

ENVELHECIMENTO E PRODUTIVIDADE*

Romero Rocha**

1 INTRODUÇÃO

A produção econômica total de um país é, tudo o mais constante, determinada pela participação da força de trabalho e da produtividade associada. Uma primeira consequência positiva da transição demográfica é uma parcela maior da população em idade ativa (PIA), com maiores taxas de participação e que, portanto, proporciona uma oportunidade de acelerar o crescimento econômico e aumentar as receitas públicas. Entretanto, à medida que a transição demográfica progride, a parcela da PIA eventualmente começa a cair, a taxa de participação da força de trabalho se torna menor e maior pressão fiscal é gerada, principalmente para apoiar saúde e gastos de previdência social. Quanto mais a razão de dependência dos idosos cresce, mais relevante se torna o comportamento do mercado de trabalho em idades mais avançadas para determinar o tamanho total da população economicamente ativa (PEA).

Geralmente, participação da força de trabalho tem uma relação estreita com aposentadoria. Algumas descobertas empíricas, entretanto, mostram que essas duas medidas são fracamente relacionadas no Brasil. Embora a aposentadoria antecipada seja comum, os indivíduos continuam trabalhando por um bom tempo depois disso, sobretudo no setor informal, não contribuindo para o sistema de seguridade social.

Uma das razões para esse padrão de aposentadoria cedo pode ser o fato de que trabalhadores mais velhos tendem a ter mais problemas de saúde e podem ser menos produtivos que os mais novos. Se os trabalhadores mais velhos são menos produtivos que os mais jovens, empresas podem substituí-los pelos mais novos, proporcionando-lhes a oportunidade de se aposentarem mais cedo, recebendo o benefício de aposentadoria, e algumas vezes, recontratando-os por meio de um contrato informal. No primeiro estudo abordando a relação entre produtividade e idade, Lehman (1953) revelou uma curva de idade criativa mostrando que a produtividade começava a aumentar em ocupações criativas como ciências, artes e atletismo em torno dos 20 anos, atingindo um pico no período entre os 30 e tantos anos até meados dos 40, e começando a declinar depois. Estudos subsequentes apoiaram esta tese, embora tenham acentuado também que o efeito do envelhecimento na produtividade depende da ocupação (SKIRBEKK, 2003). Em ocupações que são mais dependentes de habilidades cognitivas, tais como ocupações científicas, os mais jovens geralmente têm mais vantagem. Mas em ocupações gerenciais, nas quais a experiência é o fator mais importante

* Agradeço ao Banco Mundial pelo financiamento deste estudo, e a Michele Gragnolati e Tito Cordela pelos vários comentários que me fizeram. Todos os erros que permanecerem são de exclusiva responsabilidade minha.

** Pesquisador da Pontifícia Universidade Católica (PUC) do Rio de Janeiro e do Climate Policy Initiative (CPI) do Rio de Janeiro.

para o desempenho no trabalho, trabalhadores mais velhos tendem a render pelo menos tanto quanto seus homólogos mais jovens.

O impacto do envelhecimento da população na produtividade em nível macro não é claro. Sabe-se que é possível aumentar a produtividade por melhorias no conhecimento, estando o aumento intimamente ligado à inovação, por meio de novos métodos de trabalho e tecnologias. Por inovação estar intimamente ligada à criatividade, e por criatividade ser muitas vezes maior entre os membros mais jovens da sociedade, uma parcela maior de trabalhadores mais velhos teria um efeito negativo sobre o crescimento da produtividade (UN, 2007). Entretanto, a teoria do capital humano prevê que as mudanças demográficas como as que o Brasil vem experimentando tendem a resultar em famílias investindo mais no capital humano de suas crianças, o que poderia contribuir para balancear o impacto agregado negativo de uma população mais velha e menos criativa na produtividade. Além disso, uma parcela menor da população jovem faria investimentos públicos em educação e em formação inicial, coletivamente mais baratos, o que, por sua vez, faria com que programas de retreinamento para trabalhadores mais velhos fossem mais eficientes em melhorar a produtividade da força de trabalho.

Outro possível problema resultante da transição demográfica é o desequilíbrio entre produtividade e custos da força de trabalho. Se, por alguma razão, as empresas pagam salários que aumentam com a senioridade, mesmo com um declínio do perfil idade-produtividade, isto pode resultar em uma fonte de dificuldades importantes em termos de competitividade, rentabilidade, investimentos e todas as outras variáveis relacionadas. Embora a teoria neoclássica preveja que empresas pagam como salário a cada trabalhador sua produtividade marginal, veremos na seção 3 que há contratos de incentivos e razões de legislação para que este padrão não seja observado.

Este artigo apresenta uma discussão de como a produtividade no mercado de trabalho no Brasil iria mudar como resultado da transição demográfica e como esta mudança, por sua vez, afetaria o crescimento econômico e as finanças públicas. Ele se concentra em questões relacionadas com o perfil idade-produtividade, e no hiato de produtividade e salário. Em poucas palavras, as consequências do envelhecimento da população são os seguintes: *i*) a PIA está ficando cada vez menor; e *ii*) a parcela dos indivíduos mais produtivos na força de trabalho também está se tornando menor. Assim, para que a produção total seja mantida, algumas medidas/intervenções são necessárias para aumentar a participação da força de trabalho e/ou produtividade.

O restante do artigo é dividido da seguinte forma: a seção 2 discute o efeito da idade na produtividade da força de trabalho, e conseqüentemente no seu crescimento; a seção 3 apresenta uma discussão sobre as diferenças entre os perfis de idade-produtividade e idade-salário; e, finalmente, a seção 4 apresenta evidências sobre o efeito do envelhecimento da força de trabalho sobre a produtividade das empresas usando dados das empresas industriais brasileiras.

2 PERFIL IDADE-PRODUTIVIDADE

Um grande conjunto de evidências apoia a ideia de que as habilidades cognitivas declinam a partir de algum estágio da vida adulta. Com base em 91 estudos, os quais investigam como as habilidades mentais se desenvolvem ao longo do ciclo da vida, Verhaegen e Salthouse (1997) concluíram que as habilidades cognitivas (raciocínio, velocidade e memória episódica) decaíram significativamente antes dos 50 anos de idade e mais ainda após esta idade. Os níveis máximos são, em geral, alcançados entre 20 e 40 anos de idade.

