBRE de Economia Brasileira II**, Rio de Janeiro: Elsevier: FGV/IBRE.

Barbosa Fº, F. de H., Turra, C. M., Wajnman, S. e Guimarães, R. (2016) “Transição demográfica, oferta de trabalho e crescimento econômico no Brasil”, em Bonelli e Veloso (org) **A Crise de Crescimento do Brasil**, Rio de Janeiro: Elsevier: FGV/IBRE.

- Bonelli, R. (2014) “Produtividade e armadilha do lento crescimento”, em de Negri, F. R e Cavalcante, L. R. **Produtividade no Brasil: Desempenho e Determinantes**. Brasília: Ipea.
- Bonelli, R. (2016) “Sobre o enigma do lento crescimento brasileiro”, em R. Bonelli e F. Veloso (org). **A Crise de Crescimento do Brasil**, Rio de Janeiro: Elsevier: FGV/IBRE.
- Bonelli, R. (2017) “O Brasil em Transição para um ‘Novo Normal’?”, em Bonelli, R., Pinheiro, A. C. e Veloso, F. (org.) **Anatomia da Produtividade no Brasil**
- Bonelli, R. e Malan, P. S. (1976) “Os Limites do Possível: Notas sobre Balanço de Pagamentos e Indústria nos anos 70”, em *Pesquisa e Planejamento Econômico*. Rio de Janeiro: IPEA, v. 6, n. 2, agosto.
- Bonelli, R. e Fonseca, R., (1998) “Ganhos de produtividade e de eficiência: novos resultados para a economia brasileira”. *Pesquisa e Planejamento Econômico*. Rio de Janeiro: IPEA, v. 28, n. 2, agosto.
- Bonelli, R. e Bacha, E. (2013) “Crescimento Brasileiro Revisitado”, em F. Veloso, P. C. Ferreira, F. Giambiagi e S. Pessoa (org.) **Desenvolvimento Econômico: Uma Perspectiva Brasileira**. Rio de Janeiro: Ed. Campus.
- Bonelli, R. e Veloso, F. (org.) (2014) **Ensaio IBRE de Economia Brasileira II**, Rio de Janeiro: Elsevier: FGV/IBRE.
- Bonelli, R. e Veloso, F. (org.) (2016) **A Crise de Crescimento do Brasil**, Rio de Janeiro: IBRE/FGV e Elsevier.
- Bonelli, R., Pinheiro, A. C. e Veloso, F. (org.) (2017) **Anatomia da Produtividade no Brasil**, Rio de Janeiro: IBRE/FGV e Elsevier, Rio de Janeiro, 2017.
- Bugarin, M.S., Ellery Jr., R., Gomes, V., and Teixeira, A. (2003) “The Brazilian Depression in the 1980s and 1990s.” Universidade de Brasília, mimeo.
- Gomes, V., Pessoa, S., and Veloso, F. (2003) “Evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira: uma análise comparativa.” *Pesquisa e Planejamento Econômico*. Rio de Janeiro: IPEA, vol. 33.
- Pinheiro, A. C., Gill, I.S., Serven, L. e Thomas, M.R. (2001) “Brazilian economic growth, 1900-2000: lessons and policy implications”. Washington, DC: World Bank.
- Veloso, F., Matos, S. e Coelho, B. (2014) “Produtividade Do Trabalho no Brasil: Uma Análise Setorial”, em **Ensaio IBRE de Economia Brasileira II**, R. Bonelli e F. Veloso (org.). Rio de Janeiro: Elsevier/FGV – IBRE.

Anexo: Hipótese de construção das variáveis usadas nas projeções

A equação básica da contabilidade do crescimento, repetida a seguir para referência é a base para as projeções:

$$Y' = PTF' + \alpha.(u.K)' + (1 - \alpha).HT' \quad (1)$$

Começando pelos insumos de trabalho, total de horas trabalhadas (HT), sabemos que sua taxa máxima de crescimento no longo prazo é dada por

$$HT' = PO' + j'$$

Ou seja, é igual à soma do crescimento da população ocupada (PO) com o da jornada de trabalho (j). A PO, por sua vez, mantém em equilíbrio de longo prazo uma razão constante com a PEA (implica taxa de desemprego constante no longo prazo), logo

$$PO' = PEA'$$

Já a PEA não pode crescer mais do que a PIA (população em idade ativa)²⁴ acrescida do aumento esperado da taxa de participação (part'). Logo, o crescimento do número de pessoas ocupadas é dado pelo da força de trabalho, ou PEA, o qual é a soma do crescimento da População em Idade Ativa (PIA) e do aumento anual esperado da taxa de participação, especialmente feminina, que acompanha o nível educacional da população. Em um horizonte de uma década a partir do presente, a PIA crescerá cerca de 1,0% a.a. no Brasil e o aumento esperado da taxa de participação é de 0,1 ponto percentual a.a.²⁵ Para a jornada adotamos uma taxa de -0,3% ao ano, inferior à média observada desde 1982, de -0,42% ao ano.²⁶