Entretanto, nem todos os tipos de habilidades devem decair com a idade. Estes estudos psicométricos mencionados no parágrafo anterior dividem as habilidades entre fluidas e cristalizadas. As primeiras dizem respeito a *performance* e velocidade em resolver tarefas relacionadas a novos materiais e incluem velocidade de percepção e raciocínio. Elas são fortemente reduzidas em idades mais avançadas. Habilidades cristalizadas, como significado verbal e fluência de palavras, até mesmo melhoram com a acumulação de conhecimento e permanecem em alto nível funcional até uma idade mais tardia na vida. Assim, não se deve esperar que o declínio do perfil idade-productividade seja observado de forma igual em todas as tarefas e trabalhos.

Diversos estudos empíricos têm apoiado estas ideias. A maioria das pesquisas tem mostrado que os trabalhadores mais velhos estão em desvantagem (comparados aos trabalhadores mais jovens) em profissões que utilizam uma série de habilidades cognitivas (como memória, velocidade etc.), mas têm uma vantagem em profissões que exigem habilidades verbais, capacidade de se comunicar ou experiência gerencial. Além disso, trabalhadores mais velhos parecem ser menos produtivos em setores que são mais inovadores, pois eles têm mais dificuldades em fazer ajustes em tais ambientes que mudam rapidamente do que trabalhadores mais jovens (DAVERI; MALIRANTA, 2007).

Além disso, mesmo se acreditarmos que a produtividade individual cai com a idade, não é certo que ela cairá em termos agregados. Blanchet (1992) apontou que uma coisa é observar problemas de produtividade para trabalhadores que estão envelhecendo, mas isto não é suficiente para provar que mudanças plausíveis na proporção dos trabalhadores mais velhos vão transformar este problema individual em um problema macroeconômico significativo. Segundo ele, há um limite para o efeito total da demografia na produtividade em níveis agregados, que não seria de todo desprezível no curto prazo, mas dado que estas mudanças devem ocorrer em um período de tempo muito longo, elas serão facilmente esmagadas por outras fontes potenciais de crescimento da produtividade.

A literatura da análise do efeito da demografia na produtividade em níveis agregados é dividida por artigos que usam observações no nível das empresas e artigos que usam dados macroeconômicos. O primeiro grupo geralmente chega à conclusão de que a produtividade das empresas cai com o aumento da proporção dos trabalhadores mais velhos (seção 3). O segundo grupo analisa o efeito baseado na teoria do crescimento e usa dados *cross-country* com achados controversos. Feyrer (2007) encontra a afirmativa de que a parcela da força de trabalho acima dos 50 anos de idade é negativamente correlacionada com produtividade e crescimento. Usando dados provinciais canadenses, Tang e MacLeod (2006) também mostram que a parcela dos trabalhadores mais velhos é negativamente correlacionada com produtividade e crescimento. Entretanto, usando a mesma metodologia, Lindh e Malmberg (1999) encontram evidências de que uma parcela maior da população entre 50 e 64 anos está relacionada a um maior crescimento.

Finalmente, mesmo tendo em conta a literatura que utiliza estimativas de empresas que encontram efeito negativo entre envelhecimento e produtividade, é importante notar que a demanda relativa por tarefas envolvendo certas habilidades cognitivas pode se deslocar de diferentes maneiras ao longo do tempo. Se a demanda por habilidades interativas, que são relativamente estáveis ao longo do ciclo da vida, aumenta mais que a demanda por aptidão matemática, a qual diminui substancialmente com a idade, o valor da experiência de mercado de trabalho aumentaria e o efeito do envelhecimento na produtividade poderia ser menor que o esperado ou mesmo revertido. Também, em muitos países, incluindo o

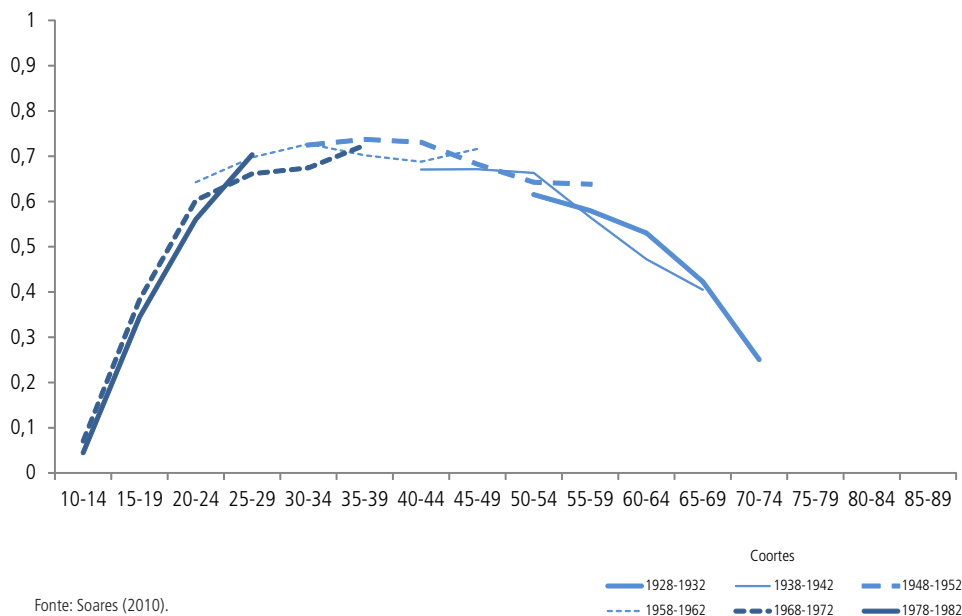
Brasil, a população tem se tornado cada vez mais educada, o que torna o treinamento mais eficiente para evitar a depreciação do capital humano nas idades mais avançadas, como será discutido na próxima seção.

O Brasil não tem muita evidência sobre o perfil idade-produtividade. Muitos artigos fornecem informações sobre o perfil de salário no ciclo da vida mas, como veremos nas próximas seções, nem sempre isto é o mesmo que perfil idade-produtividade. Uma forma de analisar o resultado (produtividade) dos trabalhadores mais velhos no mercado de trabalho é apresentar a parcela daqueles empregados no setor formal por idade (gráfico 1). A participação dos trabalhadores mais velhos no setor formal é muito menor que a proporção dos trabalhadores mais jovens, com um pico no grupo etário de 40-44 anos. Será mostrado na seção 3 que o mesmo não acontece com os salários.

Este poderia ser um sinal de que a produtividade dos trabalhadores mais velhos é menor em média do que a produtividade dos mais jovens, embora sejam necessárias evidências mais robustas, as quais serão fornecidas na seção 4. Entretanto, é possível afirmar que o setor informal é muito menos produtivo do que o setor formal, já que tem menos acesso ao mercado de crédito e menor vantagem comparativa para competir por trabalhadores mais qualificados.

GRÁFICO 1

Porcentagem de trabalhadores formais, por idade e coorte de nascimento: apenas trabalhadores assalariados



3 DIFERENÇA ENTRE SALÁRIOS E PRODUTIVIDADE

A teoria neoclássica da empresa atribui diferenciais nos salários dos trabalhadores aos seus diferenciais de produtividade marginal. O perfil demográfico dos salários segue, portanto, o perfil demográfico da acumulação de capital humano, aumentando nos estágios iniciais da carreira e diminuindo juntamente com a depreciação do capital humano (MINCER, 1974). Esta hipótese é baseada em estudos psicométricos empreendidos por cientistas médicos (SKIRBEKK, 2003), aos quais já nos referimos no início do artigo, mostrando que as habilidades cognitivas tendem a se deteriorar com a idade.

Entretanto, muitas hipóteses têm sido propostas para explicar o fato de que o perfil idade-productividade nem sempre é similar ao perfil idade-salário. Uma das explicações mais importantes é a hipótese de compensação salarial, segundo a qual as empresas podem pagar aos trabalhadores menos que suas produtividades quando eles são jovens e cuja *performance* é difícil de monitorar, e mais quando são velhos, como um mecanismo de incentivo ao esforço (LAZEAR, 1981). Outra explicação importante é oferecida pelos modelos de procura e casamento, segundo os quais a busca do mercado de trabalho, por aumentar a chance de encontrar uma boa combinação emprego-trabalhador, também pode implicar ganhos de salários crescentes com a experiência, em paralelo a efeitos constantes ou negativos da experiência na produtividade (MANNING, 2000). Em outras palavras, empregadores podem usar salários como um sinal para atrair bons trabalhadores, oferecendo um prêmio experiência-salário.

Muitos autores têm calculado os efeitos das características da força de trabalho na produtividade e os salários usando dados de empregado-empregador no nível da empresa ou da planta (em muitos casos os conjuntos de dados do empregado são pesquisas demográficas ligadas à empresa ou dados de nível de planta). Os trabalhos de Hellerstein e Neumark (1995) e Hellerstein, Neumark e Troske (1999) são particularmente importantes. O primeiro, usando dados de empresas israelenses, mostra que os perfis de idade-rendimento e de idade-productividade são bastante semelhantes. O segundo mostra resultados semelhantes usando dados dos Estados Unidos. Esses estudos concluem que salários são, de maneira geral, baseados na produtividade e que o perfil de salários por idade é consistente com a hipótese de capital humano. Entretanto, usando outro conjunto de dados dos Estados Unidos, eles acharam que perfil salarial por idade é mais inclinado que perfil de produtividade, o que pode ser interpretado como evidência apoiando a hipótese de compensação salarial.

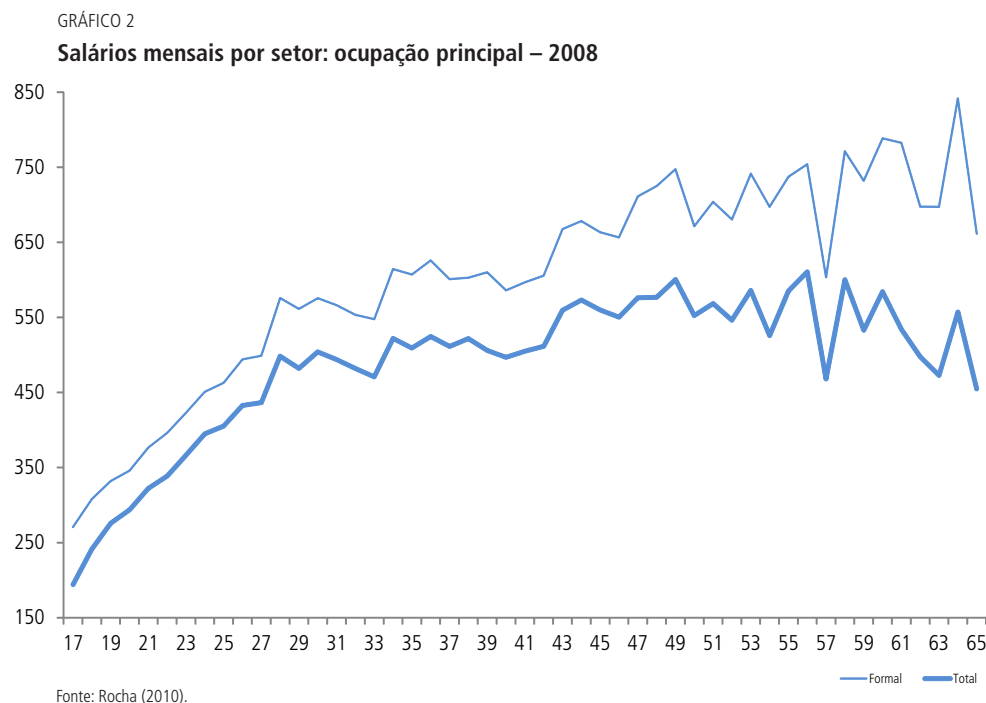
Muitas outras investigações chegam a essa última conclusão. Crépon, Deniau e Pérez-Duarte (2002) usam dados franceses e concluem que a relação entre produtividade e idade segue a forma de um U invertido, porém salários crescem com a idade. Usando dados finlandeses, Ilmakunnas e Maliranta (2007) concluem que as empresas lucram demitindo empregados mais velhos (mais de 49 anos) em todos os setores e contratando empregados mais novos (menos de 30 anos) no setor industrial. Daveri e Maliranta (2007) separam os efeitos da idade e da senioridade na produtividade. Eles argumentam que a pessoa que passa toda a sua vida em um mesmo trabalho adquire apenas aprendizagem específica associada a este trabalho. Então, o efeito da senioridade (tempo que um trabalhador gasta no mesmo trabalho) seria um efeito da acumulação de capital humano específico. O efeito da idade, por sua vez, seria um efeito de acumulação de capital humano em geral, pois, passando por diversas empresas, os trabalhadores adquirem conhecimentos gerais. A hipótese deles é a de que apenas a senioridade tem efeito negativo na produtividade em setores caracterizados pela rápida inovação tecnológica. Na verdade, eles acharam que senioridade, como *proxy* para experiência específica, teve um efeito negativo na produtividade total dos fatores no setor eletrônico (ou seja, um setor altamente tecnológico na Finlândia nos anos 1990) e um efeito positivo nos salários. Ao mesmo tempo, idade, uma *proxy* para experiência em geral, não teve um efeito negativo em produtividade.