Logo, $PEA' = PIA' + part' = 1,0 + 0,1 = 1,1\%$ ao ano

Substituindo, vem

$$HT' = PEA' + j' = 1,1 - 0,3 = 0,8\% \text{ a.a.}$$

Com $\alpha = 0,45$

$$(1 - \alpha).HT' = 0,44\%$$

que é a contribuição do trabalho para o crescimento, valor a ser substituído na expressão (1) acima.

Para o crescimento do capital em uso (u.K)' adotamos inicialmente, no algoritmo (modelo) de produtividade exógena, a hipótese de que no longo prazo a produtividade do capital (v) ficará constante. Com isso, $v' = 0$, ou $Y' = u' + K'$

Logicamente, a utilização de capacidade u também é constante no longo prazo, logo $u' = 0$

Assim, $K' = Y'$

Substituindo acima resulta em $Y' = 1,82 * PTF' + 0,008$: o crescimento do PIB só depende de PTF' e dos insumos de trabalho.

²⁴ Nos exercícios adotamos como limite para definir a PIA toda a população com idade de 15 anos e mais de idade e o horizonte de 2017 a 2027. Se tivéssemos adotado como limite superior a idade de 64 como corte, a taxa de crescimento anual seria menor ainda: 0,6%, em vez de 1,0% a.a.

²⁵ Ver Barbosa F^o et al. (2016).

²⁶ Ver Barbosa F^o e Pessoa (2014a).

Para o modelo de produtividade endógena (função do PIB) precisamos de uma relação entre a PTF e um indicador de atividade (que não o próprio PIB). Uma solução é estimar PTF' como função do crescimento da utilização dos insumos de trabalho e capital. Ou seja

$$PTF' = f[\alpha(u.K)' + (1 - \alpha)HT']$$

A estimação por OLS de uma equação desse tipo mostra que o crescimento da PTF é igual a 0,27 do crescimento dos insumos de capital e trabalho no período 1990-2016 quando se leva em conta os níveis dos termos de troca e se isolam os anos de 2007 a 2011.²⁷

Com isso e as hipóteses sobre o crescimento máximo de horas trabalhadas e utilização (u) constante (u' = 0), a equação (1) se escreve

$$Y' - 0,27Y' = 0,45K' + 0,0044$$

$$\text{Ou } Y' = 0,62K' + 0,006$$

Neste ponto fazemos uso de uma expressão deduzida em Bacha e Bonelli (2005), ligeiramente adaptada:

$$K' = s.u.v - \delta$$

Onde s é a taxa de poupança em preços constantes (de 2010, no presente caso), u e v já foram definidos e δ é a taxa de depreciação do estoque de capital (igual a 0,05 nos anos finais da série de capital). Supondo u = 0,95 (valor médio da taxa de utilização em 2000-2016) e v assumindo o valor mais baixo desde 2000 (0,37; em 2000, 2001 e 2003) ou mais elevado (0,42; em 2011), tem-se duas taxas possíveis para o crescimento do capital, dadas pelas equações

$$K'_1 = 0,35s - 0,05$$

$$K'_2 = 0,40s - 0,05$$

Da substituição de cada uma dessas equações na equação para Y' acima resultam duas equações para o crescimento do PIB

$$Y'_1 = 0,217s - 0,025$$

$$Y'_2 = 0,247s - 0,025$$

Ou seja, com a produtividade do capital mais alta o PIB cresce 0,03 vezes a taxa de poupança em preços constantes em relação ao caso de produtividade mais baixa.

Finalmente, o leitor terá notado que neste ensaio não incluímos nos insumos de trabalho o capital humano.²⁸ Neste sentido, o efeito dos aumentos na dotação de capital humano por trabalhador aparece incluído na produtividade total dos fatores. Sua inclusão elevaria o os insumos de trabalho nas projeções de crescimento. Mas, ao mesmo tempo, reduziria PTF'.

²⁷ É interessante notar que quando a estimação é feita com os dados de 1950 a 1980 o coeficiente aumenta para 0,43.

²⁸ Isso foi feito em trabalho anterior. Ver Bonelli (2016).