Dostie (2006) usa dados canadenses, e seus resultados mostram a forma do U invertido para os perfis de idade-salário e idade-productividade. Comparações salário-productividade mostram que a produtividade dos trabalhadores de 50 anos ou mais com pelo menos um diploma é menor que seus salários. Finalmente, Vandenbergh e Waltenberg (2010) usam dados belgas e seus resultados indicam um diferencial negativo de produtividade dos trabalhadores mais

velhos que vão de 20% a 40%, quando comparados com trabalhadores na idade adulta. Esses diferenciais na produtividade não são compensados por menores custos de trabalho relativo.

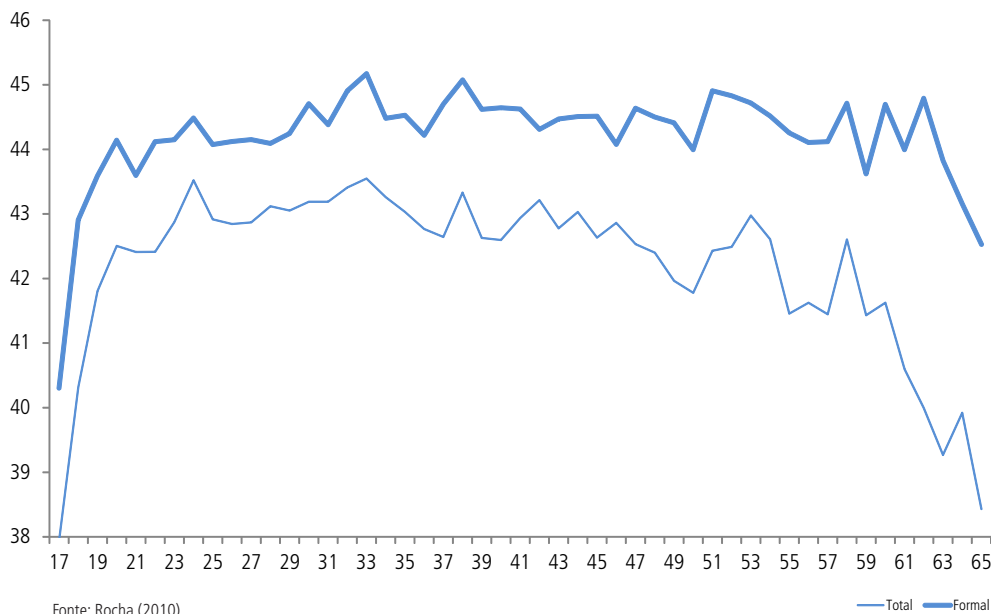
Blanchet (1992) afirma que não é claro o efeito do envelhecimento da força de trabalho na produtividade agregada, mas se considerarmos que a produtividade permanece estável enquanto os salários aumentam com a senioridade, isto pode ser uma fonte de dificuldades importantes em termos de competitividade, rentabilidade, investimentos e outras variáveis relacionadas. Ele também calcula o ajuste necessário para evitar o desequilíbrio crescente entre produtividade e custos do trabalho e mostra que não é muito alto. No entanto, o Brasil tem uma legislação regulatória proibindo este tipo de ajuste, e o resultado do desequilíbrio poderia ser um acordo entre a empresa e o trabalhador para aposentadoria antecipada obrigatória, da qual resultam problemas para o sistema público de financiamento da previdência social.

Evidência brasileira do perfil idade-salário mostra que os salários para trabalhadores empregados em sua ocupação principal não cai antes dos 65 anos. Parece que os salários permanecem estáveis entre 45 e 65 anos. O gráfico 2 mostra os salários mensais na ocupação principal por idade usando os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2008, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Embora uma pequena queda possa ser observada quando todos os trabalhadores são considerados, o mesmo não é observado quando apenas empregados formais são mantidos na amostra. Para trabalhadores formais, os salários permanecem estáveis entre 45 e 65 anos.



Portanto, parece que no Brasil os salários não seguem a hipótese do capital humano, pelo menos antes dos 65 anos de idade, ou seja, a depreciação do capital humano não é seguida por uma diminuição dos salários entre 45 e 65 anos. O gráfico 3 apresenta a distribuição etária de horas trabalhadas, tanto para todos os trabalhadores como para os trabalhadores formais apenas. A queda das horas trabalhadas é muito mais proeminente para todos os trabalhadores do que para os empregados formais. Claramente, a legislação brasileira estabelece regras mais rígidas de horas trabalhadas para o setor formal.

GRÁFICO 3

Horas trabalhadas por setor: ocupação principal – 2008

4 IDADE, PRODUTIVIDADE E SALÁRIOS: NOVAS EVIDÊNCIAS DE EMPRESAS BRASILEIRAS¹

Se produtividade é negativamente relacionada com idade, então o processo de envelhecimento da população poderia colocar uma fração maior de trabalhadores longe de seu pico produtivo e, portanto, afetar negativamente a taxa de crescimento. Ao mesmo tempo, se empresas pagam uma remuneração por idade (como esperado, de acordo com a hipótese da compensação salarial), é possível que empresas conluiem com funcionários para que estes escolham se aposentar precocemente, o que também pode afetar poupança e crescimento.

Para identificar o efeito de idade e experiência nos salários e produtividade, Rocha (2010) usa regressões no nível da empresa para empresas industriais com mais de 30 funcionários com carteira assinada, com dados da Pesquisa Industrial Anual (PIA)/IBGE de 1996 a 2007. Essas bases de dados possuem informações como receita, investimento e número de funcionários das empresas. Estas informações são mescladas com dados de funcionários oriundos da Relação Anual de Informações Sociais (Rais) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), que possui informações sobre as características de todos os funcionários empregados no setor formal, tais como sexo, idade, ocupação etc. A metodologia está explicada no anexo.

Os primeiros resultados se encontram na tabela 1. As primeiras quatro colunas representam o efeito de cada variável na produtividade. Claramente, a produtividade de uma empresa se reduz com a idade e a senioridade. As últimas quatro colunas representam o efeito de cada variável no salário. Os salários aumentam fortemente com a senioridade, mas se mantêm constantes com a idade. Esse resultado é consistente com a hipótese da compensação salarial. Aparentemente, empresas no Brasil pagam menos do que a produtividade marginal para trabalhadores jovens, mas compensam com salários maiores no futuro, principalmente se os trabalhadores continuarem na mesma empresa (senioridade mais alta).

1. Esta seção é baseada em Rocha (2010).

TABELA 1
Efeito de idade e experiência em produtividade e salários

Parâmetros	Produtividade				Salários			
	Estimativa	EP approx ¹	Estat t	Approx Pr > t ²	Estimativa	EP approx	Estat t ³	Approx Pr > t
Tamanho da força de trabalho	0.52	0.00	104.75	<.0001				
Ensino médio	0.17	0.01	17.31	<.0001	0.02	0.00	4.42	<.0001
Ensino superior	0.45	0.02	18.09	<.0001	0.49	0.01	35.33	<.0001
15-24	0.54	0.02	25.18	<.0001	-0.27	0.02	-13.46	<.0001
25-34	0.43	0.02	19.74	<.0001	0.01	0.02	0.29	0.77
45-64	-0.35	0.03	-12.65	<.0001	0.02	0.03	0.63	0.53
Sênior	-0.48	0.02	-22.59	<.0001	0.12	0.01	7.94	<.0001
Homem	0.23	0.02	10.86	<.0001	0.11	0.01	15.15	<.0001

Fonte: Rocha (2010).

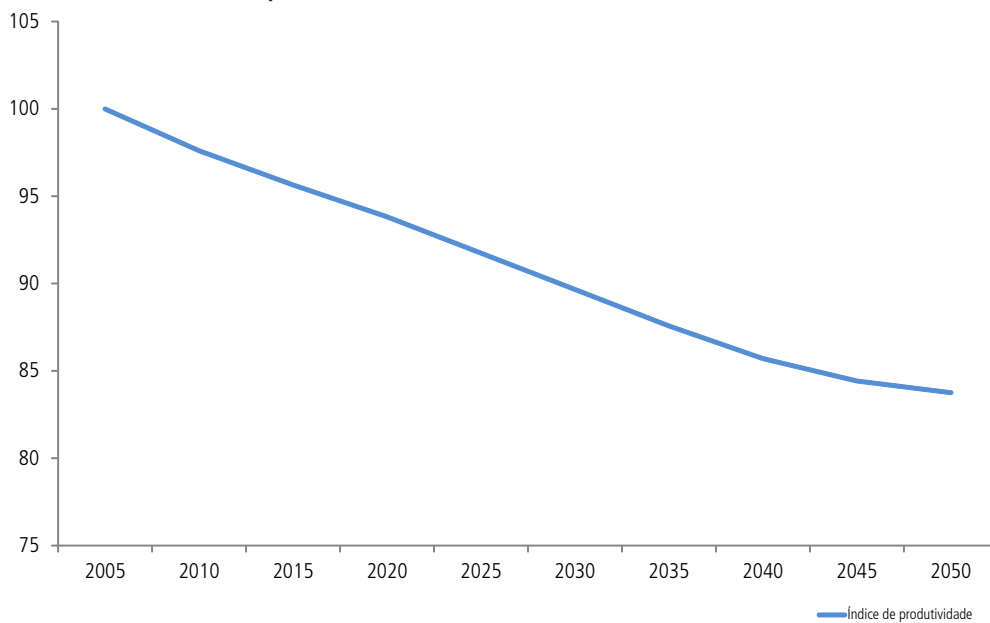
Notas: ¹ EP Approx = erro-padrão aproximado.

² Approx Pr > |t| = valor-p.

³ Estat t = estatística t.

Como devemos interpretar estes resultados? Para melhor entender o efeito do envelhecimento da força de trabalho na produtividade, Rocha (2010) se utiliza de um simples exercício assumindo que o perfil demográfico do Brasil muda de acordo com as projeções populacionais feitas pelo IBGE em 2008, com todo o resto se mantendo constante. Utilizando os coeficientes estimados acima e considerando o índice de produtividade de 2005 igual a 100, temos os resultados indicados no gráfico 4. A produtividade de empresas industriais brasileiras deveria ser reduzida pela situação demográfica em 16% entre 2005 e 2050, todo o resto constante.

GRÁFICO 4
Produtividade das empresas industriais brasileiras



Fonte: Rocha (2010).

As estimativas da tabela 1 demonstram que a produtividade aumenta com a educação. A média de anos de estudo no Brasil tem aumentando rapidamente durante as últimas duas décadas

(WORLD BANK, 2010). Usando como referência a distribuição educacional de países médios da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), assumindo que o Brasil atingiria esta mesma distribuição educacional em 2050 e utilizando os coeficientes da tabela 1, Rocha (2010) conclui que a produtividade das empresas industriais brasileiras deve aumentar 9% entre 2005 e 2050 devido à mudança na estrutura educacional, que poderia parcialmente compensar as mudanças demográficas. Além disso, o coeficiente dos trabalhadores mais idosos pode variar com mudanças na demanda relativa por empregos que envolvam “habilidades interativas” como mencionado na seção 2 e, principalmente, com a mudança na educação da população, que torna o treinamento mais eficiente, evitando a depreciação do capital humano para idades maiores. Logo, o efeito da demografia na produtividade depende do nível de educação nos primeiros estágios, tornando ainda mais importante prover educação de qualidade para todos.

Concluindo, os resultados demonstram que, no setor industrial brasileiro, o salário aumenta com a idade e a produtividade decai. Nesse caso, o envelhecimento da força de trabalho é um fardo para as empresas, pelo menos no curto prazo. Além das explicações oriundas da hipótese da compensação, outro possível motivo para este fenômeno é a legislação que impõe restrições na possibilidade de reduzir salários de funcionários que estão na mesma empresa há muito tempo, o que a obriga a pagar altas multas no caso de demissão. Sob estas condições, demitir funcionários quando estes se tornam menos produtivos é muito custoso.

Como visto na seção anterior, estes resultados são consistentes para países europeus. Eles indicam que o envelhecimento da força de trabalho pode se tornar uma carga para as empresas, pois estas devem pagar salários maiores que a produtividade marginal para funcionários mais idosos. Isso pode criar incentivos para empresas e trabalhadores adiantarem a aposentadoria. Quanto maior for o envelhecimento da força de trabalho, maior será este incentivo, pois as empresas terão uma proporção maior de trabalhadores idosos. Apesar da possibilidade de as empresas alterarem as formas de incentivo e do caráter dinâmico dos contratos, dados de países desenvolvidos nos levam a crer que empresas continuam a pagar salários baseados na senioridade, mesmo após a transição demográfica estar completa (LAZEAR; EDWARD, 1990; LEE; MANSON; LEE, 2004). Uma possível solução para reduzir o peso de uma mão de obra envelhecida seria adotar a aposentadoria obrigatória. Muitos funcionários seriam obrigados a se aposentar e empresas poderiam reempregá-los de forma informal, com salários menores e sem obrigações de seguro social. Esta evidência está em linha com a realidade observada no Brasil.

Como trabalhadores continuam a envelhecer em muitos países de renda média e alta, o perfil etário da força de trabalho irá se distanciar de exibir uma alta proporção de trabalhadores com produtividade ótima. Tal cenário sugere que essas economias precisarão aumentar o crescimento da produtividade do trabalho, o que requer um aumento substancial em *broad capital investments*, em outras palavras, capital humano, capital intangível (pesquisa e desenvolvimento) e capital físico (UN, 2007). Uma força de trabalho envelhecida pode melhorar investimentos em capital humano e no mínimo compensar parcialmente o efeito da diminuição de produtividade associada a ela. Em países menos desenvolvidos, entretanto, a maioria das políticas ainda busca aumentar a produtividade do setor informal, tradicionalmente de baixa especialização, mas de grande importância em economias emergentes e em desenvolvimento (incluindo o Brasil). Neste contexto, investimentos em capital humano e infraestrutura no Brasil são bastante importantes para aumentar a produtividade como um todo.

Além disso, melhor acesso à tecnologia e à criação de uma interação na cadeia de oferta entre os setores formal e informal pode melhorar as habilidades dos trabalhadores e por fim levar a uma taxa maior de crescimento geral de produtividade (ILO, 2004).

Para concluir, neste artigo foi demonstrado que impactos negativos do envelhecimento da população na produtividade no nível da empresa industrial devem ser esperados. Isso pode acarretar impactos negativos na produção econômica agregada (entretanto, evidências são ambíguas), pois uma maior proporção da força de trabalho estaria longe da sua produtividade ótima. Para compensar estes efeitos negativos, algumas políticas tradicionais são recomendadas. As mudanças demográficas atuais no Brasil deverão resultar em um aumento no investimento de capital humano e, conseqüentemente, em melhorias na produtividade do trabalho. Além disso, melhor qualidade de educação primária, aliada a investimentos efetivos em treinamento de funcionários mais velhos podem ajudar o Brasil a aumentar ainda mais sua produtividade, mesmo enquanto a população envelhece.

REFERÊNCIAS

- ACKERBERG, D.; CAVES, K.; FRAZER, G. **Structural identification of production functions**. University of Arizona: UCLA; University of Toronto, 2003 (Working Paper).
- AUBERT, P.; CRÉPON, B. Âge, salaire et productivité: la productivité des salariés décline-t-elle en fin de carrière? *Économie et Statistique*, n. 368, p. 95-119, 2003.
- BLANCHET, D. Does an ageing labour force call for large adjustments in training or wage policies? In: JOHNSON, P.; ZIMMERMANN, K. F. (Ed.). **Labor markets in an ageing Europe**. Cambridge: Cambridge University Press, 1992.
- BLUNDELL, R.; BOND, S. **GMM estimation with persistent panel data: an application to production functions**. Institute for Fiscal Studies, 1999 (IFS Working Papers, W99/04).
- BOBONIS, G. J.; MIGUEL, E.; PURI-SHARMA, C. Anemia and school participation. *Journal of human resources*, v. XLI, n. 4, p. 692-721, 2006.
- BOND, S.; SODERBORN, M. **Adjustment costs and the identification of Cobb-Douglas production functions**. Institute for Fiscal Studies, 2005 (Working Paper, 05/04).
- CARDOSO, L. C.; FAÇANHA, L. O.; MARINHO, A. **Avaliação de programas sociais (PNAE, PLANFOR, PROGER): eficiência relativa e esquemas de incentivo**. Rio de Janeiro: Ipea, 2002 (Texto para Discussão, n. 859).
- CRÉPON, B.; DENIAU, N.; PÉREZ-DUARTE, S. **Wages, productivity, and worker characteristics: a french perspective**. Institut National de la Statistique et des Etudes Économiques, 2002 (Serie des Documents de Travail du CREST).
- DAVERI, F.; MALIRANTA, M. Age, seniority and labor costs. *Economic Policy*, v. 22, n. 1, p. 117-175, 2007.
- DOSTIE, B. **Wages, productivity and aging**. Bonn, Germany, 2006 (IZA Discussion Paper, n. 2.496).
- FEYRER, J. Demographics and productivity. *The Review of Economics and Statistics*, v. 89, n. 1, p. 100-109, 2007.
- GORODNICHENKO, Y. **Using firm optimization to evaluate and estimate returns to scale**. University of Michigan, 2006 (Working Paper).
- GRILICHES, Z.; MAIRESSE, J. Production functions: the search for identification. In: STROM, S. (Ed.). **Econometrics and economic theory in twentieth century: the ragnar frisch centennial symposium**. Cambridge University Press, 1998. p. 169-203.
- HELLERSTEIN, J. K.; NEUMARK, D. Are earnings profiles steeper than productivity profiles? *Journal of Human Resources*, v. 30, n. 1, p. 89, 1995.

_____.; _____.; TROSKE, K. R. Wages, productivity and worker characteristics: evidence from plant-level production functions and wage equations. *Journal of Labor Economics*, v. 17, n. 3, p. 409-446, 1999.

ILMAKUNNAS, P.; MALIRANTA, M. **Aging, labor turnover, and firm performance**. Helsinki, Finland, 2007 (HEER Discussion Paper, n. 164).

ILO – International Labour Organization. **World employment report 2004-05: employment, productivity and poverty reduction**. Geneva: ILO, Dec. 2004.

LAZEAR, E. P. Agency, earnings profiles, productivity and hours restrictions. *American Economic Review*, v. 71, n. 4, p. 606-20, 1981.

_____.; EDWARD, P. **Adjusting to an aging labor force**. NBER Chapters, in: Issues in the Economics of Aging. p. 287-316. National Bureau of Economic Research, 1990.

LEE, R.; A. MANSON; LEE, S.-H. **Individual earnings and consumption profiles: what do we know?** Symposium on Population Aging and Economic Productivity. Vienna Institute of Demography. Dec. 2004.

LEHMAN, H. C. **Age and achievement**. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1953.

LEVINSOHN, J.; PETRIN, A. Estimating production function using inputs to control for unobservables. *Review of Economic Studies*, v. 70, n. 2, p. 317-342, 2003.

LINDH, T.; MALMBERG, B. Age structure effects and growth in the OECD, 1950-90. *Journal of Population Economics*, v. 12, n. 3, p. 431-449, 1999.

MANNING, A. Moving on up: interpreting the earning-experience profile. *Bulletin of Economic Research*, v. 52, p. 261-95, 2000.

MINCER, J. **Schooling, experience, and earnings**. New York: Columbia University Press, 1974.

OLLEY, G.; PAKES, A. The dynamics of productivity in the telecommunications equipment industry. *Econometrica*, n. 64, p. 1.263-1.297, 1996.

ROCHA, R. C. B. **Aging labor force, productivity and wages**. Background paper prepared for the Workshop on Aging in Brazil, World Bank, Brasilia. Apri. 2010.

SKIRBEKK, V. **Age and individual productivity: a literature survey**. MPIDR, 2003 (Working Paper, n. 2003-028).

TANG, J.; MACLEOD, C. Labor force ageing and productivity performance in Canada. *Canadian Journal of Economics*, v. 39, n. 2, p. 582-602, 2006.

UN – United Nations. **Development in an ageing world**. World Economic and Social Survey 2007. E/2007/50/Rev.1, ST/ESA/314. United Nations publication, Sales No. E.07.II.C.1. New York, 2007.

VANDENBERGHE, V.; WALTENBERG, F. **Ageing workforce, productivity and labour costs of Belgian firms**. 2010. Mimeografado.

VERHAEGEN, P.; SALTHOUSE, T. A. Meta-analyses of age-cognition relations in adulthood. Estimates of linear and nonlinear age effects and structural models. *Psychological Bulletin*, v. 122, n. 3, p. 231-249, 1997.

WORLD BANK. **Achieving world class education in Brazil: the next agenda**, Latin America and the Caribbean Region, 2010.

ANEXO

CARACTERÍSTICAS DA FORÇA DE TRABALHO, PRODUTIVIDADE E SALÁRIOS

Para calcular o impacto do envelhecimento da força de trabalho na produtividade e nos salários, Rocha (2010) segue a metodologia de Hellerstein, Neumark e Troske (1999), na qual é enfatizada a importância da qualidade do trabalho para calcular funções de produção. A função de produção é uma versão econométrica de funções Cobb-Douglas de produção:

$$\log Y_{it} = \alpha \log L_{it}^A + \beta \log K_{it} + \gamma F + u_{it} \quad (1)$$

onde Y é o valor adicionado pela empresa i no período t ; L^A é uma função agregada de diferentes tipos de trabalhadores; K é o estoque de capital; F é a matriz de características que são escolhidas para tornar a especificação em (1) o mais comparável possível com a especificação da equação de salário; e u , o termo de erro. A variável-chave da estimação desta função de produção é a qualidade agregada do trabalho. Seja L_{itk} o número de trabalhadores do tipo k na empresa i no tempo t e λ_k sua produtividade. Consideramos que diferentes tipos de trabalhadores são substitutos perfeitos, mas podem possuir produtividades marginais diferentes. Essa função pode ser especificada como:

$$L_{it}^A = \sum_{k=0}^K \lambda_k L_{itk} = \lambda_{i0} L_{it} + \sum_{k=1}^K (\lambda_{it} - \lambda_{i0}) L_{itk} \quad (2)$$

onde L_{it} é o número total de trabalhadores na empresa; λ_0 , a produtividade da categoria de referência dos trabalhadores; e λ_k , a produtividade do trabalhador do tipo k . Usando sexo como um exemplo, se o grupo de trabalhadores homens é escolhido como referência, e sua produtividade normalizada para 1, a produtividade relativa do grupo de trabalhadores mulheres é medido pelo parâmetro ϕ_F . O aumento de produtividade quando mudamos do grupo de referência para o grupo de mulheres é, portanto, $\phi_F - 1$. No caso geral de K tipos de trabalhadores, é possível reescrever a equação (2) como:

$$\log L_{it}^A = \log \lambda_0 + \log L_{it} + \log \left(1 + \sum_{k=1}^K \left(\frac{\lambda_k}{\lambda_0} - 1 \right) P_{ikt} \right) \quad (3)$$

onde P_{ikt} é a razão entre o número de funcionários do tipo k sobre o número total de trabalhadores e $\frac{\lambda_k}{\lambda_0} = \phi_k$. Para reduzir o problema da dimensão, duas restrições são impostas na forma de L^A . Primeiro, produtos marginais relativos entre dois tipos de trabalhadores dentro de um mesmo grupo demográfico são restringidos para se equivalerem com os produtos marginais relativos dos dois mesmos tipos de trabalhadores dentro de outro grupo demográfico. Por exemplo, a produtividade marginal relativa de mulheres mais idosas em relação a homens mais idosos é restringida para ser igual à produtividade marginal relativa

(continua)

(continuação)

de homens jovens em relação a mulheres jovens. De forma semelhante, as diferenças em produtividades marginais de senioridade são restringidas para serem iguais para ambos os sexos. Segundo, a proporção de trabalhadores em um estabelecimento definido por um grupo demográfico é constante para todos os outros grupos; por exemplo, mulheres são restringidas a serem igualmente representadas em todos os níveis educacionais, grupos de senioridade, grupos etários etc. Para simplificar a estimação, uma aproximação da equação (3) pode ser usada e o resultado é a seguinte função de qualidade agregada de trabalho:

$$\log L_{it}^A \approx \log \lambda_0 + \log L_{it} + \sum_{k>0} (\phi_k - 1) P_{ikt} \quad (4)$$

Se substituirmos a equação (4) na equação (2), a função de produtividade deve ser escrita como:

$$\log Y_{it} = \alpha \log \lambda_0 + \alpha \log L_{it} + \alpha \sum_{k=1}^K (\phi_k - 1) P_{ikt} + \beta \log K_{it} + \gamma F_{it} + u_{it} \quad (5)$$

Rocha (2010) segue Ilmakunnas e Maliranta (2005) e divide as características dos trabalhadores em educação [0 a 8 (Educação Primária), 9 a 11 (Secundária), 12 ou mais (Universitária) anos de estudo]; idade [15 a 24 (Idade1), 25 a 34 (Idade2), 35 a 44 (Idade3), 45 a 64 (Idade4)], senioridade [menos de 10 anos na empresa (Novo), mais de 10 anos na empresa (Senior)], e sexo (Homem e Mulher). A ideia é que senioridade é um indicador de uma acumulação de capital humano específico e idade por si só é um indicador de acumulação de capital geral. Portanto, o efeito de cada tipo de acumulação de capital na produtividade do trabalho e salário pode ser mensurada. A equação salarial é estimada de forma similar:

$$\ln(w) = a' + \ln L_{it} + \sum_{k=1}^K \left(\frac{\pi_k}{\pi_0} - 1 \right) P_{ikt} \quad (6)$$

onde $\frac{\pi_k}{\pi_0}$ é o diferencial de custo de trabalho anual entre o trabalhador do tipo k e o tipo

0. Portanto, estimando simultaneamente as equações (4) e (5) através de uma regressão SUR, é possível testar se diferenças de salários entre trabalhadores em grupos demográficos diferentes refletem diferentes níveis de produtividade entre estes grupos. O primeiro problema econométrico neste tipo de regressão é que há heterogeneidade não observada entre empresas. É possível que empresas possuam características não observáveis que não variam no tempo correlacionadas com as variáveis independentes e que tenham influência nos resultados de produtividade. Para controlar este tipo de efeito adicionamos controles de efeitos fixos no nível da empresa na função de produção (também na equação do salário).

O segundo problema econométrico é o viés de endogeneidade. Empresas podem se ajustar de acordo com choques de produtividade que são correlacionados com a estrutura etária e outras características demográficas dos trabalhadores (GRILICHES; MAIRESSE, 1998). Por exemplo, empresas podem ajustar suas forças de trabalho como resposta a um choque de inovação (tecnológico ou gerencial) contratando mais trabalhadores para aquela

(continua)

(continuação)

área específica. Portanto, se o choque é uma inovação tecnológica, empresas tendem a aumentar a proporção de trabalhadores jovens, e um choque positivo de produtividade será correlacionado com a proporção de trabalhadores jovens somente porque esta atividade possui uma vantagem comparativa. Por outro lado, se o choque for gerencial, que dependa da capacidade de comunicação, por exemplo, talvez empresas se tornem mais propensas a contratar trabalhadores mais velhos, e uma proporção de funcionários mais velhos estará positivamente correlacionada com produtividade somente porque existe alguma vantagem comparativa.

Para evitar esse tipo de endogeneidade, alguns métodos econométricos podem ser utilizados. A estratégia mais famosa é utilizar o Método dos Momentos Generalizados (MMG), como proposto por Blundell e Bond (1999). A estratégia é usar características demográficas defasadas para controlar a simultaneidade do curto prazo. Esta ideia foi utilizada por Aubert e Crépon (2003), que descobrem que quando levamos em consideração choques de produtividade não observáveis, os resultados do Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) de Crépon, Deniau e Pérez-Duarte (2003) são invertidos. Entretanto, Gorodnichenko (2006) demonstra que o estimador de Blundell e Bond é, em geral, fracamente identificado. O problema é que os resultados dependem muito das escolhas de especificações, pois as defasagens e instrumentos utilizados pelos autores são fracos demais para explicar as variáveis endógenas (VANDENBERGHE; WALTENBERG, 2010).

Outro método utilizado primeiro por Hellerstein, Neumark e Troske (1999) e formalizada por Levinsohn e Petrin (2003) será o método usado. As empresas ajustam primeiro os insumos intermediários como resposta ao choque de produtividade, antes de ajustar os outros insumos. Portanto, é possível inverter a demanda por capital e materiais para inferir um valor para o choque de produtividade não observável. O choque estimado é usado como um regressor na função de produção. Esse método considera que a função inversa é não estocástica. Outras estimações foram sugeridas por Ackerman, Caves e Frazer (2003) e Olley e Pakes (1996), baseados na mesma suposição. Se essa suposição é violada, a estimação será viesada (BOND; SODERBORN, 2005; ACKERBERG; CAVES; FRAZER, 2003). Entretanto, Gorodnichenko (2006) providencia um Teste de Monte Carlo que demonstra que o estimador LP é menos viesado que o estimador de MQO, no caso de estimação com retornos de escala.

Por último, a matriz de variância-covariância de Huber-White é calculada para tornar a estimação robusta a erros heterocedásticos.